

Nicole Heuken, Anna-Lena Schimmelpfennig, Andreas Christian (Hrsg.)

Der Norden taucht ab

Die Klimakrise
als gesellschaftliche
Herausforderung



natürlich oekom!

Mit diesem Buch halten Sie ein echtes Stück Nachhaltigkeit in den Händen. Durch Ihren Kauf unterstützen Sie eine Produktion mit hohen ökologischen Ansprüchen:

- mineralölfreie Druckfarben
- Verzicht auf Plastikfolie
- Kompensation aller CO₂-Emissionen
- kurze Transportwege – in Deutschland gedruckt

Weitere Informationen unter www.natürlich-oekom.de
und #natürlicheoekom



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über www.dnb.de abrufbar.

© 2023 oekom verlag, München
oekom – Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH
Waltherstraße 29, 80337 München

Layout und Satz: Nicole Heuken, Anna-Lena Schimmelpfennig
Lektorat: Nicole Heuken, Freda Kühl
Korrektur: Nicole Heuken, Anna-Lena Schimmelpfennig

Druck: Friedrich Pustet GmbH & Co. KG, Regensburg

Dieses Werk ist ab dem 12.01.2023 lizenziert unter der Creative Commons Lizenz:
Namensnennung – Nicht kommerziell – Keine Bearbeitungen 4.0 International
(CC BY-NC-ND 4.0). Diese Lizenz erlaubt die private Nutzung, gestattet aber keine
Bearbeitung und keine kommerzielle Nutzung. Weitere Informationen finden Sie
unter: creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-98726-011-7
E-ISBN 978-3-98726-236-4
<https://doi.org/10.14512/9783987262364>



Nicole Heuken, Anna-Lena Schimmelpfennig,
Andreas Christian (Hrsg.)

Der Norden taucht ab

Die Klimakrise als gesellschaftliche
Herausforderung

mit Beiträgen von Arne Bockwoldt, Freda Kühl
und Elisabeth Heimbach

Das Buch zur Dokumentation des von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekts

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de



Europa-Universität
Flensburg



UBZ

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	6
1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung	8
<i>1.1 Klimawandel in Norddeutschland</i>	16
2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln	20
3. Schulische Umsetzung	29
3.1 Unterricht.....	29
3.2 Vorbereitung der Bauphase	32
3.3 Bau der Exponate.....	33
3.4 Schulen	35
4. Ausstellungen	37
4.1 Ausstellungsorte.....	42
5. Einbettung in den universitären Kontext	46
5.1 Begleitmaterial & studentische Arbeiten.....	48
6. Resonanz des Projekts	51
6.1 Klimawandelbewusstsein, Interesse und Motivation der Schülerinnen und Schüler	51
6.2 Lehrbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen und Motivation der Studierenden	55
Literaturangaben	61
Danksagungen	77
Haftungsausschluss	78

Vorwort

Andreas Christian

Das Klima wandelt sich und hauptverantwortlich dafür sind wir Menschen. Diese Tatsache kann inzwischen nicht mehr bestritten werden, zu klar ist die wissenschaftliche Evidenz. Wenig Zweifel besteht auch an den verheerenden Folgen des Klimawandels für das Leben auf der Erde, speziell für die Menschheit selbst, sollte man den globalen Anstieg der Temperaturen nicht in den Griff bekommen. Dabei ist der Prozess schon zu weit fortgeschritten, um ihn noch ganz stoppen zu können. Wir werden mit seinen Folgen, wie dem Schrumpfen von Eismassen zu See und auf dem Land, dem Anstieg der Meeresspiegel, Verschiebungen von Klimazonen und vermehrten Extremwetterereignissen, leben müssen. Die Natur wird sich anpassen, viele Arten werden ihre Verbreitungsgebiete ändern, andere werden aussterben. Wir Menschen haben bereits so viel von der Erde in Anspruch genommen, dass derart große Veränderungen uns hart treffen werden. Millionen Menschen werden ihre Lebensgrundlage ganz verlieren, für eine noch größere Zahl werden sich die Lebensbedingungen deutlich verschlechtern. Neue und erhebliche soziale Spannungen werden unausweichlich sein. Lange haben große Teile der Menschheit die inzwischen unübersehbaren bedrohlichen Entwicklungen des Klimas nicht erkannt, sie ignoriert oder sie bestritten. Dadurch wurde wertvolle Zeit im Kampf um eine lebenswerte Zukunft für nachfolgende Generationen verloren.

Erst nachdem schwerwiegende Folgen der Erderwärmung weithin sichtbar geworden waren, begann sich ein kollektiver globaler Widerstand zu formieren. Was zu tun ist, ist längst bekannt: Die Emissionen klimawirksamer Gase, allen voran das Kohlenstoffdioxid aus Verbrennungsprozessen, danach das Methan vor allem aus der Landwirtschaft, müssen reduziert werden, schnell und drastisch. Insbesondere der hohe Lebensstandard in den Industrienationen ist für die Freisetzung großer Mengen dieser Treibhausgase verantwortlich. Der Rest der Menschheit trägt die Folgen mit.

Zu wissen, was zu tun ist, heißt aber nicht, dass es auch getan wird. Zu sehr haben wir unsere Lebensgewohnheiten lieb gewonnen. Luxus, den man gewohnt ist, gibt man nicht gerne auf.

Vorwort

Lippenbekenntnisse für ein klimabewussteres Leben erreicht man leichter als tatsächliche Änderungen in alltäglichen Gewohnheiten. Überzeugungen führen nicht automatisch auch zu Taten. Taten sind es aber, die wir jetzt brauchen. Die entscheidende Frage ist nicht mehr, was wir tun können, um Schlimmes zu verhindern, sondern wie wir möglichst viele Kräfte mobilisieren können, damit es nicht noch schlimmer kommt.

Hier setzt unser Projekt an. Angehende Lehrerinnen und Lehrer beschäftigten sich intensiv mit dem Klimawandel, seinen Ursachen und Konsequenzen. Ihre Erkenntnisse und Erfahrungen teilten sie als Multiplikatoren mit zahlreichen Schülerinnen und Schülern, also mit derjenigen Generation, die besonders vom Klimawandel betroffen sein wird, und die gleichzeitig noch über die größte Flexibilität verfügt, ihre Lebensgewohnheiten langfristig an neue Herausforderungen anzupassen. Unter der Anleitung didaktischer Profis wurden wesentliche Erkenntnisse zum Klimawandel in Form einer Wanderausstellung kompakt und verständlich zusammengefasst und zusätzliche Materialien und Konzepte für den Schulunterricht entwickelt. Schülerinnen und Schüler erarbeiteten auf dieser Basis eigene Exponate mit praktischem Lebensbezug und regten sich gegenseitig und ihr soziales Umfeld zu einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Klimawandel an. Dabei ergründeten sie selbst Handlungsmöglichkeiten, die sich ihnen und ihren Familien im Alltag bieten, um ihren eigenen kleinen Beitrag zu einer lebenswerteren Zukunft für alle zu leisten. Die Wanderausstellung wurde gemeinsam mit den Exponaten der Schülerinnen und Schüler für ein breites Publikum sichtbar an verschiedenen Stellen öffentlich ausgestellt. Somit erhielten die Arbeiten der Jugendlichen eine über den Unterricht hinausgehende Aufmerksamkeit, als zusätzlichen Motivationsschub und um die Identifizierung mit den Projektzielen zu vertiefen.

Geografisch startet unser Projekt in der besonders vom Klimawandel betroffenen Küstenregion Norddeutschlands. Seine Perspektive geht jedoch weit darüber hinaus. Dieses Buch dokumentiert wesentliche Schritte und Ergebnisse des Projektes, in der Hoffnung, dass es auch nach seinem formalen Ende Beachtung finden und zur Nachahmung anregen wird.

Flensburg, den 10.11.2022

Andreas Christian

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung ¹

Freda Kühl

Schon seit der Entstehung der Erde vor circa 4,6 Milliarden Jahren unterliegt das Klima Veränderungen. Zu Anbeginn war die Erde extrem heiß, aber durch das Entstehen von Meeren vor circa 4,4 Milliarden Jahren und mit der Entstehung des pflanzlichen Lebens vor circa 3,8 Milliarden Jahren entstand eine kühlere Atmosphäre, da der natürliche Treibhauseffekt abgeschwächt wurde. Es folgten periodische Schwankungen zwischen Warm- und Kaltzeiten. Diese Veränderungen des Klimas sind auf natürliche Ursachen zurückzuführen, die maßgeblich von drei Einflussfaktoren bestimmt werden: der Stärke der Sonnenstrahlung, dem Teil der von der Erdoberfläche reflektierten Strahlung und dem Vorkommen von Treibhausgasen.

Die Stärke der Sonnenstrahlung wird entscheidend von der Bewegung der Erde und von der Anzahl der Sonnenflecken – dunkle Bereiche auf der Sonnenoberfläche – beeinflusst. Dabei führt eine höhere Anzahl an Sonnenflecken zu einer stärkeren Sonnenstrahlung. Je intensiver die Sonnenstrahlung ist, desto mehr erwärmen sich Gewässer und Atmosphäre.

Der Teil der von der Erdoberfläche reflektierten Strahlung wird vor allem durch die Kryosphäre, also die Gesamtheit an Eis- und Schneeflächen, bestimmt. Diese relativ glatten und hellen Oberflächen reflektieren die Sonnenstrahlung besser als dunkle Oberflächen wie zum Beispiel Wälder oder die Meeresoberfläche. Verkleinert sich die Schnee- und Eisfläche, so wird weniger Strahlung reflektiert und mehr Strahlung absorbiert – infolgedessen erwärmt sich die Erde.

Die Erdatmosphäre besteht größtenteils aus den Gasen Stickstoff (N_2 , ca. 78 %), Sauerstoff (O_2 , ca. 21 %) und Argon (Ar, ca. 1 %).

¹ Zur Erstellung des Kapitels wurde sich auf die Informationstafeln der Ausstellung „Der Norden taucht ab“ bezogen. Ergänzend hierzu wurde das Buch „Kleine Gase – Große Wirkung: der Klimawandel“ genutzt (Nelles & Serrer, 2018).

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Treibhausgase unterscheiden sich von diesen Gasen, da sie die von der Erdoberfläche reflektierte Wärmestrahlung aufnehmen können und sie wieder in alle Richtungen abgeben, wodurch sich die Atmosphäre erwärmt.

Zu den natürlichen Treibhausgasen zählen Kohlenstoffdioxid (CO_2), Wasserdampf (H_2O), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) und Ozon (O_3). Diese Gase können auf verschiedene Wege freigesetzt werden; natürliche Ursachen für die Freisetzung von Kohlenstoffdioxid sind unter anderem Vulkanausbrüche und Waldbrände. Natürliche Treibhausgase sind notwendig, damit ein lebensfreundliches Klima entsteht – gäbe es keine Treibhausgase, läge die globale Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche bei -18°C , momentan liegt sie bei 15°C . Folglich ist das Klima der Erde ein multifaktorielles System und ein Wandel des Klimas ist grundsätzlich ein natürliches Phänomen, das im Laufe der Erdgeschichte schon mehrmals vorkam.

Der Klimawandel, dem wir nun allerdings gegenüberstehen, ist nicht allein auf natürliche Einflussfaktoren zurückzuführen. Es handelt sich somit nicht ausschließlich um einen natürlichen, sondern ebenfalls um einen künstlichen Treibhauseffekt. Dass der Klimawandel maßgeblich durch den Menschen verursacht wird, belegen zahlreiche Klimamodelle und -daten. Klimamodelle treffen auf Grundlage verschiedener Annahmen Aussagen über zukünftige und vergangene Entwicklungen und können dadurch einen Zusammenhang herstellen. Vor allem das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid ist für den anthropogenen Klimawandel verantwortlich. Seit Beginn der Industrialisierung, um circa 1850, wird durch die Nutzung fossiler Brennstoffe sowie durch die Zerstörung von Mooren und Wäldern vermehrt Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Aber auch Methan und Lachgas üben einen entscheidenden Einfluss aus und werden besonders bei der Nutzung fossiler Brennstoffe sowie in der Landwirtschaft freigesetzt. F-Gase, also fluorierte Kohlenwasserstoffverbindungen, kommen nicht natürlicherweise vor. Diese werden beispielsweise für Kühlmittel gezielt erzeugt und stellen somit ein menschengemachtes Treibhausgas dar. Das Klimasystem gerät durch den vermehrten Eintrag der Treibhausgase in die Atmosphäre zusehends aus dem Gleichgewicht.

Die Folgen des Klimawandels sind weitreichend und haben je nach Region unterschiedliche Auswirkungen. Eine Folge ist der Anstieg des mittleren Meeresspiegels, da sich durch die zunehmenden Temperaturen das Wasser ausdehnt.

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Die zunehmenden Temperaturen lassen außerdem Schnee- und Eisflächen wie Eisschilde und Landeis schmelzen und fügen somit den Ozeanen mehr Wasser zu. Gleichzeitig führt das Schmelzen der Gletscher dazu, dass weniger Sonnenstrahlung von der Erdoberfläche reflektiert wird und sich dadurch die Atmosphäre erwärmt; dieser sich verstärkende Effekt wird als Eis-Albedo-Rückkopplungseffekt beschrieben.

Ein ähnlicher sich verstärkender Effekt ist auch bei Permafrostböden festzustellen. Permafrostböden haben unter einer zugefrorenen oberen Bodenschicht organisches Material eingeschlossen. Durch die Erwärmung der Oberflächentemperatur taut die Oberfläche auf und Zersetzungsprozesse führen schließlich dazu, dass Kohlenstoffdioxid und Methan freigesetzt werden. Dieser Effekt wird als Permafrost-Kohlenstoff-Rückkopplung bezeichnet und verstärkt den Klimawandel.

Genau wie der Klimawandel sind Extremwetterereignisse natürliche Phänomene. Der Klimawandel jedoch führt zu einem Anstieg der Häufigkeit und/oder der Intensität von tropischen Wirbelstürmen, extremen Niederschlägen, Überschwemmungen und Hochwassern sowie Dürren und Hitzewellen. Besonders Regionen, die bereits von extremen Wetterbedingungen betroffen sind, werden zukünftig stärker von diesen betroffen sein. Anhaltende Dürren und extreme Hitze begünstigen Waldbrände. Dadurch wird nicht nur Kohlenstoffdioxid freigesetzt, sondern es kann auch weniger Kohlenstoffdioxid gebunden werden.

Auch die Gesundheit der Menschen ist von extremer Hitze betroffen, da Hitzebelastungen Krankheitsbilder wie Herz-Kreislauf- und Atemwegs-Erkrankungen begünstigen und vor allem bei Säuglingen, kranken und älteren Menschen zum Todesfall führen können. Zusätzlich können sich Krankheitserreger durch höhere Temperaturen sowie mildere und kürzere Winter besser ausbreiten. Das Verbreitungsgebiet von Tieren wie Mücken und Zecken, die mit dem Krankheitserreger infiziert sind und diesen auf Menschen übertragen, hat sich durch den Klimawandel erweitert. Wasserknappheit wird durch zunehmende Dürren begünstigt und infolge von Überschwemmungen können körperliche Verletzungen entstehen. Ebenso können extreme Wetterereignisse und die damit verbundenen traumatischen Erfahrungen zu psychischen Erkrankungen führen.

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Die Auswirkungen des Klimawandels können so weit reichen, dass Menschen ihr Eigentum verlieren und dazu gezwungen sind, ihr Zuhause oder ihre Heimat zu verlassen, da der Standort zerstört wurde und ihnen keine Lebensgrundlage mehr geboten wird. Dies wird als Klimamigration bezeichnet und findet meistens innerhalb der eigenen Landesgrenzen statt. Auch Wirtschaftssektoren sind von den Auswirkungen betroffen. Durch extreme Wetterereignisse kann die Landwirtschaft weniger Erträge erzielen. Außerdem entstehen wirtschaftliche Verluste infolge landwirtschaftlicher Einbußen und materieller Zerstörung sowie durch die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel.

Daneben führt der Klimawandel zu einer Verschiebung der Klima- und Vegetationszonen. Die Grenzen der Klimazonen verlagern sich zunehmend zu den Polen, sodass aride und warme Zonen zunehmen, während sich die Polarzone verkleinert. Außerdem breiten sich Wüstengebiete kontinuierlich aus, dieser Prozess wird als Desertifikation bezeichnet. In Abhängigkeit des Niederschlags, der Bodenfeuchte, der Sonnenscheindauer und der Temperatur verändern sich die Vegetationszonen hin zu einer Baumgrenze, die sich in der Nordhemisphäre Richtung Norden und in den Gebirgen in höhere Lagen verschiebt, während alpine und arktische Ökosysteme verschwinden.

Auch die phänologischen Jahreszeiten verschieben sich, infolge des Klimawandels wird es früher warm und die Winter verkürzen sich. Dies hat Auswirkungen auf die Biodiversität, da Tiere und Pflanzen an die klimatischen Bedingungen ihrer Lebensräume angepasst sind. Ein Wandel des Klimas mit den damit verbundenen Folgen wirkt sich auf die Artengemeinschaften und damit auf das gesamte Ökosystem aus. Davon wiederum ist auch der Mensch betroffen, da er das Ökosystem als Dienstleister zur Rohstoffversorgung und als Erholungsfunktion braucht. Durch die Klimaänderungen können sich wärmeliebende Pflanzen und Tiere in nördlicheren und höheren Regionen ansiedeln und dort spezialisierte Arten verdrängen. Eingespielte Verhältnisse wie Räuber-Beute-Beziehungen und die Pflanzenbestäubung können aus dem Gleichgewicht geraten. Schmelzendes Eis in nördlichen Polarregionen führt zu einer Verkleinerung der Reviere von Eisbären. Dadurch verringern sich Möglichkeiten zur Robbenjagd, wodurch die Aufzucht der Nachkommen beeinträchtigt wird. Die Pflanzenbestäubung wird gestört, da sich die Blütezeit nach vorne verschiebt und Insekten als Bestäuber noch nicht geschlüpft sind.

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Auch die Lebewesen im Meer sind von dem Klimawandel betroffen. Da das Wasser der Ozeane die anthropogenen Kohlenstoffdioxid-Emissionen aufnimmt, kommt es zu einer Erwärmung und Versauerung der Meere sowie zu einer Abnahme des Sauerstoffgehalts, diese Bedingungen versetzen die Lebewesen in Stress.

Neben all diesen negativen Auswirkungen gibt es jedoch auch Klimagewinner. Manche Arten wie der Buntspecht profitieren vom Klimawandel, indem ihm durch das wärmere Klima mehr Nahrung zur Verfügung steht und seine Population dadurch wachsen kann. Andere Arten wie der Admiral (Schmetterling) müssen durch die milderen Winter nicht wegziehen, sondern können in ihrer Region überwintern. Außerdem können neue Schiffrouten durch das Abschmelzen von Packeis entstehen, wodurch die Schifffahrt aufgrund der kürzeren und schnelleren Routen Kosten einspart. Auch einzelne Regionen wie Grönland können Klimagewinner sein. Die Fischerei dort profitiert vom Klimawandel, da durch seine Auswirkungen ein größerer Fischbestand und mehr Fischarten in Grönland zu verzeichnen sind. Die Landwirtschaft verschafft sich einen Gewinn, indem mehr Obst- und Gemüsesorten angebaut werden können und die Wirtschaft erzielt Profite, da der Zugang zu Gas und Öl leichter ist.

Die Auswirkungen des Klimawandels zeigen, wie mannigfaltig die Herausforderungen sind, denen sich die Gesellschaft stellen muss. Dessen ist sich auch die Politik bewusst – 2015 verabschiedeten die Vereinten Nationen die „Agenda 2030 für Nachhaltige Entwicklung“. In ihrem Kern sind 17 Nachhaltigkeitsziele, die Sustainable Development Goals (SDGs), verankert. Das Ziel: „[...] für alle, jetzt und in Zukunft, ein nachhaltiges, friedliches, wohlhabendes und gerechtes Leben zu ermöglichen.“ (Rieckmann, 2018, S. 4). Die Ziele verpflichten Akteure aus der Privatwirtschaft sowie Regierungen, aber auch jeder Einzelne ist dazu angehalten, sich zu beteiligen, damit die Ziele erreicht werden (Rieckmann, 2018). Kurz darauf wurde mit dem Übereinkommen von Paris beschlossen, „[...] die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst jedoch auf 1,5 °C, gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen.“ (Umweltbundesamt, 2021).

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Um dem Klimawandel zu begegnen, ist ein konsequentes Vorgehen notwendig. Es gilt, auf individueller, regionaler, nationaler und internationaler Ebene zu agieren. Ein wichtiger Baustein ist die Verringerung von Treibhausgasemissionen. Vor allem muss die Wirtschaft klimafreundlicher werden, da Wirtschaftssektoren maßgeblich für den Klimawandel mitverantwortlich sind. Erneuerbare Energien helfen, die Energiewirtschaft nachhaltiger zu gestalten. Die Energie von Sonne und Wind ist nahezu unbegrenzt verfügbar, jedoch bedarf es einem Ausbau in der Energiewirtschaft, da die Energie nicht an jedem Ort zu jeder Zeit zur Verfügung steht. Eine Verschärfung der Lieferkettengesetze kann helfen, die Industrie nachhaltiger zu gestalten. Ferner kann die Förderung von Radwegen und des öffentlichen Personennahverkehrs eine klimafreundliche Infrastruktur gewährleisten. Der Tourismus ist auf eine intakte Natur angewiesen, gleichzeitig wird diese jedoch durch den Klimawandel bedroht. Die Verschmutzung und Zerstörung von Lebensräumen muss vermieden und eine möglichst klimaschonende An- und Abreise gewährleistet werden, da besonders Flugreisen klimaschädlich sind. Auch die Landwirtschaft muss sich hin zu einer ökologisch betriebenen Wirtschaftsform verändern, die die Emissionen aus der Tierhaltung reduziert.

Ein weiterer Baustein zur Begrenzung des Klimawandels ist der Fortschritt in Wissenschaft und Technik. Dies kann bereits etablierte Techniken wie E-Autos und Solarenergie umfassen. Die Möglichkeiten des technischen Fortschritts können aber auch weitaus futuristischer gedacht sein: Geoengineering bezeichnet den menschlichen Eingriff in geologische Prozesse oder das Klimasystem mit dem Ziel, das Klima abzukühlen. Dabei unterscheidet man zwischen Methoden zur Veränderung der Sonneneinstrahlung und Methoden zum Abbau von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre.

Ersteres umfasst Methoden wie die Installation riesiger Spiegel in Erdumlaufbahnen durch die reguliert werden kann, wie viel Sonnenstrahlung die Erde erreicht, das Versprühen von Aerosolen in der Stratosphäre, sodass die reflektierenden Partikel eine Barriere für die Sonnenstrahlung darstellen und Teile dieser wieder in den Weltraum reflektieren oder die Aufhellung von Wolken, wodurch mehr Sonnenlicht reflektiert wird. Die Folgen dieser Maßnahmen sind jedoch nicht allumfassend absehbar und mit ethischen, politischen und juristischen Fragen verbunden.

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Zweiteres umfasst Methoden wie das Aufforsten, also das großflächige Pflanzen von Bäumen, sodass mehr Kohlenstoffdioxid gebunden wird und dadurch der Kohlenstoffdioxidgehalt in der Atmosphäre sinkt. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Ozeandüngung. Durch die Düngung der Ozeane mit Nährstoffen kann das Wachstum der Algen beschleunigt werden, die wiederum Kohlenstoffdioxid binden. Allerdings ist auch dies mit Risiken verbunden, da ein vermehrtes Aufkommen an Algen Nahrungsbeziehungen im Ökosystem stören kann. Eine weitere Option sind Kohlenstofffilter; diese Anlagen saugen die Umgebungsluft an und binden das darin enthaltene Kohlenstoffdioxid chemisch. Anschließend kann der Kohlenstoff als Treibstoff dienen oder unter der Erde eingelagert werden. Auch das Renaturieren von Mooren trägt dazu bei, Kohlenstoffdioxid zu binden und zu speichern.

Neben großen Forderungen an Politik, Wissenschaft und Wirtschaft kann auch jeder Einzelne etwas bewirken: Durch ein bewussteres Handeln kann der Alltag klimaschonender gestaltet werden. Dafür sind Eingriffe in den eigenen Lebensstil notwendig, indem beispielsweise der Strom- und Energieverbrauch reduziert, Flugreisen eingeschränkt und kurze Strecken mit dem Fahrrad statt mit dem Auto gefahren werden. Außerdem können Produkte gemeinschaftlich genutzt werden und es sollte auf eine lange, nachhaltige Nutzung der Produkte geachtet werden, indem mit diesen sorgsam umgegangen und eine Reparatur einer Neuanschaffung vorgezogen wird. Die Gewohnheiten des Einkaufens können überdacht werden, indem regional und saisonal eingekauft sowie der Konsum tierischer Produkte reduziert wird.

Damit die erwähnten Forderungen der SDGs erfüllt werden, müssen ökologische, ökonomische und soziale Zusammenhänge verstanden werden. Laien fehlt jedoch oft ein zusammenhängendes Verständnis, um verantwortungsbewusst agieren zu können (Niebert, 2017). Bildung leistet einen entscheidenden Beitrag, um das Denken und Handeln der Menschen zu transformieren und damit die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Das Konzept Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) soll ein verantwortungsbewusstes Handeln und eine gesellschaftliche Partizipation fördern. BNE selbst ist mit dem Ziel 4.7 der SDGs explizit zum Erreichen des Ziels einer hochwertigen Bildung anerkannt. Dieser Ansatz richtet sich an alle Altersgruppen und Bevölkerungsschichten sowie an sämtliche Bildungseinrichtungen – an die formale, non-formale und informelle Bildung (Lindemann-Matthies & Stelzig, 2012; Rieckmann, 2018).

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Der Institution Schule kommt als Teil der formalen Bildungseinrichtungen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung einer BNE zu. Die Funktion der Bildung gewinnt besonders in der heutigen Zeit und mit den folgenschweren Auswirkungen, die der Mensch auf die Umwelt hat, an Bedeutung. Um die globale Herausforderung zu bewältigen, ist eine Veränderung der Haltung gegenüber der Umwelt und eine Veränderung des Bewusstseins für eine nachhaltige Entwicklung notwendig, damit eine langfristige Bewältigung der Probleme erfolgt und die Lebensgrundlage gesichert werden kann. Erziehung und (Umwelt-)Bildung greifen an diesem Punkt an und bewirken eine Verhaltens- und Einstellungsänderung (Killermann et al., 2013). Die BNE knüpft an den derzeitigen Lebensstil der Schülerinnen und Schüler an, regt zum nachhaltigen Denken und Handeln an und berücksichtigt dabei die Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie und Soziales), die Zukunft und andere Regionen auf der Welt (Lindemann-Matthies & Stelzig, 2012).

Den Schülerinnen und Schülern werden Fertigkeiten, Fähigkeiten und Kompetenzen vermittelt, die ein Verantwortungsbewusstsein entstehen lassen, das Handeln fördern sowie eine aktive und eigenverantwortliche Partizipation an der Gestaltung der Zukunft ermöglichen. Dabei wird das Ziel verfolgt, die Lebensbedingungen in Gegenwart und Zukunft zu sichern und zu verbessern, ohne dass die natürliche Existenzgrundlage gefährdet wird.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass durch den Schutz der Umwelt nicht nur die Zukunft gesichert, sondern auch die Lebensqualität und Gesundheit bewahrt und gesteigert werden können (Killermann et al., 2013; Lindemann-Matthies & Stelzig, 2012). Die Schülerinnen und Schüler werden durch den Unterricht erzogen und gebildet, indem biologisches Wissen ausgebaut und dadurch ein Naturverständnis sowie ein verantwortungsvoller und reflektierter Umgang mit dem Selbst und der Umwelt entwickelt wird. Dadurch können sich Einstellungen und Fähigkeiten formen. Auf gesellschaftlicher Ebene trägt der Unterricht damit zur Nachhaltigkeit bei und fördert den Schutz der Umwelt (Spörhase, 2012). BNE fordert einen fächerübergreifenden Ansatz, da die komplexen Fragestellungen, die der Klimawandel aufwirft, verschiedene Disziplinen bedürfen. Dem Fach Biologie kommt jedoch eine besondere Stellung zuteil, da viele Themen in der Biologie verankert sind und sie zentral für die Vermittlung ökologischer Grundlagen ist (Killermann et al., 2013; Lindemann-Matthies & Stelzig, 2012).

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Wissen ist die Voraussetzung für Handeln, weshalb der Unterricht durch seine Wissensvermittlung den Grundstein für eine aktive Partizipation setzt. Das Wissen ermöglicht ihnen außerdem eine gesellschaftliche Teilhabe, da die Schüler Gestaltungs- und Bewertungskompetenzen erwerben, die ihnen helfen, fundierte Entscheidungen zu treffen. Damit ist Umweltbildung immer auch eine politische Bildung (Lindemann-Matthies & Stelzig, 2012).

1.1 Klimawandel in Norddeutschland²

Anna-Lena Schimmelpfennig & Nicole Heuken

Der Klimawandel in Norddeutschland hat regional unterschiedliche Ausprägungen. Der steigende Meeresspiegelanstieg, höhere Sturmfluten, längere Trockenperioden in warmen Monaten und steigende Niederschläge im Winter sind Folgen für das Klima in Norddeutschland. Die veränderten Wettereinflüsse können regional drastische Auswirkungen für küstennahe Lebensräume haben (Texttafel Klimawandel im Norden, 2021). Die Nordseeküste, welche durch die Gezeiten geprägt ist, wird zukünftig aufgrund des Meeresspiegelanstiegs mit einer Zunahme von Sturmfluten im Vergleich zu den letzten hundert Jahre rechnen müssen (Umweltbundesamt, 2019). Aufgrund des gestiegenen Ausgangsniveaus laufen Sturmfluten höher auf. Daraus resultiert eine Zunahme an Schäden in küstennahen Infrastrukturen und Gebäuden (Umweltbundesamt, 2019). Vom Anstieg sind besonders die Mündungsbereiche der großen Flüsse durch das Absperren der Elbe und weiterer Nebenflüsse, welche in die Nordsee münden, betroffen. Zusätzlich sind durch das Eindeichen natürliche Überflutungsbereiche stark rückgängig (Umweltbundesamt, 2019, von Storch et al. 2018).

Insbesondere die Halligen und die Nord- und Ostfriesischen Inseln stehen zukünftig vor einer großen Aufgabe, um mit den steigenden Sturmfluten und den daraus resultierenden Schäden zurechtzukommen.

² Zur Erstellung des Kapitels wurde sich auf die Informationstafeln der Ausstellung „Der Norden taucht ab“ bezogen.

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Trotz des Halligwachstums durch Schlick und Sand, welche durch die Sturmfluten angespült und angelagert werden, kann dieser weltweit einzigartige Lebensraum einem zu schnellen Meeresspiegelanstieg nicht entgegenwirken, da das Wachstum langsamer ist als der Anstieg des Meeresspiegels (Deutschlandfunk Kultur, 2020). Die Küstenregion ist daher von der weltweit gemeinsamen Bekämpfung des Klimawandels abhängig (Deutschlandfunk Kultur, 2020).

Zusätzlich müssen verschiedene Anpassungsstrategien umgesetzt werden, um die Folgen des Klimawandels zu reduzieren. So kann beispielsweise durch eine gezielte, künstliche Sedimentzufuhr von Sandbänken und aus

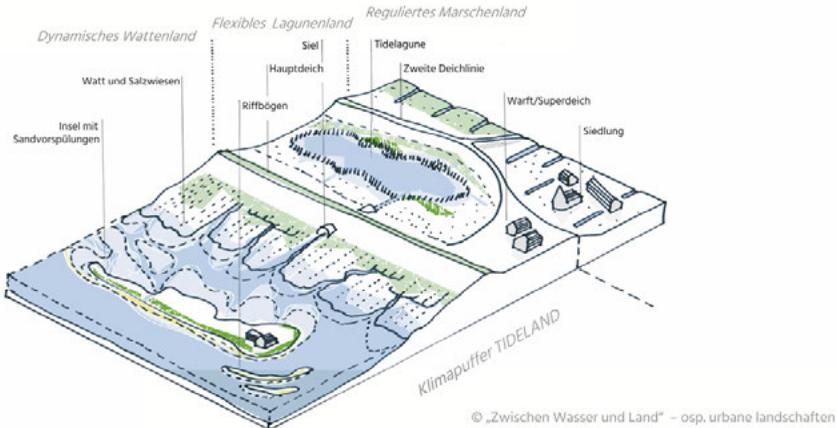
den Tiefen der Nordsee, dem Absinken der Salzwiesen und der Wattflächen bis zu einem gewissen Punkt entgegengewirkt werden. Zudem muss die bereits bestehende Deichlinie der Nordseeküsten, auch aufgrund eines verstärkten Küstenabbruchs, fortwährend verstärkt werden. Bei einem starken Anstieg des Meeresspiegels können den Deichen Deichkappen aufgesetzt werden, die diese zusätzlich erhöhen und so zusätzlichen Schutz bieten. Mit dem sogenannten „Konzept Klimadeich“ (s. Abb. 1) kann durch Verstärkungen, Erhöhungen, flache Böschungen und Deichkappen ein „Meeresspiegelanstieg von bis zu zwei Metern“ (Tiede et al., 2019) ausgeglichen werden (Tiede et al., 2019).



Abbildung 1: Konzept Klimadeich (© Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein)

Eine weitere Anpassungsstrategie an den Klimawandel ist das Einbauen von Deichöffnungen und Tidelagunen. Diese Strategie wird auf der Texttafel „Anpassungsstrategien im Küstenschutz“ erklärt und durch eine Grafik vereinfacht dargestellt (s. Abb. 2). Weitere Informationen zum Einsatz und zur Entwicklung der Informationstafeln werden in den Kapiteln „Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln“ und „Ausstellungen“ geliefert.

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung



Deichöffnung und Tidelagunen

Aufgrund der künstlichen Entwässerung senkt sich der Marschboden in den eingedeichten Gebieten ab. Je höher der Meeresspiegel steigt, desto größer wird der Höhenunterschied vor und hinter dem Deich. Da das Deichhinterland nicht überflutet wird, können sich keine Sedimente ablagern, um die Flächen auf natürliche Weise mitwachsen zu lassen. Mit verschließbaren Deichdurchlässen (Sielen) könnte Meerwasser in dafür ausgehobene Vertiefungen geleitet werden. So könnten Sedimente eingefangen werden, die bei Bedarf auf die umgebende Marsch gespült werden, um deren Niveau zu erhöhen. Die entstandenen Lagunen wären nicht nur für den Sedimentfang, sondern auch bei extremen Wetterereignissen nützlich. Bei starken Niederschlägen könnte Wasser, das nicht mehr vom Boden aufgenommen wird, in die Lagunen gepumpt werden, während in Dürreperioden Wasser zurückgehalten werden könnte. Außerdem könnten die Lagunen Rückzugsort für viele Tier- und Pflanzenarten sein, die durch den Klimawandel bedroht sind.

Abbildung 2: Auszug aus Informationstafel Anpassungsstrategien im Küstenschutz

Die Auswirkungen der Klimaerwärmung zeigen sich in Norddeutschland auch noch an einer anderen Stelle, denn die Jahreszeiten und Klimazonen verändern sich. Die Auswirkung der Klimaerwärmung zeigt sich in der Vegetation, im Lebensraum der Tiere sowie anhand der Pflanzen (Umweltbundesamt, 2022). Anhand einiger Zeigerpflanzen und deren Austrieb- und Blühperiode zeigt sich ein zunehmend früherer phänologischer Frühlingsbeginn um ca. zwei Wochen (DKK, 2020; Meinke, 2020; Meinke, 2021; Umweltbundesamt, 2022; von Storch et al., 2018).

1. Der Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung

Die Jahreszeitenverschiebungen betreffen ebenso den Sommer und den sich verlängernden Herbst. Der Umfang der Auswirkungen ist bisher nicht vollständig erschlossen. Festhalten lässt sich jedoch, dass Wechselbeziehungen und Entwicklungsphasen von Organismen zum Teil gestört sind. Die Räuber-Beute-Systeme und die Bestäubung von Pflanzen durch Insekten können aufgrund der neuen Vegetationsperioden zeitlich versetzt sein und ein Artensterben im Norden von Deutschland zur Folge haben

(DWD, 2020; DKK, 2020; Umweltbundesamt, 2022). Die unterschiedlichen Klimaparameter haben sich im Laufe der letzten 100 Jahre verändert (siehe Abb. 3³). Die durchschnittliche Temperatur hat sich seit den letzten 60 Jahren um 0,8 Grad Celsius erhöht (Meinke 2020; Meinke, 2021; von Storch et al., 2018). Die Tendenz für die nächsten Jahrzehnte ist aufgrund des Treibhausgasausstoßes steigend. Konkret bedeutet das für den einst moderat temperierten Norden eine Zunahme von Tagen, an denen das Thermometer im Sommer über die 30 Grad Celsius Marke steigt (Meinke, 2020, von Storch et al., 2018). Im weiteren Jahreszeitenverlauf führt dies zu einer Abnahme von Tagen mit Bodenfrost und Eis (Meinke, 2021). Darüber hinaus könnte die Niederschlagsmenge insbesondere in den Wintermonaten schlimmstenfalls bis zu 40 Prozent zunehmen und der Sommer wird von noch längeren Trockenperioden geprägt sein (Meinke, 2020).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass unterschiedliche Faktoren Einfluss auf das Leben im Norden haben und die Entwicklung stark von den zukünftigen Treibhausgasemissionen abhängt. Festzuhalten ist, dass der Norden zukünftig vor einer großen Aufgabe, insbesondere im Küstenschutz, steht, um den Lebensraum von vielen Tieren, Pflanzen und Menschen erhalten zu können.

Klimaparameter	Jahrhundert-mitte	Jahrhundert-ende
Durchschnittliche Temperatur Jahresdurchschnitt	+1,1 °C	+2,8 °C
Anzahl heißer Tage Jahresdurchschnitt	+0,9 Tage	+5,0 Tage
Änderung des Niederschlags Im Sommer durchschnittlich	+1 %	-19 %
Im Winter durchschnittlich	+6 %	+25 %
Änderung der Sturmintensität Jahresdurchschnitt	+1 %	+1 %
Im Winter durchschnittlich	+2 %	+5 %

Abbildung 3: Auszug aus Texttafel, Änderungen ausgewählter Klimaparameter für die deutsche Nordseeküste (Grafik verändert nach Umweltbundesamt, 2014, S.14)

³ Daten: Helmholtz-Zentrum Geesthacht / Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH. Norddeutscher Klimaatlas: www.norddeutscher-klimaatlas.de; Bezugszeiträume: je drei Dekaden: 1961–1990 (heute), 203–2050 (Jahrhundertmitte) und 2071–2100 (Jahrhundertende)

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

Elisabeth Heimbach

Die Kernaussstellung besteht aus 20 leicht transportierbaren Informationstafeln, die mit wissenschaftlich fundierten Inhalten über die Ursachen und Folgen der globalen Erwärmung aufklären. Die Tafeln wurden von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit Unterstützung von Lehramtsstudierenden der Abteilung Biologie und ihrer Didaktik und dem Umweltbildungszentrum der Europa-Universität Flensburg konzipiert.

Zum Zweck der Wanderausstellung wurden die Informationstafeln so gestaltet, dass sie möglichst vielseitig einsetzbar und leicht zu transportieren sind. In einem Format von 120x200 cm wurden sogenannte Roll-Up-Banner bedruckt. Diese lassen sich mit geringem Aufwand zum Transport in zugehörige Schutzgehäuse einrollen und zur Ausstellung mit einem Teleskop-Stativ aufstellen. Zudem sind die Roll-Up-Banner robust und langlebig und somit auch möglichst nachhaltig. Bei der Auswahl der Druckerei, wurde zudem darauf geachtet, dass ein ökologischer Digitaldruck mit umweltfreundlichen Tinten angeboten wird.

Auf den Ausstellungstafeln werden grundsätzliche und relevante Erkenntnisse zum Klimawandel dargestellt. Die Tafeln richten sich primär an die Generation der heutigen Schülerinnen und Schüler, die von den Entwicklungen besonders betroffen sein wird. Die Informationstafeln geben einen umfassenden Einblick in den aktuellen Wissensstand und sind, um eine möglichst gute Orientierung zu bieten, in drei Themenschwerpunkte kategorisiert. So gelingt es, das äußerst vielschichtige Thema mit seinen komplexen Zusammenhängen möglichst verständlich aufzubereiten.

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

Wird das Wetter immer extremer?

Extremwetter sind seltene Ereignisse und dennoch nahezu auf der gesamten Erde zu finden. Oft haben Extremwetterereignisse erhebliche Auswirkungen, die von schweren wirtschaftlichen Schäden bis hin zu Todesfällen und völliger Verwüstung von betroffenen Gebieten reichen können. Extremwetterereignisse sind natürliche Phänomene, die immer wieder auch ohne menschlichen Einfluss vorgekommen sind. Man beobachtet zurzeit jedoch einen merklichen Anstieg extremer Wetterereignisse, der auf den vom Menschen verursachten Klimawandel zurückgeführt werden kann.

Zwischen Starkniederschlag, Landunter und Dürre

Vermutlich werden die Häufigkeit und die Intensität von Starkniederschlagsereignissen und der Anteil von Starkniederschlägen am Gesamtniederschlag zunehmen. Sehr extreme und seltene Starkniederschläge, die bisher lediglich alle 20 Jahre auftreten, sollen zukünftig alle 5-15 Jahre auftreten.

Es wird vermutet, dass in Zukunft aufgrund dieser Entwicklungen **Überschwemmungen** häufiger werden. Allerdings gibt es hierfür noch keine eindeutigen Beweise, da Überschwemmungen von vielen Faktoren abhängig sind.

Das veränderte Niederschlagsmuster und eine erhöhte Verdunstungsrate werden vermehrt zu **Dürren** führen. Vor allem in Gebieten, die ohnehin schon trocken sind, wird die Niederschlagsmenge abnehmen, auch wenn sie global zunimmt.



Hitzefrei

Zukünftig werden extrem kalte Temperaturen abnehmen, während extrem warme Temperaturen zunehmen werden. Bisher sehr seltene extrem hohe Temperaturen werden sich wahrscheinlich nicht nur um 1-5 °C, sondern überproportional erhöhen und auch häufiger auftreten. Außerdem werden aufgrund des Klimawandels Länge, Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen in den meisten Landgebieten zunehmen.



Die Giganten des Meeres

Tropische Wirbelstürme entstehen bei einer Wasseroberflächentemperatur von mindestens 26 °C. Für Hurrikans, die im Atlantischen Ozean entstehen, wird vorhergesagt, dass die Hurrikan-Saison früher beginnen und länger anhalten wird. Grund dafür ist der Klimawandel, der mit einer Erhöhung der Wasseroberflächentemperatur verbunden ist. Dadurch wird die kritische Temperatur früher im Jahr erreicht, und sie hält länger an. Während die Frequenz von Hurrikans insgesamt sogar abnehmen könnte, wird eine Zunahme starker Wirbelstürme erwartet.



Unvorhersehbar!

Tornados werden meist mit den USA assoziiert, du kannst sie aber auch hier in Deutschland sehen. Allerdings kann noch nicht vorausgesagt werden, wie sich Tornados weltweit entwickeln werden, da nicht alle Entstehungsbedingungen bekannt sind.

Du willst den Unterschied zwischen Klima und Wetter erfahren?



#FOLGEN

Abbildung 4: Exemplarische Abbildung einer Informationstafel der Kernaussstellung

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

Der erste Themenschwerpunkt „Ursachen“ zeigt ein breites Spektrum wissenschaftlich fundierter Erkenntnisse auf, wie zur Klimageschichte der Erde, zu Faktoren wie klimawirksamen Gasen und dem Treibhauseffekt, zu natürlichen Ursachen des Klimawandels sowie dem wissenschaftlich belegten anthropogenen Einfluss. Außerdem wird auf die Rolle der Ozeane im Klimasystem, sogenannte Rückkopplungseffekte und die Aussagekraft von Klimamodellen eingegangen.

Mit dem zweiten Schwerpunkt werden die vielfältigen und regional sehr unterschiedlichen „Folgen“ des Klimawandels dargestellt. Dabei werden Wetterextreme erklärt, die Folgen der Verschiebung von Klimazonen, für die Artenvielfalt und speziell für Norddeutschland beschrieben. Überdies wird aufgezeigt, welche globalen Klimagewinner es geben kann.

Der dritte Schwerpunkt liegt auf den „Perspektiven“ und soll die Verantwortung jedes Menschen bewusst machen, indem erläutert wird, wie das heutige Handeln einen erheblichen Einfluss auf den zukünftigen Verlauf des Klimawandels hat und wie es noch möglich ist, durch schnelle und konsequente Maßnahmen die Folgen abzuschwächen. Exemplarisch werden Perspektiven von klimafreundlicher Wirtschaft, dem Konzept des Geoengineering und Anpassungsstrategien im Küstenschutz dargestellt.

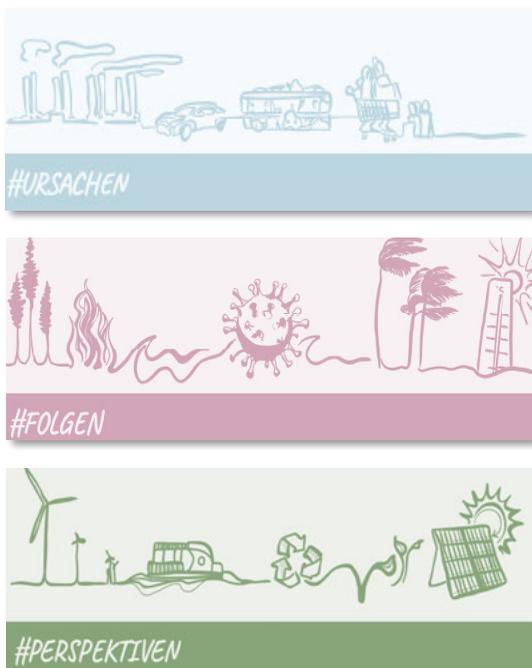


Abbildung 5: Designunterstützte Illustrationen der drei Themenschwerpunkte der Informationstafeln zu „Ursachen“, „Folgen“ und „Perspektiven“ des Klimawandels



Abbildung 6: QR-Codes verweisen auf weitere Literatur oder Interaktionsmöglichkeiten.

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

Kurze Texte mit den wichtigsten Fakten werden mit anschaulichen Illustrationen und Grafiken kombiniert, um möglichst leicht verständlich eine Vorstellung davon zu bekommen, was der Klimawandel ist, welche Folgen er hat und welche Handlungsmöglichkeiten sich bieten (siehe Abb. 4). Die eingebetteten QR-Codes verweisen auf weiterführende Literatur und Interaktionsmöglichkeiten (siehe Abb. 6).

Die inhaltliche Unterteilung in die drei Themenschwerpunkte wird durch ein farbli-ches Designkonzept sowie einer jeweils angepassten Illustration am unteren Ende jeder Informationstafel veranschaulicht (siehe Abb. 5). Die Reihenfolge der auszu-stellenden Tafeln unterliegt folglich keiner strengen Reihenfolge, sondern lediglich einer thematischen Gruppierung und kann so auf jeden Ausstellungsraum ange-passt werden. Rahmengebend ist eine Titel-Tafel vorhanden, sowie eine Tafel zum Abschluss, die ein Literaturverzeichnis, Bildnachweise und Dankesworte enthält.

Die Ausstellungstafeln können als inhaltliche Grundlage für Schülerinnen und Schü-ler und ebenso erwachsene Personen dienen, die sich über den Klimawandel infor-mieren wollen. Sie sind Kernelement der projektumfassenden Ausstellung, welche um die Exponate der Schülerinnen und Schüler ergänzt wird.

Zur Entwicklung der Inhalte wurde zunächst eine grobe thematische Gliederung für 18 Informationstafeln und je eine Titel- und Endtafel konzipiert. Deren Inhalte wur-den von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit Unterstützung von Lehr-amtsstudierenden zunächst als Textbausteine recherchiert und formuliert. Ergän-zende Grafiken, Abbildungen und Fotos zur vereinfachten visuellen Darstellung wur-den zusammengestellt bzw. von Bente Albrecht selbst gezeichnet.

Die inhaltliche Recherche zu wissenschaftlich fundierten Aussagen orientiert sich an einschlägiger internationaler und nationaler Literatur, insbesondere dem aktuellen Sachstandbericht des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC 2021), dem Nationalen Klimareport des Deutschen Wetter Dienstes (DWD, 2020), dem Deutschen Geoforschungszentrum des Helmholtz-Zentrum-Potsdam (2020), dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2020), dem Hamburger Klimabericht von Storch et al. (2018), dem Umweltbundesamt (2021) und vielen weiteren.

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

Überdies wurden weiterführende Referenzen und Verweise hinter QR-Codes angelegt. Ferner wurden themenübergreifende Illustrationen und ein Designkonzept entwickelt. Schlussendlich wurde jede einzelne Informationstafel mit Microsoft Power Point und Procreate grafisch gestaltet und druckfertig konzipiert. Um einen inhaltlichen Überblick zu den grundsätzlichen und relevanten Erkenntnissen zum Klimawandel zu geben, werden im Folgenden die Kernaussagen der 18 Informationstafeln der Ausstellung dargestellt. Diese sind sortiert nach den drei Themenschwerpunkten Ursachen (blau), Folgen (rot) und Perspektiven (grün).⁴

Thema der Informationstafel	Kernaussage
<i>Die Klimageschichte der Erde</i>	Seit der Entstehung der Erde vor circa 4,6 Milliarden Jahren hat sich das Klima durch natürliche Ursachen extrem verändert. Erst vor ca. 11.700 Jahren entwickelten sich stabile Lebensbedingungen, die den Menschen vermutlich sesshaft werden ließen.
<i>Klimawirksame Gase und der Treibhauseffekt</i>	Das lebensfreundliche Klima der Erde wird durch drei Faktoren beeinflusst: die Intensität der Sonneneinstrahlung, den Anteil der von der Erdoberfläche zurückgestrahlten Strahlung und klimawirksame Treibhausgase in der Atmosphäre. Durch den Menschen werden so viele Treibhausgase in die Atmosphäre gebracht, dass das Klimasystem zunehmend aus dem Gleichgewicht gerät. Der aktuelle Klimawandel ist die Folge.
<i>Klima & Ozeane</i>	Eine Folge des Klimawandels ist der globale Anstieg des mittleren Meeresspiegels. Das Wasser dehnt sich mit zunehmender Temperatur aus und die schmelzenden Gletscher und Eisschilde ganzer Kontinente fügen dem Ozean Wasser hinzu. Der Meeresspiegel wird selbst nach dem Stopp der Emissionen für mehrere Jahrhunderte weiter steigen, was an der Trägheit des Klimasystems liegt.
<i>Natürliche Ursachen für den Klimawandel</i>	Das Klima wird auch durch natürliche Ursachen wie die Intensität der Sonneneinstrahlung, die Reflektionskraft von Eisflächen und dem natürlichen Vorkommen von Treibhausgasen beeinflusst.

⁴ Die zusammenfassenden Tabellen sind dem Begleitheft für Lehrkräfte der Homepage „Der Norden taucht ab“ entnommen.
Link: <https://www.uni-flensburg.de/biologie/forschung-projekte/der-norden-taucht-ab-materialien-zum-download>

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

<i>Der Faktor Mensch</i>	Es ist wissenschaftlich belegt, dass der Mensch vor allem durch den Ausstoß von Treibhausgasen zum Klimawandel beiträgt.
<i>Teufelskreise im Klimasystem</i>	Positive Rückkopplungseffekte, wie zum Beispiel das Auftauen von Permafrostböden oder das Schmelzen von Polareis, verstärken den Klimawandel enorm.
<i>Modelle für das Klima der Zukunft</i>	Klimamodelle sagen die Entwicklung des Erdklimas voraus. Jedoch treffen sie nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu, da das Klima von multiplen Faktoren abhängt.

Thema der Informationstafel	Kernbotschaft
<i>Folgen des Klimawandels</i>	Die Folgen des Klimawandels sind vielfältig und regional unterschiedlich. Sie betreffen sowohl das Wetter als auch die Natur, die Gesundheit, Nahrungsmittelbeschaffung und den gesamten Lebensraum von Mensch und Tier.
<i>Wird das Wetter immer extremer?</i>	Der Anstieg an extremen Wetterereignissen, der in den letzten Jahren verzeichnet werden konnte, lässt sich auf den Klimawandel zurückführen.
<i>Verschiebung der Klimazonen und Klimamigration</i>	Der Klimawandel beeinflusst die Klimazonen und auch die Jahreszeiten. Daraus kann eine Zerstörung des Lebensraumes von Mensch und Tier resultieren, der diese dazu zwingt, sich einen neuen Ort zum Leben zu suchen.
<i>Klimawandel und Artenvielfalt</i>	Der Klimawandel beeinflusst auch die Tier- und Pflanzenwelt. Schaffen die Arten es nicht, sich an die Veränderung ihres Lebensraumes anzupassen, werden sie aussterben.
<i>Klimawandel in Norddeutschland</i>	Der Klimawandel resultiert in Norddeutschland vor allem in einen Meeresspiegelanstieg, zunehmenden Winterniederschlag und längere Trockenperioden im Sommer.
<i>Klimagewinner</i>	Sogenannte Klimagewinner erfahren zunächst positive Auswirkungen durch den Klimawandel. Zu diesen gehören Grönland, die Schifffahrtsbranche und auch einige Insekten.

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

Thema der Informationstafel	Kernbotschaft
<i>Die Zukunft liegt in unseren Händen</i>	Die Menschen selbst können und müssen dazu beitragen, den Klimawandel einzudämmen. Jedoch lassen sich gar nicht mehr alle Schäden beheben, weshalb es um so wichtiger ist, jetzt Verantwortung zu übernehmen.
<i>Auf dem Weg zu einer klimafreundlicheren Wirtschaft</i>	Die verschiedenen Wirtschaftsbereiche dieser Welt sind einerseits stark vom Klimawandel betroffen, jedoch sind auch viele von ihnen dafür verantwortlich. Es stehen verschiedene Handlungsoptionen zur Verfügung.
<i>Geoengineering – Ein Plan B zur Rettung der Erde?</i>	Der Begriff Geoengineering beschreibt verschiedene Technologien, das Klimasystem künstlich zu manipulieren und so das Klima abzukühlen. Es wird zwischen Methoden zur Veränderung der Sonneneinstrahlung und Methoden zum Abbau von CO ₂ aus der Atmosphäre unterschieden.
<i>Anpassungsstrategien im Küstenschutz</i>	Die Küsten entlang des Wattenmeeres sind stark vom Klimawandel bedroht, da die natürliche Schutzfunktion des Watts durch den steigenden Meeresspiegel bedroht wird. Sedimentaufschüttung, Deichöffnungen und Tidelagungen sollen hier Abhilfe schaffen.
<i>Was können wir tun?</i>	Es gibt zahlreiche Möglichkeiten – neben der politischen Veränderung, die nötig ist – den individuellen Alltag klimaschonender zu gestalten. In fast jedem Lebensbereich ergeben sich Möglichkeiten, Emissionen zu verringern und klimafreundlich zu handeln.

Diese stark verkürzt dargestellten Kernaussagen dienen jedoch nur einem ersten Themenüberblick. Erst durch weitere Kurztexte, passende Grafiken, Bilder und Illustrationen sowie durch die gesamte Auseinandersetzung, mit der weiterhin sehr kompakt formulierten Thematik auf den Ausstellungstafeln können die wissenschaftlichen Fakten und Argumente als umfassende, leicht verständliche Informationsquelle verstanden werden.

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

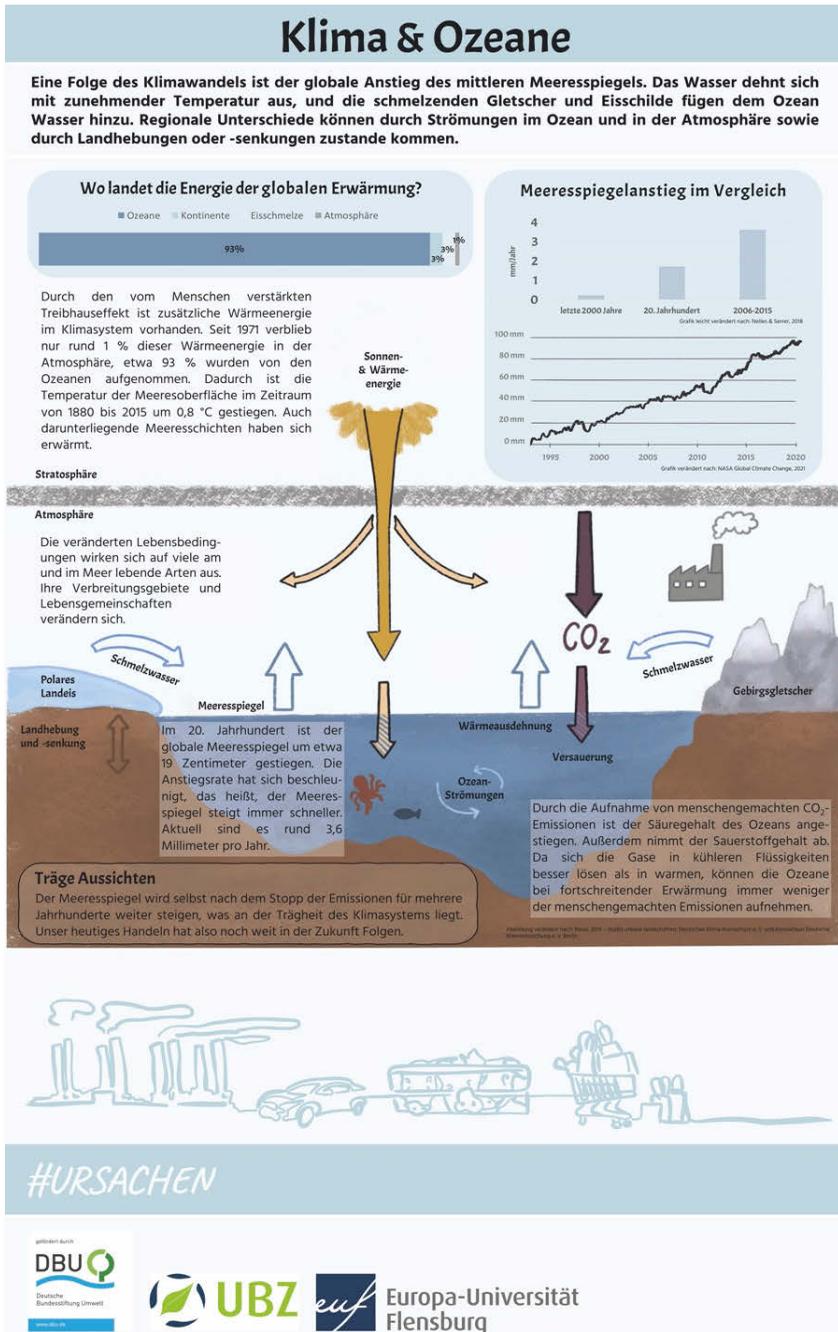


Abbildung 7: Beispieltafel zum Themenbereich „Ursachen“

2. Entwicklung und Konzept der Ausstellungstafeln

Die Zukunft liegt in unseren eigenen Händen

Die menschliche Verantwortung für den aktuellen Klimawandel kann nicht mehr geleugnet werden. Nun gilt es, Konsequenzen zu ziehen. Wir alle können dazu beitragen, den Klimawandel zu begrenzen. Dazu müssen wir die Treibhausgasemissionen drastisch einschränken. Hierzu sind erhebliche Änderungen in unseren Gewohnheiten erforderlich. Einige davon werden wir als unbequem empfinden. Es wäre auch möglich, in die natürlichen geologischen Prozesse einzugreifen, um dem Klimawandel entgegenzuwirken. Das wäre jedoch mit schwerwiegenden ethischen, juristischen und politischen Fragen verbunden. Je zögerlicher und je weniger konsequent wir handeln, desto mehr werden wir mit Folgen des Klimawandels leben müssen.

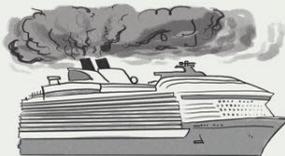
Verringerung der Emissionen von Treibhausgasen

Die Verringerung von Treibhausgasemissionen muss auf allen Ebenen stattfinden, von der Großindustrie bis zum Verhalten einzelner Menschen. Werden solche Maßnahmen konsequent umgesetzt, lässt sich der Klimawandel effektiv begrenzen.



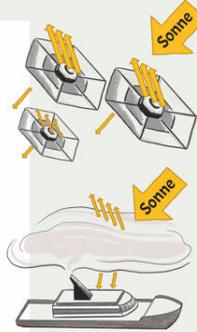
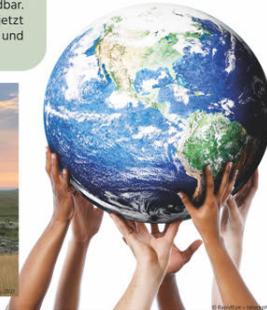
Eingriffe in das Klimasystem der Erde

Mit „Geoengineering“ oder „Climate Engineering“ werden menschliche Eingriffe in natürliche geologische Prozesse bzw. in das Klimasystem der Erde beschrieben. Darunter fallen verschiedene mögliche Maßnahmen wie der gezielte Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre, das Einbringen künstlicher Aerosole (Tröpfchen oder Schwebeteilchen) in die obere Atmosphäre oder die Installation riesiger Spiegel in Erdumlaufbahnen, die einen Teil des Sonnenlichts reflektieren. Maßnahmen, welche die gesamte Erde betreffen, können allerdings zu erheblichen Konflikten führen, wenn Kosten und Nutzen ungleich verteilt sind. In einigen Regionen könnten sie sich sogar negativ auswirken. Betroffene Länder würden solchen Maßnahmen dann kaum zustimmen.



Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Schon jetzt ist klar, dass wir mit Konsequenzen des Klimawandels werden leben müssen. Folgen wie zunehmende Extremwetterlagen, steigende Meeresspiegel und Verschiebungen von Klima- und Vegetationszonen sind bereits unvermeidbar. Je zögerlicher und inkonsequenter wir jetzt handeln, desto mehr Folgen werden wir und unsere Nachfahren ertragen müssen.



#PERSPEKTIVEN



Europa-Universität
Flensburg

Abbildung 8: Beispieltafel zum Themenbereich „Perspektiven“

3. Schulische Umsetzung

Anna-Lena Schimmelpfennig & Nicole Heuken

3.1 Unterricht

Die Umsetzung des Projektes innerhalb der Schule ist grob in vier Phasen einzuteilen. Als Erstes erfolgte der Wissenserwerb in Form einer Unterrichtseinheit. Im Anschluss daran sollten ausführliche Vorbereitungen und Planungen für den Exponatbau getroffen werden, an die sich der eigentliche Bau der eigens entwickelten Exponate anschließen konnte. Als Abschluss erfolgte das öffentliche Ausstellen und Präsentieren der Exponate entweder in der Schule oder an ausgewählten Ausstellungsorten. Gegebenenfalls war auch eine Präsentation in der Schule und am Ausstellungsort möglich.

Der Schulunterricht vor Beginn des Exponatbaus diente vor allem dazu, die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler mit dem vielschichtigen und überaus komplexen Thema Klimawandel, seinen Ursachen sowie Folgen und auch möglichen Perspektiven vertraut zu machen. Denn nur wenn die Thematik verstanden wurde, konnten eigeninitiativ Ideen entwickelt werden und sinnhafte Exponate gebaut werden. Der Einstieg in das Projekt bestand also zunächst einmal aus Wissensvermittlung. Auch an dieser Stelle sollten sich die Schülerinnen und Schüler einen Teil des Wissens selbst erarbeiten, indem sie beispielsweise in Kleingruppen an einzelnen Informationstafeln arbeiteten und diskutierten oder auch das von Studierenden entworfene Begleitmaterial zur Vertiefung nutzten.

Für den erleichterten Unterrichtseinstieg hat die Abteilung für Biologie und ihre Didaktik einen Reader über den Ablauf des Projektes erstellt, dem einzelne Stundenentwürfe zu entnehmen sind und nach Bedarf von der Lehrkraft genutzt werden konnten. Die Schulen konnten den Ablauf des Unterrichts und den Exponatbau nach eigenen Bedürfnissen und vor allem nach Wünschen der Schülerinnen und Schüler frei gestalten. Lediglich die Teilnahme an der Begleitforschung in Form von Fragebögen vor und nach der Unterrichtseinheit sollte nach Möglichkeit und bei vorhandener Genehmigung von allen Schulen erfolgen.

3. Schulische Umsetzung

Als Unterrichtseinstieg bot es sich zunächst an, das vorhandene Wissen der Schülerinnen und Schüler zu sammeln. Dazu sollten diese in stiller Einzelarbeit eine Concept-Map zum Thema Klimawandel anlegen und ihr gesamtes Vorwissen in dieser darstellen. Die Methode ist vor allem auch dazu geeignet, Beziehungen und Zusammenhänge durch beschriftete Pfeile darzustellen. Die Concept-Map-Methode sollte vor der Durchführung, wenn nicht bereits bekannt, erklärt und eingeübt werden. Die Methode ist nicht nur ein geeigneter Einstieg in viele Unterrichtseinheiten, sondern bietet sich zusätzlich als Forschungsmethode an, um festzustellen, ob und inwiefern ein Wissenszuwachs bei den Schülerinnen und Schülern durch die Teilnahme am Projekt erfolgt ist. Dazu wurde in der letzten Stunde des Projektes nochmals eine anonyme Concept-Map in Einzelarbeit angelegt und von der Lehrkraft eingesammelt. Ein dritter Vorteil dieser Methode ist, dass die Lehrkraft so durch das Besprechen und Einsammeln der Concept-Maps am Anfang der Einheit gut abschätzen kann, inwieweit die Klasse vorgebildet ist. Das ist vor allem deshalb notwendig, weil das Thema Klimawandel ein gesellschaftlich relevantes und überaus aktuelles Thema ist und sich gerade die jüngere Generation zum Teil schon aktiv mit dieser Thematik auseinandersetzt. Zudem ist es ein Thema, das fächerübergreifend in beispielsweise Geografie und Physik unterrichtet werden kann. In der ersten Doppelstunde sollte zum Zweck der Begleitforschung nicht nur die Concept-Map bearbeitet, sondern auch ein Fragebogen anonym und von jeder Schülerin und jedem Schüler online ausgefüllt werden.

In den darauffolgenden Stunden ging es darum, ein grundlegendes Wissen zu vermitteln, um die Schülerinnen und Schüler möglichst gut auf den Exponatbau vorzubereiten. Es bot sich an, mit grundlegenden Begriffserklärungen anzufangen: Was verstehen wir unter Klima? Wo ist der Unterschied zum Wetter und was ist mit Klimawandel gemeint? etc. Darüber hinaus sollten Ursachen und Folgen des Klimawandels erläutert werden. Hierzu konnten die Bücher *Kleine Gase – Große Wirkung: Der Klimawandel, Machste dreckig – Machste sauber. Die Klimalösung* von Nelles & Serrrer (2018; 2021), die Informationstafeln und das Internet genutzt werden. Die Klasse sollte dabei möglichst in Kleingruppen eingeteilt werden, in denen ein bestimmtes Thema behandelt werden sollte. Mögliche Themen waren hier beispielsweise: 1. Das Klimasystem und natürliche Einflussfaktoren auf unser Klima, 2. Anthropogene Einflussfaktoren, 3. Die Rolle der Kryosphäre, 4. Der Kohlenstoffkreislauf und Ozean und 4. Folgen des Klimawandels.

3. Schulische Umsetzung

Durch das eigenständige Recherchieren wird grundsätzlich selbstständiges Arbeiten gefördert und der Umgang mit verschiedenen Medien wird geschult. Darüber hinaus wird die Kommunikationsfähigkeit durch das Arbeiten in der Gruppe verbessert. Das anschließende Präsentieren fördert wiederum die Fähigkeit, Themen entsprechend zu erklären und darzustellen. Alternativ oder ergänzend, je nachdem wie viel Zeit für das Projekt eingeplant werden konnte, konnten die verschiedenen Themen auch mit dem Begleitmaterial der Studentinnen und Studenten der EUF erarbeitet werden. Der Einsatz des Begleitmaterials sowie die Unterrichtsstunden zum Projekteinstieg waren von der jeweiligen Schule frei zu entscheiden. Es konnte nach Bedarf auch eigener Unterricht entworfen werden oder der Unterricht konnte von der Abteilung für Biologie und ihre Didaktik oder Hilfskräften durchgeführt oder unterstützt werden. Alle bereitgestellten Materialien dienten lediglich der Orientierung für die durchführenden Lehrkräfte und boten ihnen einen Anhaltspunkt.

Zum Abschluss der inhaltlichen Erschließung des Themas war es vorgesehen, dass die Schülerinnen und Schüler die Informationstafeln frei und in ihrem eigenen Tempo anschauen und die QR-Codes erkunden. Dies ging sowohl digital als auch in Form einer in der Schule aufgebauten Ausstellung, die zunächst lediglich aus den Informationstafeln bestand.

An diese Phase des Unterrichts schloss sich die ausführliche Planung des Exponatbaus an. Insgesamt ist festzuhalten, dass das Projekt mit einer Kombination aus freiwilliger Eigenaktivität, sozialer Eingebundenheit und der Präsentation der eigenen Projekte sehr gut dazu geeignet ist, Bereitschaft zu persönlichem Engagement der beteiligten Schülerinnen und Schüler zu erreichen und so als Vorbild für andere zu dienen und schließlich eine nachhaltige Bewusstseinsveränderung zu bewirken.

3. Schulische Umsetzung

3.2 Vorbereitung der Bauphase

Die Exponate wurden von den Schülerinnen und Schülern zu Beginn theoretisch und selbstständig nach eigenen Interessen geplant. Die einzelnen Ideen, Konzepte und adäquaten Umsetzungsmöglichkeiten wurden gemeinsam besprochen. Es wurden zunächst Planungsskizzen angefertigt, die unter anderem Maßstäbe und wichtige Materialien enthielten. Im Anschluss daran wurden detaillierte Materiallisten erstellt. Die Schülerinnen und Schüler haben durch die jeweilige Lehrkraft Informationen und Anregungen für Materialien erhalten. Im Vordergrund standen hier nachhaltige und recycelte Materialien, wie Toilettenpapierrollen, die die Schülerinnen und Schüler auch von zu Hause mitbringen konnten. Für einige Exponate mussten zusätzlich Materialien bestellt werden.

Meist waren dies Sperrholzplatten, Pappe, Farbe, kleinere Plastikobjekte, Plexiglas-kuppeln zum Nachstellen der Atmosphäre und weitere Baumaterialien. Die Lehrkräfte begleiteten diese gesamte Phase und waren für Fragen und Absprachen sowie für Anregungen zu den Exponatideen und der baulichen Umsetzung dieser zuständig. Teilweise wurden die durchführenden Lehrkräfte zusätzlich von Hilfskräften, die diese besonders intensive und überaus wichtige Phase unterstützten, begleitet.

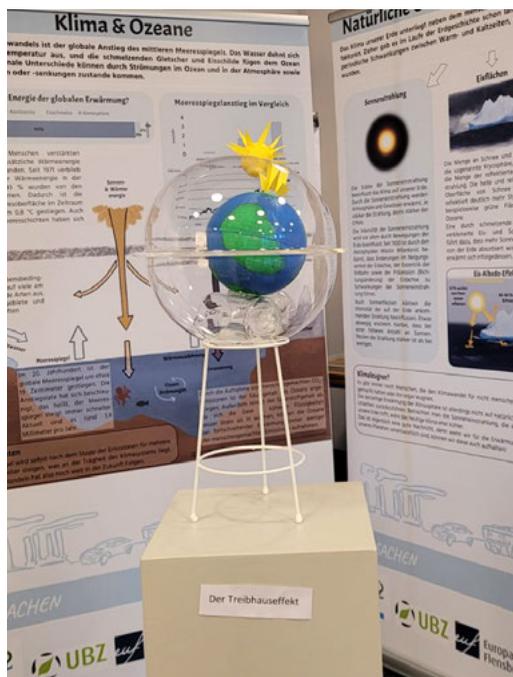


Abbildung 9: Exponat Treibhauseffekt I (Schimmelpfennig, 2022)

3. Schulische Umsetzung

3.3 Bau der Exponate

Das interdisziplinäre Thema und die damit einhergehende Darstellung des Phänomens Klimawandel in Form eines modellhaften Exponats fördert den Erkenntnisgewinn in großem Maße. Die Schülerinnen und Schüler erlangen eine Modellkompetenz, die einhergehend mit den Fachanforderungen der Naturwissenschaften ist. Schlussendlich sind sie in der Lage, anhand der Modelle Zusammenhänge auf unterschiedlichen Ebenen darzustellen und zu erklären, aber auch die Grenzen der eigenen Umsetzung aufzuzeigen (Ministerium für Schule und Berufsbildung des Landes Schleswig-Holstein, 2014).

Die einzelnen Exponate sollten sich auf eine individuelle Art und Weise mit dem Klimawandel beschäftigen. So wurde unter anderem der Treibhauseffekt, das Schmelzen der Gletscher, aber auch Fabriken oder moderne, energieeffiziente Häuser, Solarwindräder sowie der Meeresspiegelanstieg im Wattenmeer nachgestellt und gebaut. Gerne wurden auch Erden erstellt, die eine Zerstörung des Planeten durch den Menschen darstellen.



Abbildung 10: Bau der Exponate im FabLab (Heuken, 2021)



Abbildung 11: Bauphase an der Kurt-Tucholsky-Schule (Kühl, 2022)

3. Schulische Umsetzung

Die Exponate wurden schließlich nach der Planungsphase mit Hilfe von Heißklebepistole, Sägen, Hammer und Nagel, Bohrmaschine und Montagekleber zusammengesetzt. Der Prozess wurde von den Lehrerinnen und Lehrern sowie Tutorinnen und Tutoren des Projekts unterstützt und begleitet. Das Goethe-Gymnasium Flensburg hat die Exponate im FabLab IDEENREICH der Hochschule Flensburg konzipiert und gebaut. In dieser Einrichtung hatten die Schülerinnen und Schüler zusätzlich Unterstützung von Studierenden und Projektmitarbeiterinnen und Projektmitarbeitern der Hochschule Flensburg. Mit 3D-Druckern, einem Lasercutter sowie elektronischem Equipment konnten hier einzigartige Exponate erstellt werden.



Abbildung 12: Exponatbau im FabLab (Schimmelpfennig, 2021)

3. Schulische Umsetzung

3.4 Schulen

Die **Comenius-Schule Flensburg** ist eine Gemeinschaftsschule ohne gymnasiale Oberstufe im Norden von Flensburg. Das Motto der Schule ist *„Wir leben Vielfalt und lernen vielfältig“* (Comenius-Schule Flensburg, 2022). Sie hat am Projekt mit einer 7. und 9. Klasse teilgenommen. Die Exponate der 9. Klasse wurden in der Phänomenta Flensburg ausgestellt und von den Schülerinnen und Schülern dort besucht.

Das **Gymnasium Goethe-Schule Flensburg** liegt östlich der Förde mit einem imposanten Blick über die Stadt. Das Motto *„Immer auf der Höhe!“* (Goethe-Schule Flensburg, 2022) spricht auch für die vielfältigen Möglichkeiten und Programme, die diese Schule umsetzt. Das Projekt wurde im Wahl-Pflicht-Unterricht Naturwissenschaften der 9. Klassen über ein halbes Schuljahr durchgeführt. Besonders hervorzuheben war dort die Vernetzung mit der Hochschule Flensburg und dem FabLab IDEENREICH, in dem die technisch versierten Exponate entstanden sind. An einem gemeinsamen Nachmittag wurden mit einigen Eltern der Schülerinnen und Schüler die Exponate in der Phänomenta Flensburg bestaunt und von den Entwicklerinnen und Entwicklern vorgestellt.

„Die Kurt-Tucholsky-Schule Flensburg ist eine fünfzügige Gemeinschaftsschule mit gymnasialer Oberstufe [...]“ (Kurt-Tucholsky-Schule Flensburg, 2022). Sie liegt im Osten von Flensburg und bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit neben dem ESA und MSA auch die Fachhochschulreife oder das Abitur abzulegen. Das Projekt wurde in der 11. Klasse mit zwei Kursen durchgeführt. Die Exponate wurden anschließend im Wattforum und in der Seehundstation ausgestellt (Kurt-Tucholsky-Schule Flensburg, 2022).

Die **Gemeinschaftsschule Husum Nord** liegt im Landkreis Nordfriesland an der Nordsee. Die Schule verfügt über einen umfassenden medialen Auftritt und zeigt sich modern und projektorientiert. Die Umsetzung in der Schule fand in zwei 8. Klassen statt und wurde im Multimar Wattforum und in der Seehundstation Friedrichskoog ausgestellt (Gemeinschaftsschule Husum Nord, 2022).

3. Schulische Umsetzung

Die **Gemeinschaftsschule in Bredstedt** liegt ebenfalls im Landkreis Nordfriesland und sieht sich als ein „Ort der Gemeinschaft“ (Gemeinschaftsschule Bredstedt, 2022). In der ländlich gelegenen Schule wurde das Projekt in zwei 7. Klassen durchgeführt. Die Texttafel-Ausstellung wurde in der Schule im großen Musikraum präsentiert und später durch die Schüler-Exponate ergänzt. Zusätzlich wurden die entwickelten Exponate in Friedrichskoog ausgestellt.

Die letzte Schule des Projekts ist die **James-Krüß-Schule auf der Insel Helgoland**. Die Schule zeichnet sich aufgrund der kleinen Schülerzahl durch die kompetenzorientierte, individuelle Förderung der Schülerinnen und Schüler im jahrgangsübergreifenden Unterricht aus. Aufgrund dieser Besonderheit wird es als „*Helgoländer Weg des Lernens*“ (James-Krüß-Schule Helgoland, 2022a) bezeichnet. Das Projekt wurde von August bis November 2022 jahrgangsübergreifend mit Schülerinnen und Schülern der 7. und 8. Klasse durchgeführt und die Ausstellung wurde im Atrium der Schule gezeigt (Helgoland, 2022b).



Abbildung 13: Ausstellung der Informationstafeln Helgoland (Heimbach, 2022)

4. Ausstellungen

Nicole Heuken & Anna-Lena Schimmelpfennig

Die Informationstafeln wurden an insgesamt vier verschiedenen Standorten in Schleswig-Holstein öffentlich präsentiert: 1. Europa-Universität Flensburg, 2. Phänomena Flensburg, 3. Multimar Wattforum Tönning und 4. Seehundstation in Friedrichskoog. An diesen unterschiedlichen Ausstellungsorten wurden die Informationstafeln sowie größtenteils auch die Begleitausstellungen der Schulen einem sehr verschiedenen Besuchspublikum zugänglich gemacht. So konnten die Leitgedanken des Projektes möglichst vielen Menschen nähergebracht werden und die Aufmerksamkeit für Themen wie Umweltschutz und Nachhaltigkeit gefördert werden.

Bei der Erstellung der Ausstellung wurde auf verschiedene Faktoren geachtet, die dazu beitragen, dass die Ausstellung positiv wahrgenommen wird und eine gelungene Möglichkeit der Umweltbildung darstellt. Bei den Informationstafeln, die insgesamt eine große Menge an Informationen enthalten, wurde versucht, die Thematik möglichst kompakt und einfach aufzubereiten, sodass die Schülerinnen und Schüler sowie alle anderen Besucherinnen und Besucher möglichst viele Inhalte mitnehmen können. Um die Tafeln optisch ansprechend zu gestalten, wurden zudem eine wiederkehrende Farbe sowie wiederkehrende grafische Elemente für die unterschiedlichen Themenbereiche verwendet, die der Orientierung dienen sollen. Der Einsatz von Farben, Grafiken, Bildern und Fotos lockert die Informationstafeln auf und führt dazu, dass der Leser sich länger und intensiver mit den Informationstafeln auseinandersetzt (Waidacher, 1999; Mergen, 2016). Die QR-Codes auf den Informationstafeln binden zudem digitale Medien, die gerade von der jüngeren Generation gerne genutzt werden, mit ein. Diese digitalen Medien bieten häufig einen erleichterten Zugang zu komplexen Themen, wirken motivierend, steigern das Interesse und vertiefen schließlich das Verständnis (Aumann & Dürr, 2014; Falk & Dierking, 2013; Mergen, 2016). So wird der Fokus nicht nur auf die Texte gelenkt, sondern auch auf zusätzliche Informationen, Videos und interessante oder erstaunliche Fakten zum Thema Klimawandel. Leserinnen und Leser, die nicht gerne lesen oder nicht gut lesen können, können sich auf diese Weise mit der Thematik auseinandersetzen.

4. Ausstellungen

Die Exponate der Schülerinnen und Schüler steigern zusätzlich das Interesse und fördern eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Thema Klimawandel. Originale und Anschauungsobjekte sind das zentrale Mittel in der musealen Vermittlung (Korff & Roth, 1990). Auch Besucherstudien zeigen, dass Anschauungsobjekte eine der beliebtesten Exponattypen sind. Besucher kommen häufig in Museen, um sich etwas Besonderes oder Seltenes anschauen zu können (Falk & Dierking, 2013). Daher gelingt es durch unterschiedlichste Anschauungsobjekte, die beispielsweise den Meeresspiegelanstieg oder die Veränderungen auf unserem Planet Erde darstellen, Informationen anzubieten, die über die Texttafeln hinaus gehen und verschiedene Sinne und Lernzugänge anbieten. Denn Texttafeln sind, wenn auch zentrale Mittel einer Ausstellung (Waidacher, 1999), für viele Museumsbesucherinnen und -besucher eine wichtige Möglichkeit, Hintergrundinformationen zu den verschiedenen Exponattypen zu bekommen (Noschka-Roos, 1994). Zunächst weckt allerdings oftmals das Exponat das Interesse, die Tafeln zu lesen. Gerade jüngere Schülerinnen und Schüler können sich nicht so lange auf Texte konzentrieren, wie es für das Erfassen

der Informationstafeln nötig wäre. Durch das Ausstellen der Exponate wird auch den Personen, die entweder gar nicht oder noch nicht so gut lesen können, ein Zugang zur Thematik geboten.



Abbildung 14: Ausstellungsüberblick Phänomenta (Heuken, 2022)

4. Ausstellungen

Insgesamt wurden die Exponate an den unterschiedlichen Ausstellungsorten so arrangiert, dass sie möglichst thematisch zu den in der Nähe befindlichen Tafeln passen. Zudem wurde, wenn möglich auch darauf geachtet, dass sich immer mehrere Personen zur selben Zeit ein Exponat anschauen können. Auf diese Weise wird auch bei einer relativ zur Textmenge geringen Anzahl an Exponaten ermöglicht, dass Wartezeiten verringert werden und Kommunikation an den Exponaten der Schülerinnen und Schüler ermöglicht wird. Das Einbinden von Interaktivität, die nachweislich ein Publikumsmagnet ist und in der Lage ist, das Interesse, die Aufmerksamkeit und das Lernen zu fördern (Falk et al., 2004; Gillmann, 2016; Nettke, 2016), gelang nur in sehr seltenen Fällen. Wenn ein geringes Maß an Interaktivität durch das Nutzen der Exponate möglich war, konnten eher einfache Handlungen, wie das Betätigen eines Knopfes oder eines Hebels, der eine gewisse Aktion am Exponat auslöst, durchgeführt werden (s. Abb. 15).



Abbildung 15: Exponat Meeresspiegelanstieg (Schimmelpfennig, 2022)

4. Ausstellungen

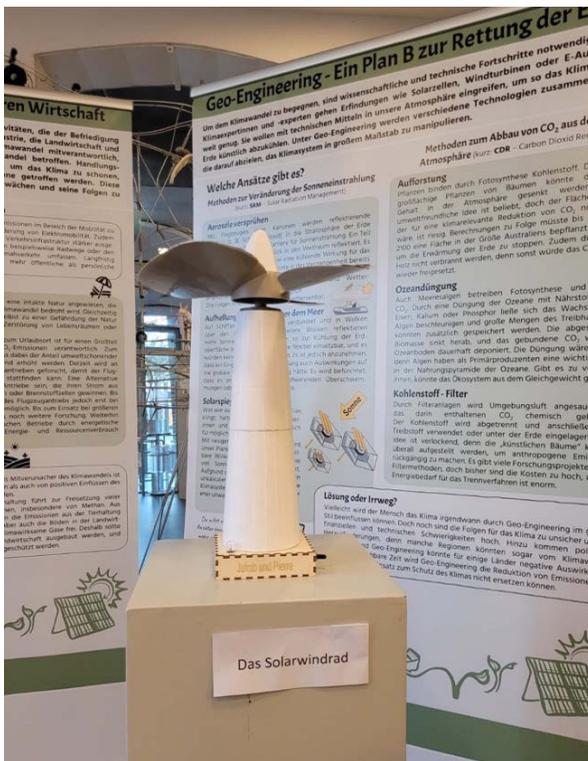


Abbildung 16: Exponat Solarwindrad (Heuken, 2022)

ven für unsere gemeinsame Zukunft. Da das Thema Klimawandel jeden Menschen auf der Erde betrifft, ist ein starker Lebensweltbezug gegeben. So bieten sich für alle Besucherinnen und Besucher verschiedene Anknüpfungspunkte. Der Lebensweltbezug ist nicht nur für nachhaltiges Lernen essenziell, sondern führt auch oftmals dazu, dass Ausstellungen positiv bewertet werden und nachhaltig zum Nachdenken anregen (Gries 1996; Gillmann, 2016).

Das Besondere an der Klima-Ausstellung beruht zudem auch darauf, dass es sich bei dieser Ausstellung um keine von Kuratoren inszenierte Ausstellung handelt, sondern eine von Schülerinnen und Schülern geprägte Zurschaustellung der eigenen Leistung ist.

Das Bauen anspruchsvoller und wirklich interaktiver Exponate wäre im schulischen Kontext und in der eingepflanzten Zeitspanne mit den vorhandenen Mitteln nicht umsetzbar gewesen. Die Interaktion und die interaktive Komponente in der jeweiligen Ausstellung entsteht daher eher auf der Kommunikationsebene, die ebenso belebend und motivierend wirken kann. Das äußerst vielschichtige Thema Klimawandel bietet zahlreiche Möglichkeiten des Austauschs, von verschiedenen Strategien der Folgenminderung bis hin zu den verschiedenen Folgen und Perspekti-

4. Ausstellungen

Die Exponate zeigen Erwachsenen, was für die Kinder und Jugendlichen am Erstaunlichsten und am Erschreckendsten am Klimawandel ist und zeigen den Klimawandel durch ihre Augen. Dieser Perspektivwechsel kann spannend sein und ein besonderes Erlebnis für Erwachsene darstellen. Für die Schülerinnen und Schüler war es ebenso interessant und lehrreich zu sehen, was andere gebaut haben und mit welchen Themen sich diese auseinandergesetzt haben.

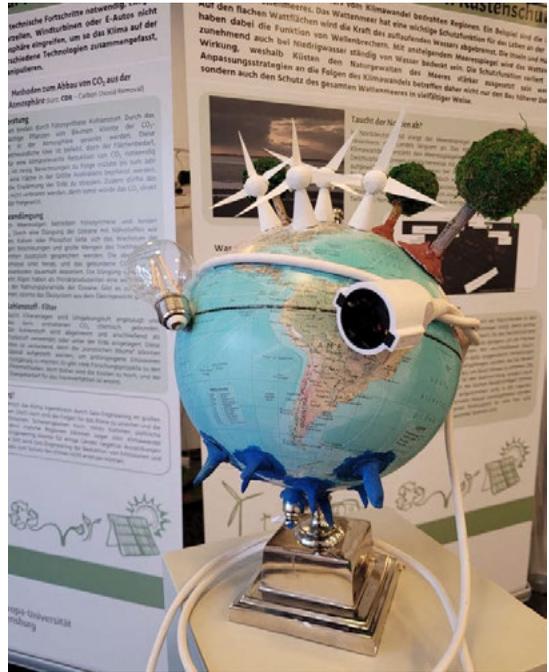


Abbildung 17: Exponat perfekte Erde (Schimmelpfennig, 2022)



Abbildung 18: Exponat Treibhauseffekt II (Heuken, 2022)

4. Ausstellungen

4.1 Ausstellungsorte



Abbildung 19: Exponat schmelzender Gletscher (Heuken, 2022)

Die Informationstafeln wurden zunächst vor Beginn der Arbeit mit den Schulen vom 29.11.21 bis zum 6.12.21 in einem hochfrequentierten Bereich der Europa-Universität ausgestellt. Die Ausstellung sollte vor allem Studierende und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Europa-Universität Flensburg über den Klimawandel informieren und so zum Nachdenken über diesen sowie das eigene Handeln anregen.

Im Anschluss an diese Ausstellungszeit wurden die Tafeln in die Phänomenta transportiert und dort vom 6.12.22 bis zum 17.2.22 in einem separaten Raum gezeigt. Die Phänomenta Flensburg ist ein Science-Center im Herzen der Altstadt Flensburgs.



Abbildung 20: Exponat Halligen (Schimmelpfennig, 2022)

Besucherinnen und Besucher erfahren naturwissenschaftliche Phänomene durch die über 170 interaktiven Exponate, welche besonders zum Hantieren und Berühren einladen. Die Phänomenta hat in Schleswig-Holstein ein regionales Alleinstellungsmerkmal und ist für Jung und Alt eine beliebte Einrichtung im Zuge der Freizeitgestaltung und regelmäßiger Anlaufpunkt für Schulen (Phänomenta Flensburg, 2022).

4. Ausstellungen

In der Phänomenta wurde die Tafelausstellung auch zum ersten Mal durch Exponate der Comenius-Schule und der Goethe-Schule Flensburg ergänzt. Die fertige Ausstellung wurde sowohl den Schülerinnen und Schülern als auch einigen Eltern präsentiert und die eigenen Werke und die Exponate der Mitschülerinnen und Mitschüler wurden mit großer Begeisterung bestaunt.

Der zweite Ausstellungsort war das Multimar Wattforum in Tönning (2.6.22–27.06.22). Das Wattforum Tönning ist eine Einrichtung des Nationalpark Wattenmeers und besticht durch seine interaktive Erlebnisausstellung, welche sich thematisch mit den unterschiedlichen Lebensräumen und Tieren des Weltnaturerbes Wattenmeers beschäftigt. Die faszinierende Unterwasserwelt mit den großen Aquarien, aber auch der lebensechte, imposante Pottwalbulle, der Modell und Skelett zugleich ist, sind im größten Besucherzentrum des Nationalparks hervorzuheben. Zudem werden dort der Mensch, die Fischerei sowie das Zusammenleben von Mensch und Natur im Kontext von Ebbe und Flut thematisiert (Wattforum, 2022a,b). Auch hier wurden die Informationstafeln in einem von der restlichen Ausstellung separierten Raum zunächst ohne Exponate ausgestellt und später durch Exponate der Kurt-Tucholsky-Schule Flensburg (22.6.22 bis zum 27.6.22) und der Gemeinschaftsschule Husum Nord (24.6.22 bis zum 27.6.22) ergänzt.



Abbildung 21: Blick in die Ausstellung Multimar Wattforum (Heuken, 2022)

4. Ausstellungen

Zum Abschluss des Projektes wurden die Informationstafeln gemeinsam mit Exponaten der Schule in Husum und der Gemeinschaftsschule Bredstedt mehrere Monate in einem zukünftigen Ausstellungsort der Seehundstation Friedrichskoog gezeigt (1.7.22 bis zum 18.9.22). Ab dem 30.9.22 wurden dort erneut ausgewählte Exponate verschiedener Schulen gemeinsam mit den Informationstafeln präsentiert, da die Ausstellung gut von den Besucherinnen und Besuchern angenommen wurde.



Abbildung 22: Ausstellung Schule Bredstedt (Specht, 2022)

4. Ausstellungen

Die Seehundstation Friedrichskoog ist eine fest etablierte Einrichtung an der Nordseeküste Schleswig-Holsteins, welche sich dem Schutz der heimischen Robbenarten verschrieben hat. Nicht nur bekannt aus Film und Fernsehen ist sie Bildungseinrichtung, Aufzuchtstation und Informationszentrum und ist für ihre Seehunde und Kegelrobben bekannt. Neben Dauerhaltung und Training werden in der Seehundstation Friedrichskoog auch verletzte Tiere und Heuler versorgt und wieder ausgewildert. Zudem wird im Ausstellungsbereich auf spannende Art und Weise über Robben berichtet (Seehundstation Friedrichskoog, 2022a,b,c).

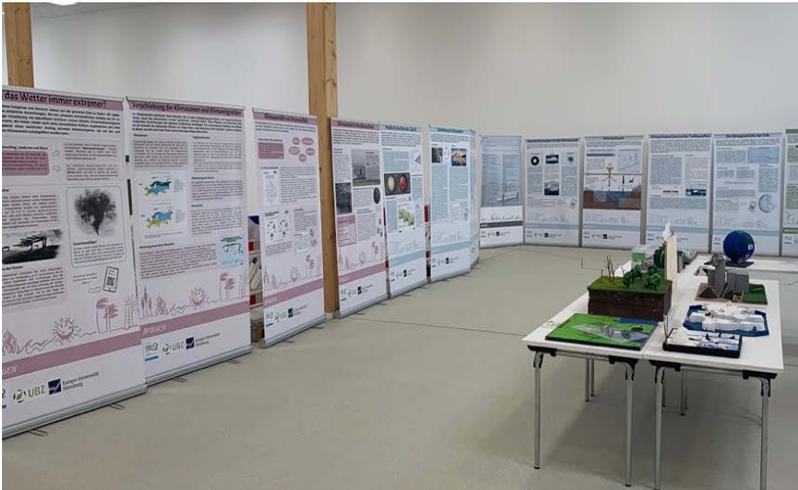


Abbildung 23: Ausstellungsüberblick Seehundstation Friedrichskoog
(Seehundstation Friedrichskoog/Koch, 2022)

Innerhalb der unterschiedlichen Schulen, aber auch in den Ausstellungs-Einrichtungen, haben die Lehrerinnen und Lehrer sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als regionale Multiplikatoren für unser Projekt fungiert und das Thema Klimawandel im Norden innerhalb der Schulen und Einrichtungen ins Gespräch gebracht. Zudem haben sich die Lehrerinnen und Lehrer an den Schulen vernetzt und standen mit der Universität in regem Austausch. Auf diese Weise wurden Brücken zwischen beiden Bildungsinstitutionen gebildet, Theorie und Praxis eng miteinander verzahnt und der regionale Umweltgedanke verbreitet.

5. Einbettung in den universitären Kontext

Andreas Christian

Fortgeschrittene Lehramtsstudierende verfügen bereits über hinreichende Kenntnisse und Erfahrungen, um komplexe wissenschaftliche Sachverhalte selbstständig zu ergründen und didaktisch aufzubereiten. In unserem Projekt spielten Lehramtsstudentinnen und -studenten der Europa-Universität Flensburg eine zentrale Vermittlerrolle zwischen Wissenschaft und Schule. Dabei wurden zwei Jahrgänge des Masterstudiums im Fach Biologie für das Lehramt der Sekundarstufe I nahezu vollständig in das Projekt eingebunden. Die Thematik eignete sich hervorragend für Projektarbeiten, Kolloquien und Abschlussarbeiten.

Im ersten Projektjahr wurden Studentinnen und Studenten vor allem mit der Aufgabe betraut, Inhalte zu recherchieren und Prototypen für die Informationstafeln der Wanderausstellung zum Klimawandel zu entwerfen. Später lagen ihre Aufgaben hauptsächlich in der Entwicklung von ergänzenden Unterrichtsmaterialien und Unterrichtskonzepten auf der Basis der inhaltlichen Vorarbeiten. Im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten erfolgten praktische Umsetzungen und Erprobungen an Schulen.

Einige besonders interessierte und engagierte Studentinnen und Studenten wurden als Hilfskräfte engagiert, um die Präsentation des Projektes an den verschiedenen Ausstellungsorten zu unterstützen und zum Teil auch, um die Umsetzung in den Schulen zu begleiten.

Bewährten motivationspsychologischen Prinzipien folgend wurde es den Studentinnen und Studenten ermöglicht, ihre Entwicklungsprojekte mit einem hohen Grad an Selbstbestimmtheit innerhalb selbst gewählter Kleingruppen durchzuführen und fachlich-didaktische Kompetenz durch fokussiertes Erarbeiten ausgewählter Unterthemen zu erleben. Diese Prinzipien hatten sich schon in der Vergangenheit in unserer universitären Lehre bewährt. Beim aktuellen Projekt kam zur Kompetenzerfahrung ein wesentlicher Punkt hinzu:

5. Einbettung in den universitären Kontext

Die inhaltliche Beschäftigung mit dem Klimawandel und seine praktische Aufarbeitung für den Schulunterricht traf bei vielen auf Vorinteresse und wurde als unmittelbar bedeutsam für die spätere Berufstätigkeit als Lehrerin oder Lehrer empfunden.



Abbildung 24: Anna-Lena Schimmelpfennig (re.) und Studentin beim Aufbau der Ausstellung in Bredstedt (Heuken, 2022)

5.1 Begleitmaterial & studentische Arbeiten

Nicole Heuken & Anna-Lena Schimmelpfennig

Innerhalb der universitären Lehre wurden im Zuge verschiedener Seminare und einiger Abschlussarbeiten Begleitmaterialien zum Projekt entwickelt. Durch die Vernetzung des Projektes mit universitärer Lehre gelang es nicht nur, die Schulen einzubinden und dort Umweltbildung und Aufklärung über den Klimawandel zu betreiben, sondern auch das Bewusstsein der Studierenden zu fördern und diesen wichtige Erkenntnisse zum Klimawandel näherzubringen. Auch bei den Studentinnen und Studenten wurde durch das kreative und weitestgehend freie Arbeiten die Motivation gefördert und eine möglichst intensive Auseinandersetzung mit dem Thema unterstützt. Diese Faktoren können dazu beitragen, dass das eigene Handeln überdacht wird und sich Einstellungen und Verhaltensweisen nachhaltig ändern. Die fertigen studentischen Arbeiten werden zum Teil auf der Homepage „Der Norden taucht ab“ zum Download bereitgestellt. Um eine Orientierung zu bieten, werden die Materialien im Reader für Lehrkräfte kurz vorgestellt, der ebenfalls zum Herunterladen auf der Homepage zu finden ist.

Das Material umfasst verschiedenste Themenbereiche, wie unseren alltäglichen Konsum oder den Einfluss des menschlichen Handels auf den Klimawandel. Insgesamt bieten die verschiedenen Materialien Hilfestellungen für den Schulunterricht und können das Wissen der Schülerinnen und Schüler ergänzen oder vertiefen. Es handelt sich um verschiedene Stationenarbeiten, in denen die Klasse teilweise mit Einsatz des Internets Wissen eigenständig erwerben kann, oder um verschiedene Spiele, in denen das eigene Wissen überprüft und spielerisch erweitert werden kann. So gelingt es, den Unterricht kreativ und abwechslungsreich zu gestalten.

Das Material ist vielfältig und bietet unterschiedliche Sozial- und Lernformen. Mit den verschiedenen Spielen kann sowohl eine ganze Unterrichtsstunde gefüllt werden als auch eine kurze Unterbrechung und eine Art spielerische Erholungsphase im Unterricht gestaltet werden. Die Lernhefte füllen in der Regel mindestens eine Doppelstunde aus.

5. Einbettung in den universitären Kontext

Im Folgenden werden die verschiedenen Materialien übersichtlich in einer Tabelle dargestellt.⁵ Unter folgendem Link können die Materialien sowie die Informationstafeln eingesehen und heruntergeladen werden:

Link: <https://www.uni-flensburg.de/biologie/forschung-projekte/der-norden-taucht-ab-materialien-zum-download>

Name	Art	Personenanzahl	Altersstufe	Dauer
<i>Black Klima Stories</i>	Rätselspiel	Mindestens 2	Ab 14 Jahren	Pro Runde etwa 5 Minuten
<i>Das Geheimnis der Forschungsstation</i>	Exit-Spiel	3-5 Spieler	Ab Klasse 8	45 Minuten
<i>Klima-Quiz</i>	Quiz	2-4 Spieler	Ab Klasse 8	25-30 Minuten
<i>Klimabilanz unserer Lebensmittel</i>	Happy Peter (Spiel)	3-4 Spieler	Ab Klasse 8	20-30 Minuten
	Stechen (Spiel)	2 Spieler		
	Quartett (Spiel)	3-4 Spieler		
<i>Wir werben für unser Klima</i>	Projektheft zur Filmerstellung	beliebig	Ab Klasse 8	Mehrere Unterrichtsstunden
<i>Die verfluchte Expedition</i>	Exit-Spiel	2-4 Spieler	8.-13. Klasse	45 Minuten

⁵ Die Tabelle stammt aus dem Begleitheft für Lehrkräfte

5. Einbettung in den universitären Kontext

<i>Regionalität und Saisonalität beim Einkaufen</i>	Erstellung einer Infotafel	beliebig	Ab Klasse 8	Mehrere Unterrichtsstunden
<i>Konsum im Klimawandel</i>	Lernheft	Einzelarbeit	9. -10. Klasse	90 Minuten
<i>Mobilität und Klimawandel</i>	Lernheft	Einzelarbeit	8.-10. Klasse	90 Minuten
<i>Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</i>	Stationsarbeit	EA / PA / GA	8.-10. Klasse	Mehrere Unterrichtsstunden
<i>Abschlussarbeit Christian Weise und Henrik Petschull</i>	Exponate Deichbau und Sperrwerk als Maßnahme des Küstenschutzes			

6. Resonanz des Projekts

Arne Bockwoldt

Das Projekt „*Der Norden taucht ab*“ konnte durch die aktive Beteiligung und die Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Zeitraum 1.04.2020 bis 30.09.2022 erfolgreich umgesetzt werden. Neben den Schülerinnen und Schülern als primäre Zielgruppe partizipierten Lehrkräfte, Studierende sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Ausgestaltung der unterschiedlichen Projektbausteine. Mit dem Ziel Erkenntnisse über die Resonanz und die Wirksamkeit des Projekts zu erhalten, wurde der Prozess der Umsetzung durch zwei empirische Untersuchungen wissenschaftlich begleitet.

In der ersten Studie wurde die Wirkung des Projekts bei den beteiligten Schülerinnen und Schülern im Hinblick auf das Interesse, die intrinsische Motivation und die Einstellungen zu den Themen Klimawandel und Klimaschutz untersucht. Im Fokus der zweiten Studie standen die Effekte der Projektteilnahme bei den Studierenden. Im Folgenden werden die Methodik und die Ergebnisse der beiden Teilstudien auszugswise vorgestellt. Aus Gründen der Anschaulichkeit und aufgrund der relativ kleinen Stichprobengröße, wird in diesem Beitrag auf eine differenzierte inferenzstatistische Auswertung verzichtet.

6.1 Klimawandelbewusstsein, Interesse und Motivation der Schülerinnen und Schüler

In den teilnehmenden Schulklassen wurde projektbegleitend eine Online-Fragebogenerhebung im Pre-Post-Design durchgeführt. An der ersten Untersuchung nahmen 54 und an der zweiten 36 Schülerinnen und Schüler teil. Der Fragebogen beinhaltete verschiedene Skalen zu umwelt- und motivationspsychologischen Konstrukten, die größtenteils bereits in anderen Studien eingesetzt und empirisch überprüft worden sind (z. B. „Allgemeine Einstellungen zum Klimawandel“ nach Schaper ,2015 oder „Naturverbundenheit“ nach Nisbet & Zelenski, 2013).

6. Resonanz des Projekts

Das Antwortformat der Zustimmungsskalen war fünfstufig und reichte von (0 = Stimme überhaupt nicht zu bis 4 = stimme voll und ganz zu). Da der Datensatz zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung noch nicht vollständig vorlag, werden an dieser Stelle nur ausgewählte Ergebnisse ohne Gruppenvergleiche vorgestellt.

Eine wichtige Voraussetzung für klimagerechtes Verhalten ist ein Bewusstsein für die Dringlichkeit des Klimawandelproblems. Daher wurde in der Studie zunächst über eine Batterie aus sieben Items (nach Ohlsen, 2018) untersucht, inwiefern die Lernenden schon vor der Teilnahme an dem Projekt über ein *Klimawandelbewusstsein* verfügten. Der Begriff bezeichnet „die Einsicht in die Gefährdungen durch den Klimawandel und den eigenen (anthropogenen Beitrag), die emotionale Besorgnis der Folgen und die Einsicht in die Notwendigkeit und Bereitschaft zur Abhilfe“ (Ohlsen, 2018, S. 75). Das Klimawandelbewusstsein setzt sich aus drei Komponenten zusammen: Die kognitive Dimension beschreibt die Einsicht in die Existenz des Klimawandels und in den vom Menschen verursachten Beitrag (z. B. Zustimmung zur Aussage „Es ist gar nicht sicher, dass es tatsächlich einen Klimawandel gibt“). In der affektiven Dimension geht es um die emotionale Einschätzung des Problems (z. B. „Es macht mir Angst, wenn ich an die Folgen des Klimawandels denke“). Die konative Dimension zielt auf Bereitschaft ab, dem Klimawandel durch individuelle oder kollektive Handlungen zu begegnen (z. B. „Klimawandel ist ein Thema, über das ich häufig mit Freundinnen/Freunden oder Bekannten rede“) (ebd.).

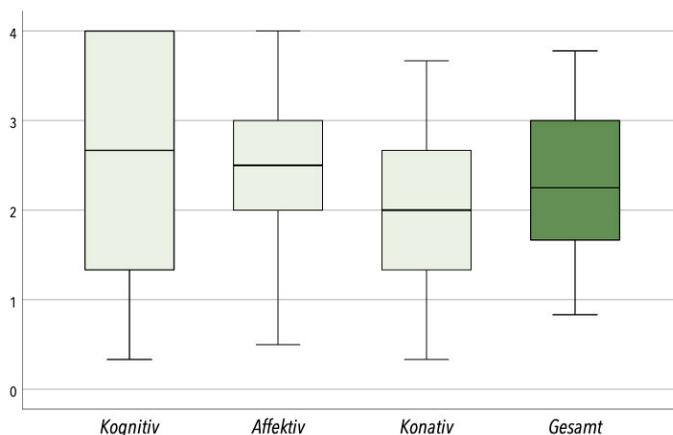


Abbildung 25: Verteilung der Mittelwerte zum Klimawandelbewusstsein (N=54)

6. Resonanz des Projekts

Aus Abbildung 25 geht hervor, dass das Klimawandelbewusstsein der Teilnehmenden vor Projektbeginn durchschnittlich ausgeprägt war. Die relativ breite Streuung der Mittelwerte in der kognitiven Dimension verdeutlicht, dass ein nicht unerheblicher Teil der Schülerinnen und Schüler den Klimawandel nicht als ein gefährliches Problem wahrgenommen hat und die Diskussion darüber eher als übertrieben eingeschätzt hat. Zudem ist die konative Dimension, also jene, die auf die Bereitschaft abzielt, dem Klimawandel aktiv entgegenzuwirken, am geringsten ausgeprägt. Dieser Befund verdeutlicht die Relevanz des Projekts „*Der Norden taucht ab*“ und anderer Bildungsmaßnahmen zum Klimawandel und Klimaschutz.

Neben dem Bewusstsein für die Klimawandelproblematik stellt das Interesse an diesem Bereich eine wichtige Grundvoraussetzung für potenzielles Handeln dar. Gemäß der Interessentheorie nach Krapp (1992) kann Interesse entweder als ein längerfristig entstehendes Personenmerkmal auftreten (individuelles Interesse) oder kurzfristig durch äußere Anregungsbedingungen hervorgerufen werden (situationales Interesse). In der Studie wurden im Pretest die individuellen Interessen der Schülerinnen und Schüler am Thema Klimawandel mit einem Messinstrument nach Thieroff, Schubert & Gölitz (2020) erhoben. Es beinhaltet fünf Subskalen zu den Interessensbereichen *Handlung* (z. B. „Welche Möglichkeiten ich im Alltag habe, mich an die Veränderungen durch den Klimawandel anzupassen“), *Räumliche Nähe* (z. B. „Inwieweit der Klimawandel auch dort, wo ich wohne, hervorgerufen wird“), *Globale Ursachen* (z. B. „Welche Länder weltweit besonders für den Klimawandel verantwortlich sind“), *Messung/Methodik* („Mit welchen Methoden der CO₂-Ausstoß gemessen werden kann“) und *Globale Folgen* („Wo auf der Welt die Folgen des Klimawandels besonders spürbar sind“). In allen diesen Bereichen war bei der Zielgruppe vorab ein überdurchschnittliches Interesse vorhanden (siehe Abb. 26). Bemerkenswert ist, dass das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Kontext *Räumliche Nähe* am größten ist. Es erscheint rückblickend also sinnvoll, dass das Projekt nicht nur globale Aspekte thematisierte, sondern einen speziellen Bezug zur Region Norddeutschland hatte.

6. Resonanz des Projekts

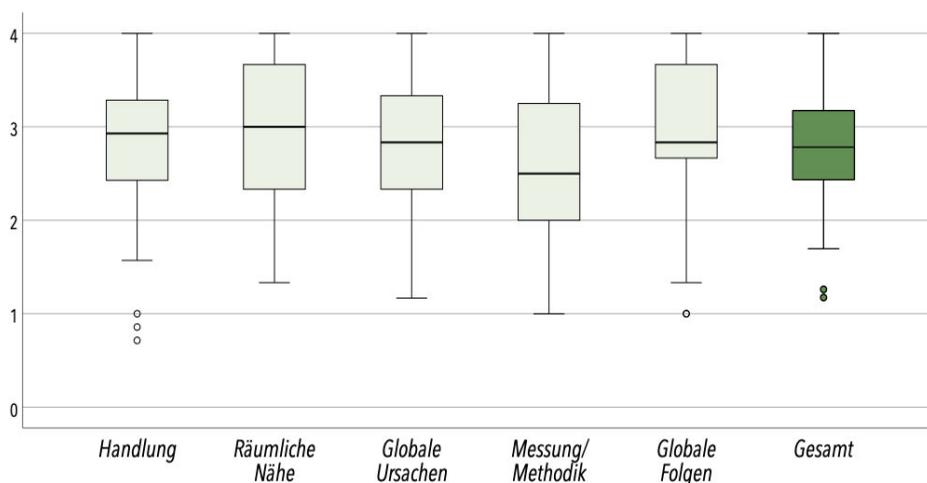


Abbildung 26: Verteilung der Mittelwerte in den klimawandelbezogenen Interessensbereichen (N=54)

Im Posttest der Studie lag der Fokus auf der Erfassung der affektiv-motivationalen Wirkung der Projektteilnahme. Dazu wurde zunächst die *intrinsische Motivation* bei der Erstellung des Ausstellungsobjekts gemessen. Nach der Theorie von Deci & Ryan (2008) wird darunter „eine bestimmte Qualität der Motivation, bei der Lernprozesse oder Aktivitäten beispielsweise aufgrund von empfundener Freude oder Interesse an Lerninhalten selbstbestimmt angetrieben werden“ (Ryan & Deci, 2020, zitiert nach Lepper, Stang & McElvany, 2022) verstanden. Sie wird durch die Befriedigung der Bedürfnisse nach Kompetenzerleben, Autonomie und sozialer Eingebundenheit positiv beeinflusst. Diese Bedürfnisse wurden mit einer Kurzskaala nach Wilde et al. (2009) erfasst. Dieses Instrument beinhaltet zudem noch eine Subskala zum wahrgenommenen Druck bzw. der subjektiv empfundenen Anspannung. Bei dieser Skala wurden die Items umkodiert, sodass hier ein hoher Wert ein niedriges Empfinden in diesem Bereich ausdrückt. In Abbildung 27 ist deutlich zu erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler beim Erstellen des Ausstellungsobjekts insgesamt überdurchschnittlich intrinsisch motiviert waren. Die Tätigkeit erzeugte Interesse und bereitete den Teilnehmenden Vergnügen. Gleichzeitig nahmen sie sich als kompetent wahr und hatten das Gefühl, eigene Handlungsspielräume zu haben. Der verhältnismäßig geringe Wert bei der Skala Druck/Anspannung könnte damit zusammenhängen, dass das Objekt später in der Ausstellung öffentlich gezeigt wurde.

6. Resonanz des Projekts

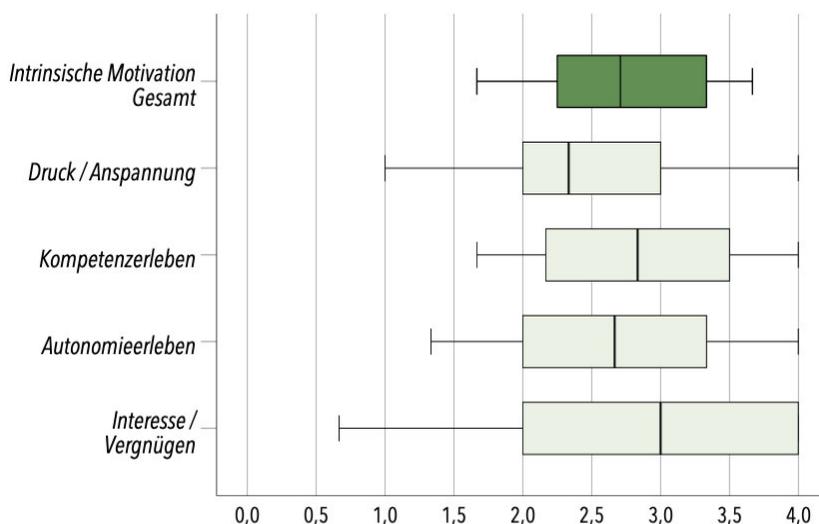


Abbildung 27: Verteilung der Mittelwerte zur intrinsischen Motivation (N=32)

Das Projekt wurde insgesamt von den Schülerinnen und Schülern positiv bewertet. So konnten z. B. rund zwei Drittel der Teilnehmenden der Aussage „*Ich fand das Projekt abwechslungsreich und anregend*“ teilweise, eher oder voll und ganz zustimmen. Fast die Hälfte der Schülerinnen und Schüler reagierte auf die Aussage „*Die Unterrichtseinheit hat mich dazu motiviert, selber aktiv zu werden und etwas zum Schutz des Klimas zu tun*“ mit Zustimmung. Insbesondere vor dem Hintergrund des durchschnittlich ausgeprägten Klimawandelbewusstseins zu Projektbeginn, kann dieses positive Feedback durchaus als Erfolg bewertet werden.

6.2 Lehrbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen und Motivation der Studierenden

Die positive Wirkung des Projekts bei Schülerinnen und Schülern ist unter anderem auf die Beteiligung der Lehramtsstudierenden der Europa-Universität Flensburg zurückzuführen. Mit ihren Leistungen und ihrem Engagement haben sie einen maßgeblichen Beitrag zur Erreichung der Projektziele geleistet. Ein wichtiger Aspekt war hierbei die Einbindung des Projekts in die universitäre Lehre.

6. Resonanz des Projekts

Im Frühjahrssemester 2021 wurden die Themen der Wanderausstellung als Kursinhalt in zwei fachdidaktische Seminare des Masterstudiengangs Lehramt für Sekundarstufe I integriert. In diesen Kursen setzten sich die Studierenden zunächst intensiv mit den fachwissenschaftlichen Hintergründen auseinander, um dann in Kleingruppen Unterrichts- und Begleitmaterialien zur Ausstellung zu entwickeln und zu erproben. In beiden Seminaren wurde eine Online-Fragebogenerhebung im Pre-Post-Design durchgeführt, an der insgesamt 36 Studentinnen und Studenten partizipierten. Zusätzlich nahmen noch 15 Studierende aus zwei weiteren Seminaren als Vergleichsgruppe an der Untersuchung teil. In diesen Kursen wurde der Klimawandel nicht thematisiert und keine Materialien für das Projekt erarbeitet. Das Antwortformat der Zustimmungsskalen war vierstufig und reichte von (0 = Stimme überhaupt nicht zu bis 3 = stimme voll und ganz zu).

Das vorrangige Ziel der Studie bestand darin, zu überprüfen, ob und inwiefern die Projektbeteiligung einen Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden im Hinblick auf die Planung und das Unterrichten von Lernsequenzen zum Thema Klimawandel hat. Zudem sollte die Studie Aufschluss darüber geben, ob sich die Arbeit in dem authentischen und praxisrelevanten Kontext positiv auf die intrinsische Motivation der Studierenden auswirkt.

Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist, dass der Lerngegenstand bei den Studierenden grundsätzlich auf Interesse stößt. Um dies zu überprüfen, wurde im Pretest eine Skala (in Anlehnung an Tomas; Girgenti & Jackson, 2015) eingesetzt, die das Interesse an sieben unterschiedlichen klimawandelbezogenen Themenfeldern (z. B. Ursachen und Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs oder Zusammenhänge mit der Lebensmittelproduktion) erfasst. Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass die teilnehmenden Studentinnen und Studenten bereits vor Seminarbeginn an allen genannten Bereichen überdurchschnittlich interessiert waren. Der Mittelwert für die vierstufige Skala (0 = kein Interesse bis 3 = großes Interesse) betrug $m = 2,74$ ($SD = 0,31$). Dem ergänzenden Item „Ich habe insgesamt ein großes Interesse an Themen aus dem Bereich Klimawandel“ konnten 64 % der Studierenden voll und ganz zustimmen. Weitere 31 % würden der Aussage eher zustimmen.

6. Resonanz des Projekts

Das große Interesse der Studierenden an der Debatte über die künftige Entwicklung des Klimas und den daraus resultierenden Konsequenzen muss allerdings nicht zwangsläufig mit einem umfangreichen Wissen zu diesem Themenbereich verbunden sein. Um das Vorwissen und die Vorerfahrungen der Studierenden zu erfassen, wurde in der Studie die Skala „Vertrautheit mit Themen aus dem Bereich Klimawandel“ eingesetzt. Sie wurde ebenfalls in Anlehnung an Tomas, Girgenti & Jackson (2015) entwickelt und beinhaltet acht Items zu unterschiedlichen klimarelevanten Aspekten (z. B.: „Wie gut könntest du die Auswirkungen der Land- und Viehwirtschaft auf das Klima erklären?“). Das vierstufige Antwortformat reichte von „0 = ich könnte es überhaupt nicht erklären“ bis „3 = Ich könnte es gut erklären“.

Bereits vor der Projektteilnahme gaben zwei Drittel der Teilnehmenden an, dass sie die Funktionsweise des natürlichen Treibhauseffekts sowie die Ursachen und Folgen des anthropogenen Treibhauseffekts im Wesentlichen oder gut erklären könnten. Die Vermittlung von spezifischeren Themenbereichen (wie z. B. die Auswirkungen des Klimawandels in der Kryosphäre und den Ozeanen oder die Rolle der Ozonschicht im Klimasystem) war bei den Studierenden vor Projektbeginn jedoch noch mit Unsicherheiten verbunden.

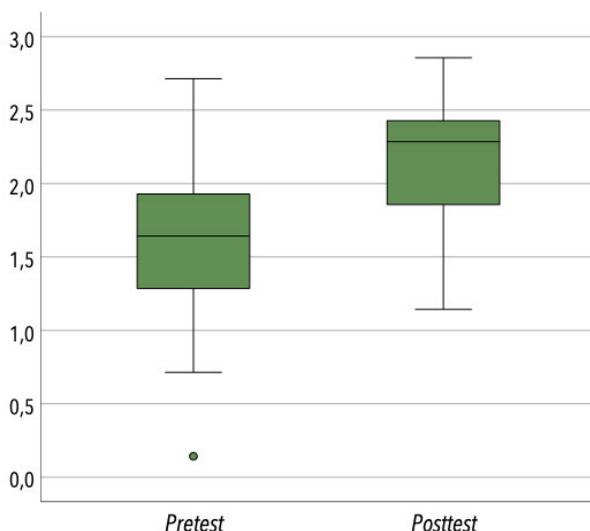


Abbildung 28: Verteilung der Mittelwerte zur Skala „Vertrautheit mit Themen aus dem Bereich Klima und Klimawandel“ im Pre- und Posttest der Versuchsgruppe (N=36)

6. Resonanz des Projekts

Wie Abbildung 28 verdeutlicht, konnte durch die intensive projektbasierte Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Themen aus dem Bereich Klimawandel die Vertrautheit insgesamt erheblich gesteigert werden. Vor der Teilnahme lag der Mittelwert der Zustimmungsskala bei $m = 1,62$ ($SD = 0,52$). Nach der Teilnahme bei $m = 2,14$ ($SD = 0,47$).

Ein Hauptaugenmerk der Untersuchung lag auf der Erfassung von lehrbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen. Das Konzept der Selbstwirksamkeit nach Bandura (1977) beschreibt das Zutrauen einer Person, „*neue oder schwierige Anforderungssituationen auf Grund eigener Kompetenz bewältigen zu können*“ (Schwarzer & Jerusalem, 2002, S. 35, zitiert nach Weiß et al., 2020). Dieses Zutrauen in die eigenen Möglichkeiten und Kompetenzen kann unterschiedlich stark ausgeprägt sein und gilt in der pädagogischen Psychologie als starker Prädiktor für das tatsächliche Verhalten. Selbstwirksamkeitserwartungen sind immer situationsspezifisch und können daher auch für (angehende) Lehrkräfte relevant sein. In diesem Kontext geht es um „*die Kompetenzerwartung [...] in Bezug auf Anforderungen des Unterrichts, insbesondere, inwiefern sie davon überzeugt sind, neue oder schwierige Situationen im Unterricht erfolgreich bewältigen zu können*“ (Tschannen-Moran & Woolfolk-Hoy, 2001, zitiert nach Weiß et al., 2020, S. 222f.).

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf die Planung von Lernsequenzen zum Thema Klimawandel (sieben Items in Anlehnung an Weiß et al., 2020) und auf das Unterrichten von Lernsequenzen zum Thema Klimawandel erhoben (zehn Items in Anlehnung an Jie Li et al., 2019). Die Studierenden schätzten hierzu zu verschiedenen Aussagen (wie z. B. „Auch für schwierigste Inhalte aus dem Themenbereich Klimawandel kenne ich passende Vermittlungsmethoden und weiß, wie ich sie einplane“ oder „Obwohl Klimawandel ein komplexes Thema ist, fühle ich mich bereit, es zu unterrichten“) ihre Kompetenzen vor und nach der Seminarteilnahme ein. Wie in Abbildung 29 ersichtlich, konnte die Selbstwirksamkeitserwartung in diesen beiden Bereichen durch die Seminarteilnahme in der Versuchsgruppe deutlich gesteigert werden, während sich in der Kontrollgruppe die Ergebnisse noch auf einem vergleichbaren Niveau befinden. Dieses Ergebnis könnte dazu beitragen, dass die Studierenden das Thema Klimawandel später im Lehrberuf mit einer positiven Einstellung und einer hohen Motivation unterrichten.

6. Resonanz des Projekts

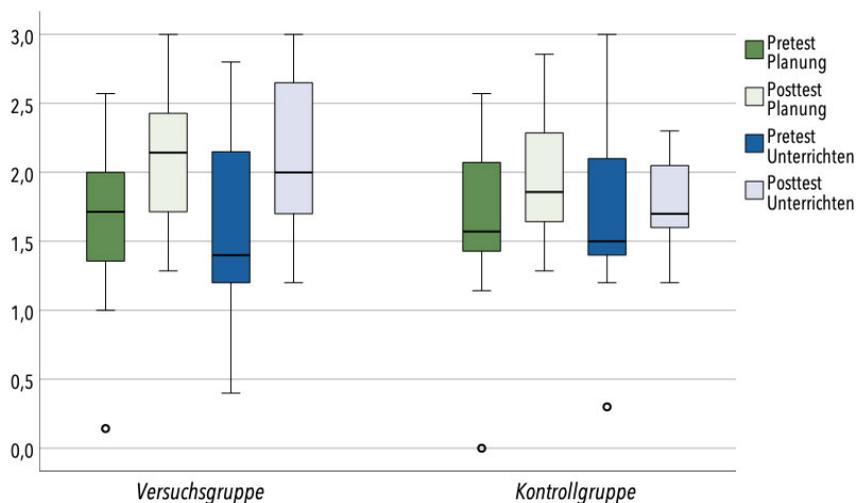


Abbildung 29: Mittelwerte zur Selbstwirksamkeitserwartung im Hinblick auf die Planung und das Unterrichten von Lernsequenzen zum Klimawandel in der Versuchsgruppe (N=36) und in der Kontrollgruppe (N=15)

Ein weiterer Aspekt, der im Rahmen der Studie untersucht wurde, war die intrinsische Motivation der teilnehmenden Studentinnen und Studenten. Wie Abbildung 30 verdeutlicht, hat sich die Seminarteilnahme auf alle vier Bereiche der Skala nach Wilde et al. (2009) positiv ausgewirkt und die selbstbestimmte Motivation der Studierenden war insgesamt sehr hoch. Der hohe Wert im Bereich Autonomieerleben lässt darauf schließen, dass sich die Freiräume, die die Studierenden bei der Gestaltung der Materialien hatten, besonders motivationsförderlich ausgewirkt haben.

6. Resonanz des Projekts

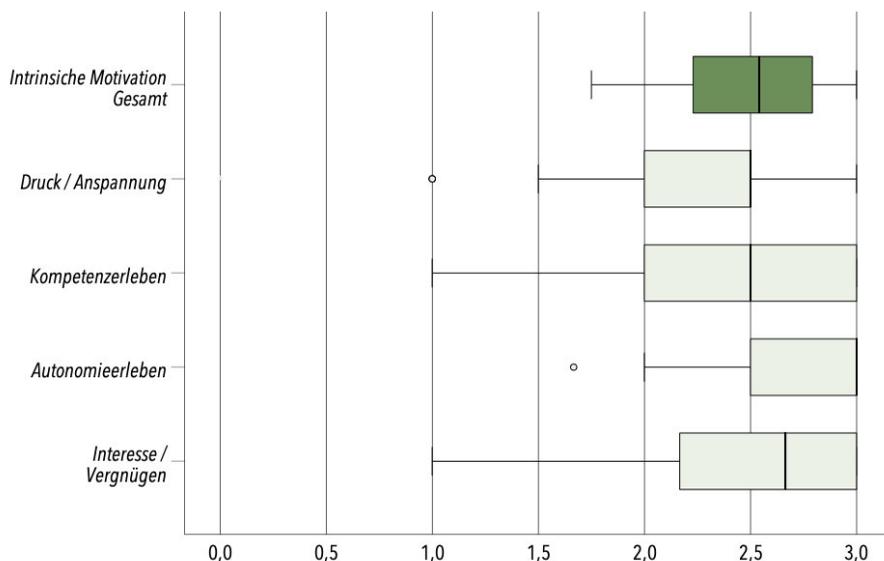


Abbildung 30: Verteilung der Mittelwerte zur intrinsischen Motivation in der Versuchsgruppe (N=36)

Zum Abschluss des Posttests bewerteten die Teilnehmenden die Qualität der Lehrveranstaltung im Hinblick auf die persönliche Bedeutsamkeit (mit vier Items nach Mayr 1999). Die Tatsache, dass 83 % der Studierenden der Aussage „Ich konnte persönlich bereichernde Lernerfahrungen machen“ und 79 % der Aussage „Die Lehrveranstaltung war für meine berufliche Zukunft sehr hilfreich“ zustimmten, verdeutlicht, dass die Integration des Projekts „Der Norden taucht ab“ in die universitäre Lehre bedeutsame Effekte bei den Studierenden erzeugen konnte. Die sehr positive Resonanz des Projektes bei den Studentinnen und Studenten zeigte sich jedoch nicht nur in den Ergebnissen der Studie. Sie wurde auch an der äußerst engagierten und breiten Beteiligung, an überdurchschnittlichen Leistungen und an positiven persönlichen Rückmeldungen sowie überdurchschnittlich guten Evaluationen von Lehrveranstaltungen deutlich. Dies lässt erwarten, dass die Studierenden die im Rahmen des Projektes erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen in ihre spätere Berufstätigkeit als Lehrerinnen und Lehrer einbringen werden und somit über lange Zeit als effektive Multiplikatoren zur Verbreitung der Projektideen beitragen werden.

Literaturangaben

Klimawandel als gesellschaftliche Herausforderung und Klimawandel im Norden

Baumgarten, C.; Christiansen, E., Naumann, S.; Penn-Bressel, G.; Rechenberg, J. & Walter, A.-B. (2012): Hochwasser. Verstehen, Erkennen, Handeln! Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Bayrischer Rundfunk (2021): Das können Sie täglich für das Klima tun. Zugriff über: <https://www.br.de/klimawandel/klimawandel-klimaschutz-energiesparen-tipps-100.html> (Download am 18.08.21).

Bayrischer Rundfunk (2019): Globale Verwüstung: Die Wüste wächst. Zugriff über: <https://www.br.de/wissen/desertifikation-verwuestung-wuestenbildung-ausbreitung-wueste-100.html> (Download am 18.08.2021).

Brasseur, G. P.; Jacob, D. & Schuck-Zöller, S. (2017): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Heidelberg: Springer Spektrum.

Bundesamt für Naturschutz (2020): Biodiversität und Klima: Naturschutz und Klimaschutz zusammen denken. Öffentliches Fachgespräch im Umweltausschuss des Deutschen Bundestags zum Thema „Biodiversität und Klima“ am 12. Februar 2020. Zugriff über: https://www.bundestag.de/rsourc/blob/682002/fcf72ee458e1ffb9b63b226b781da636/19-16-328-C_Jessel-data.pdf (Download am 12.04.21).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): Bedrohte Biodiversität weltweit: Ursachen und Lösungsansätze. Zugriff über: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/bedrohte-biodiversitaet-weltweit-ursachen-und-loesungsansaetze/> (Download am 12.05.21).

Bundesregierung (2021). Lieferkettengesetz. Zugriff über: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/lieferkettengesetz-1872010> (Download am 18.08.2021).

Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (MU), dieses vertreten durch den Präsidenten des Umweltbundesamtes (2020): Kohlendioxid-Emissionen. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-emissionen#kohlendioxid-emissionen-im-vergleich-zu-anderen-treibhausgasen> (Download am 16.12.2020).

Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (MU), dieses vertreten durch den Präsidenten des Umweltbundesamtes (2021): Carbon Capture and Storage. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#grundlegende-informationen> (Download am 13.06.2021).

Bundeszentrale für politische Bildung (o. J.): Ozon in der Stratosphäre. (O_3). Zugriff über: <https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/anthropozoen/256772/ozon> (Download am 28.06.21).

Bundeszentrale für politische Bildung (2021). Lachgas in der Atmosphäre. (N_2O). Zugriff über: [https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/anthropozoen/256770/lachgas#:~:text=Distickstoffmonoxid%20\(N2O\)%2C,und%20in%20die%20Atmosph%C3%A4re%20freigesetzt](https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/anthropozoen/256770/lachgas#:~:text=Distickstoffmonoxid%20(N2O)%2C,und%20in%20die%20Atmosph%C3%A4re%20freigesetzt) (Download am 28.06.21).

Costa, M. M. & Scheffran, J. (o. J.): Die Flucht vor dem Klimawandel. Zugriff über: <https://www.climate-service-center.de/science/projects/detail/062861/index.php.de> (Download 20.06.2021).

Deutscher Fruchthandelsverband e.V. (o. J.): Achtsamkeit ist wichtig! Jede Lieferkette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied. Zugriff über: <https://dfhv.de/verantwortung/nachhaltigkeit/> (Download am 18.08.2021).

Deutsches Klimarechenzentrum (o. J.): Klimasimulationen. Zugriff über: <https://www.dkrz.de/de/kommunikation/klimasimulationen/de-cmip5-ipcc-ar5/ergebnisse/2m-temperatur> (Download am 17.03.2021).

Deutscher Wetterdienst (2017a) (Hg.): Regionale Klimamodellierung I – Grundlagen. Erschienen in: Promet – Meteorologische Fortbildung (99). Zugriff über: <https://dnb.info/1156335728/34> (Download am 17.03.2021).

Deutscher Wetterdienst (2017b) (Hg.): Klimavorhersagen und Klimaprojektionen Wie entstehen Aussagen über das zukünftige Klima? Zugriff über: https://www.dwd.de/SharedDocs/broschueren/DE/klima/broschuere_klimaforschung.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Download am 17.03.2021).

Deutscher Wetterdienst (2021a): Klimaprojektionen. Zugriff über: https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimaprojektionen/klimaprojektionen_node.html (Download am 14.03.2021).

Deutscher Wetterdienst (2021b): Klimaszenarien (Zukunft). Zugriff über: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/klimaszenarien_homenode.html (Download am 18.03.2021).

Deutsches Klima-Konsortium et al. (Hg.) (2020): Was wir heute übers Klima wissen. Basisfakten zum Klimawandel, die in der Wissenschaft unumstritten sind. Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst, Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de. Zugriff über: https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/basisfakten-klimawandel.pdf (Download am 01.12.2020).

Literurangaben

Deutschlandfunk Kultur (2020): Küstenschutz paradox. Eine echte Hallig muss auch mal überschwemmen. Hans-Ulrich Rösner im Gespräch mit Dieter Kassel. Verfügbar unter: <https://www.deutschlandfunkkultur.de/kuestenschutz-paradox-eine-echte-hallig-muss-auch-mal-100.html> (14.11.22)

Die Welle (2019): Grönländer profitieren vom Klimawandel. Zugriff über: <https://www.dw.com/de/grönländer-profitieren-vom-klimawandel/av-50580066> (Download am 20.05.21).

Döbbelt, Johannes (2020): Klimaschutz: So kannst du selbst CO₂ sparen. Zugriff über: <https://www.quarks.de/umwelt/klimawandel/klimaschutz-so-kannst-du-selbst-co2-sparen> (Download am 18.08.2021).

Dotzek, N. (2004). Deutscher Wetterdienst. Tornado- und Downburstklimatologie. Zugriff über: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2004_pdf/19_2004.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Download am 28.03.2021).

DWD (2020) (Hg.): Nationaler Klimareport. Klima – Gestern, heute und in Zukunft. Deutscher Wetterdienst. Potsdam.

Endlicher, W. & Gerstengarbe, F.-W. (2007): Der Klimawandel. Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.

Europäisches Parlament (2021): Verlust der Biodiversität: Ursachen und folgenschwere Auswirkungen. Zugriff über: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20200109STO69929/verlust-der-biodiversitat-ursachen-und-folgenschwere-auswirkungen> (Download am 10.06.21)

European Commission (o. J.): Folgen des Klimawandels. Zugriff über: https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_de (Download am 18.08.2021).

Europäische Umweltagentur (2021): Landwirtschaft und Klimawandel. Zugriff über: <https://www.eea.europa.eu/de/signale/signale-2015/artikel/landwirtschaft-und-klimawandel> (Download am 18.08.2021).

Folger, T. (2010): Warum Grönland auf den Klimawandel hofft. In: National Geographic. Zugriff über: <https://www.nationalgeographic.de/umwelt/warum-groenland-auf-den-klimawandel-hofft> (Download am 20.05.21).

Geo Risks Research (2015): Geo Topics. Natural catastrophes 2014. Analyses, assessments, positions. München: Münchener Rückversicherungsgesellschaft.

Gerhard, Saskia (2019): Früher Sommer, kurzer Winter – wie sich die Jahreszeiten verschieben. Zugriff über: <https://www.quarks.de/umwelt/klimawandel/wie-sich-die-jahreszeiten-verschieben/> (Download am 18.08.2021).

Literurangaben

Gerten, Dieter (2014): Klimawandel und Verschiebung der Vegetationszonen. Zugriff über: https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/gesundheitsrisiken/warnsignal_klima-gesundheitsrisiken-kapitel-2_8.pdf (Download am 18.08.2021).

GLOBAL 2000 (2017): Klimamigration: Warum Menschen ihre Heimat verlassen. Zugriff über: <https://www.global2000.at/publikationen/klimamigration> (Download am 18.08.2021).

GLOBAL 2000 (2021): Klimawandel und Artenvielfalt. Zugriff über: <https://www.global2000.at/klimawandel-und-artenvielfalt> (Download am 12.04.21).

Grami, L. & Rutziger, M. (2011): Geoengineering – eine zukünftige Strategie zur Klimabeinflussung? In: GW-Unterricht (123) S. 54 – 63. Zugriff über: https://www.gw-unterricht.at/images/pdf/gwu_123_054_063_grami_rutzinger.pdf (Download am 01.08.2021).

Greenpeace (2021): Sparen Sie sich das!. Zugriff über: <https://www.greenpeace.de/themen/klimawandel/klimaschutz/die-zehn-wichtigsten-tipps-was-sie-fuer-das-klima-tun-koennen> (Download am 18.08.2021).

Häckel, H. (1999): Wetter & Klimaphänomene (2., völlig neu bearbeitete Auflage). Stuttgart: Ulmer.

Haerdle, B. (2019). Wie funktionieren Klimamodelle? Zugriff über: <https://www.helmholtz.de/erde-und-umwelt/wie-funktionieren-klimamodelle/> (Download am 19.12.2020).

Hirschhäuser, T. & Hofstede, J. (2020): Hydrographische Nachrichten. Meeresspiegelanstieg. In: Journal of Applied Hydrography 3 (115), S. 10–17.

Helmholtz-Zentrum hereon (2021) (Hg.): Sturmflutereignisse am Pegel Husum. Institut für Küstenforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH. Zugriff über: <https://www.sturmflutmonitor.de/husum/height/index.php.de> (Download am 19.01.2021).

Helmholtz Klima Initiative (2021): Wie wirkt sich die Erderwärmung auf unsere Tiere und Pflanzen aus? <https://www.helmholtz-klima.de/faq/wie-wirkt-sich-die-erderwaermung-auf-unsere-tiere-und-pflanzen-aus> (Download am 18.08.2021).

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum GFZ (2014–2020a): Kohlenstoffdioxid. Zugriff über: <https://www.eskp.de/klimawandel/forschungsthema-kohlenstoffdioxid-935486/> (Download am 14.05.2021).

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ (2014–2020b): Treibhausgase. Zugriff über: <https://www.eskp.de/grundlagen/klimawandel/treibhausgase/> (Download am 28.05.2021).

Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ (2014–2020c): Sibirien: Gase entweichen aus Permafrostboden. Zugriff über: <https://www.eskp.de/klimawandel/sibirien-gase-entweichen-aus-permafrostboden/> (Download am 30.05.2021).

Herrmann, S. (2010): Zehn Dinge über ... die Arktis. In: Süddeutsche Zeitung. Zugriff über: <https://www.sueddeutsche.de/wissen/zehn-dinge-ueber-die-arktis-1.993066> (Download am 20.05.21).

Initiative Lieferkettengesetz (2021): Wirtschaftslobby kämpft gegen wirksames europäisches Lieferkettengesetz. Zugriff über: <https://lieferkettengesetz.de/aktuelles/> (Download am 18.08.2021).

IPCC (2000): Emissions Scenarios. Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change. Ein Sonderbericht von der Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Zugriff über: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/sres-en.pdf> (Download am 28.08.2021).

IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Ein Beitrag der Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Solomon, S.; Dahe, Q.; Manning, M.; Chen, Z; Marquis, M.; Averyt, K. B; Tignor, M. & Miller, H. L. (Hg.)]. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2012): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Ein Sonderbericht von den Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Field, C. B.; Barros, V.; Stocker, T. F.; Dahe, Q.; Dokken, D. J.; Ebi, K. L.; Mastrandrea, M. D.; Mach, K. J.; Plattner, G.-K.; Allen, S. K.; Tignor, M. & Midgley, P.M. (Hg.)]. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

IPCC (2014): Klimaänderung 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Häufig gestellte Fragen und Antworten – Teil des Beitrags der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. & Midgley, P. M. (Hg.)]. Deutsche Übersetzung durch die deutsche IPCC-Koordinierungsstelle und Klimabüro für Polargebiete und Meeresspiegelanstieg, Bonn, 2017. Zugriff über: <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klimafaq-6-1.html> (Download am 28.06.21).

IPCC (2014): Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [Hauptautoren, Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (Hg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2016.

IPCC (2015) (Hg.): Climate change 2014. Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change. Zugriff über: https://www.de-ipcc.de/media/content/IPCC-AR5_SYR_barrierefrei.pdf (Download am 08.12.2020).

IPCC (2018): Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. [Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Skea, J.; Shukla, P. R.; Pirani, A.; Moufouma-Okia, W.; Péan, C.; Pidcock, R.; Connors, S.; Matthews, J. B. R.; Chen, Y.; Zhou, X.; Gomis, M.I.; Lonnoy, E.; Maycock, T.; Tignor, M. & Waterfield, T. (Hg.)]. In Press.

IPCC (2019a): Klimawandel und Landsysteme. Zugriff über: https://www.de-ipcc.de/media/content/SRCL-SPM_de_barrierefrei.pdf (Download am 18.08.2021).

IPCC (2019b) (Hg.): IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Unter Mitarbeit von Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Tignor, M.; Poloczanska, E.; Mintenbeck, K.; Alegría, A.; Nicolai, M.; Okem, A.; Petzold, J.; Rama, B.; Weyer, N. M. (Hg.): Intergovernmental Panel on Climate Change. Zugriff über: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/12/SROCC_FullReport_FINAL.pdf (Download am zuletzt am 08.12.2020)

IPCC (2019c): Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [Shukla, P. R.; Skea, J.; Calvo Buendia, E.; Masson-Delmotte, V.; Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Zhai, P.; Slade, R.; Connors, S.; van Diemen, R.; Ferrat, M.; Haughey, E.; Luz, S.; Neogi, S.; Pathak, M.; Petzold, J.; Portugal Pereira, J.; Vyas, P.; Huntley, E.; Kissick, K.; Belkacemi, M. & Malley, J. (Hg.)]. In Druck. Zugriff über: https://www.de-ipcc.de/media/content/SRCL-SPM_de_barrierefrei.pdf (Download am 20.08.21).

IPCC (2021): Sechster IPCC-Sachstandsbericht (AR6). Beitrag von Arbeitsgruppe I: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Hauptaussagen. Version vom 20.09.21. Deutsche Übersetzung durch die Deutsche IPCC Koordinierungsstelle et al. Zugriff über: https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_AR6-WGI.pdf (Download am 30.09.21).

Jacob, D. (2019): Helmholtz. Warum ein halber Grad zählt. Zugriff über: https://www.helmholtz.de/erde_und_umwelt/warum-ein-halber-grad-zaehlt/ (Download am 08.01.2021).

Kasang, D. – Bildungsserver Hamburg (o. J.): Auswirkungen von Klimaänderungen. Zugriff über: <https://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-landwirtschaft-nav/2202372/klimaaenderungen/> (Download am 18.08.2021).

Kayser, R. (2009): Beeinflusst die Sonne das irdische Klima? In: Welt der Physik. Zugriff über: <https://www.weltderphysik.de/thema/hinter-den-dingen/sonne-und-klima/> (Download am 08.05.21).

Killermann, W.; Hiering, P. G. & Starosta, B. (2013): Biologieunterricht heute: Eine moderne Fachdidaktik. 15. aktualisierte Aufl., Donauwörth.

Klimaschutz Portal (o. J.): Alternative Antriebe im Luftverkehr: Elektromobilität der Lüfte. Zugriff über: <https://www.klimaschutz-portal.aero/klimaneutral-fliegen/flugzeuge-von-morgen/alternative-antriebe/> (Download am 18.08.2021).

Latif, M. (2012): Globale Erwärmung. Stuttgart: UTB GmbH.

Lensch, V. (2021): Fair Fashion durch Fair Play: Lieferkettengesetz für mehr Nachhaltigkeit. Zugriff über: <https://klardenker.kpmg.de/fair-fashion-durch-fair-play-lieferkettengesetz-fuer-mehr-nachhaltigkeit/> (Download am 18.08.2021).

Lichtberger, B. (2021): Unser Planet im Klimawandel. Ein Handbuch über physikalische und gesellschaftliche Zusammenhänge. München: oekom.

Lindemann-Matthies, P. & Stelzig, I. (2012): Umweltbildung. In: Spörhase, U.: Biologie-Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. 5., überarbeitete Neuauf., Berlin. 216–224.

Marienhagen, N. (o. J.): Konkrete Ansätze zur Kontrolle des Klimas. Zugriff über: <https://climateengineering.info> (Download am 01.08.2021).

Meereisportal (2014 – 2016): Meereis und Strahlungsbilanz. Zugriff über: <https://www.meereisportal.de/meereiswissen/die-globale-bedeutung-von-meereis/wechselwirkungen-von-meereis-mit-anderen-komponenten-des-klimasystems/meereis-und-strahlungsbilanz> (Download am 28.06.21).

Meinke, I. (2020) (Hg.): Norddeutschland im Klimawandel. Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland. Norddeutsches Küsten- und Klimabüro am Institut für Küstenforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH. Geesthacht.

Meinke, I. (2021): Norddeutscher Klimaatlas. Hg. v. HZG. Norddeutsches Küsten- und Klimabüro am Institut für Küstenforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht. Zugriff über: <https://www.norddeutscher-klimaatlas.de> (Download am 19.01.2021).

MELUND (2017) (Hg.): Anpassungen an den Klimawandel. Fahrplan für Schleswig-Holstein. Unter Mitarbeit von Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein. Kiel: Schmidt & Klaunig, Zugriff über: https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/V/Service/Broschueren/Broschueren_V/Umwelt/pdf/Fahrplan_Klimawandel.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Download am 02.02.2021).

MELUR-SH (2015) (Hg.): Strategie für das Wattenmeer 2100. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Kiel: Landesregierung Schleswig-Holstein. Zugriff über: <https://www.nationalpark-wattenmeer.de/wp-content/uploads/2020/04/strategie-wattenmeer-2100-web.pdf> (Download am 18.11.2020).

Michael Otto Stiftung (2010) (Hg.): Ein Zukunftsbild für eine klimasichere Wattenmeerregion. Bundesamt für Naturschutz. Hamburg. Zugriff über: https://www.umweltstiftung-michaelotto.de/uploads/downloads/Events-Foren/zukunftsbild_wattenmeer.pdf (Download am 03.02.2021).

MüncH, U. (2014 – 2020): Albedo. Zugriff über: <https://www.eskp.de/grundlagen/klimawandel/albedo-935817/> (Download am 28.06.21).

NABU (o. J. a): Landwirtschaft in der Klimakrise. Verursacherin und Leidtragende zugleich. Zugriff über: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/landwirtschaft/klimaschutz/26696.html> (Download am 18.08.2021).

NABU (o. J. b). Mehr Klimaschutz in der Landwirtschaft notwendig. Zugriff über: <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/landwirtschaft/klimaschutz/11974.html> (Download am 18.08.2021).

NABU (o. J. c): Gewinner und Verlierer des Klimawandels. Zugriff über: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/klima-und-luft/klimawandel/06568.html> (Download am: 27.05.21).

Nelles, D. & Serrer, C. (2018): Kleine Gase – Große Wirkung. Der Klimawandel. Friedrichshafen: David Nelles & Christian Serrer.

Niebert, K. (2017): Den Klimawandel bremsen lernen. In: Kattmann, U. (Hg.): Biologie unterrichten mit Alltagsvorstellungen: Didaktische Rekonstruktion in Unterrichtseinheiten. 1. Aufl., Seelze. 92–104.

Pagano, A.M.; Durner, G. M.; Rode, K. D.; Atwood, T. C. & Williams, T. M. (2018): High-energy, high-fat lifestyle challenges an Arctic apex predator, the polar bear. In: Science. S. 568 – 572.

Penquitt, M. (2021): Wasser sparen leicht gemacht: Lohnt sich ein Sparduschkopf? Zugriff über: <https://wohnglueck.de/artikel/sparduschkopf-wasser-sparen-58730> (Download am 18.08.2021).

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2018a): Weltbank-Bericht mit PIK: Klimawandel kann Millionen Menschen zu Migranten machen. Zugriff über: <https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/weltbank-bericht-mit-pik-klimawandel-kann-millionen-menschen-zu-migranten-machen> (Download am 12.04.2021).

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2018b): Weltbank-Bericht mit PIK: Klimawandel kann Millionen Menschen zu Migranten machen. Zugriff über: <https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/weltbank-bericht-mit-pik-klimawandel-kann-millionen-menschen-zu-migranten-machen> (Download am 12.04.2021).

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2019a): Handlungsempfehlungen im Klimawandel. – Zugriff über: <https://www.pik-potsdam.de/de/institut/abteilungen/klimaresilienz/projekte/projektseiten/pikee/unterrichtsmaterialien/klimawissen/die-folgen-des-klimawandels-hintergrundinformationen/handlungsoptionen-fuer-den-klimaschutz/handlungsempfehlungen-im-klimawandel/view> (Download am 18.08.2021).

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2019b): Was ist ein Klimamodell und wozu braucht man es? Zugriff über: <https://www.pik-potsdam.de/de/institut/abteilungen/klimaresilienz/projekte/projektseiten/pikee/unterrichtsmaterialien/klimawissen/klimawissen/was-ist-ein-klimamodell-und-wozu-braucht-man-es> (Download am 05.02.2021).

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2020): Größter CO₂-Rückgang: Echtzeit-Daten zeigen die massiven Auswirkungen von Covid-19 auf die globalen Emissionen. Zugriff über: <https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/groesster-co2-rueckgang-echtzeit-daten-zeigen-die-massiven-auswirkungen-von-covid-19-auf-die-globalen-emissionen> (Download am 18.01.2021).

Preston, C.J. (2019): Sind wir noch zu retten? Wie wir mit neuen Technologien die Natur verändern können. Berlin: Springer.

Podbregar, N.; Swanke, K. & Frater, H. (2009): Wetter, Klima, Klimawandel. Wissen für eine Welt im Umbruch. Berlin, Heidelberg: Springer.

Pongracz, J. D.; Paetkau, D.; Branigan, M. & Richardson, E. (2016): Recent Hybridization between a Polar Bear and Grizzly Bears in the Canadian Arctic. In: Arctic Vol. 70, No 2. S. 151–160.

Quaas, J. (2010): Schattenspende und Wärmedecke. Die Rolle der Wolken im Klimasystem. Zugriff über: <https://www.weltderphysik.de/gebiet/erde/atmosphaere/klimaforschung/wolken/> (Download am 28.06.21).

Rahmstorf, S. & Schellnhuber, H. J. (2019): Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie. (Bd. 9. Auflage). München: C.H. Beck.

Reise, K. (2015) (Hg.): Kurswechsel Küste. Was tun, wenn die Nordsee steigt? Kiel: Wachholtz, Murmann Publishers (Hanse-Thesen zur Klimaanpassung).

Literurangaben

Repair Cafe (2021): Was ist ein Repair Café?

Zugriff über: <https://www.repaircafe.org/de/ueber/> (Download am 18.08.2021).

Rieckmann, M. (2018): Die Bedeutung von Bildung für nachhaltige Entwicklung für das Erreichen der Sustainable Development Goals (SDGs). ZEP – Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik, 2018(02). 4–10. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.31244/zep.2018.02.02> (19.10.22)

Roedel, W. & Wagner, T. (2011): Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre. Berlin: Springer-Verlag.

Romm, J. (2016): Climate Change. What everybody needs to know. New York: Oxford University Press.

Ruddiman, W. F. (2014): Earth's Climate. Past and Future. New York: W. H. Freeman and Company.

Schönwiese, C.-D. (2019): Klimawandel kompakt. Ein globales Problem wissenschaftlich erklärt. (2. durchgesehene und korrigierte Auflage). Stuttgart: Borntraeger.

Spektrum (1998): Fossile Energieträger. Zugriff über: <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/fossile-energietraeger/5233> (Download am 18.08.2021).

Spektrum (2001): Biosphäre. Zugriff über: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/biosphaere/1576> (Download am 18.08.2021).

Spörhase, U. (2012): Welche Allgemeinen Ziele verfolgt Biologieunterricht? In: Spörhase, U.: Biologie-Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. 5., überarbeitete Neuaufl., Berlin. 24–61.

Statista (2021): Verteilung der weltweiten Energieerzeugung nach Energieträger im Jahr 2019. Zugriff über: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167998/umfrage/weltweiter-energiemix-nach-energietraeger/> (Download am 26.09.21).

Streissguth, T. (2011): Extreme Weather. Confronting Global Warming. Detroit, New York, San Francisco, New Haven, Waterville, London: Greenhaven Press.

Terra X (ZDF) (2019a): Sieben Fakten zum Klimawandel. Zugriff über: <https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/sieben-fakten-zum-menschengemachten-klimawandel-100.html> (Download am 28.06.21).

Terra X (ZDF) (2019b): Wie CO₂ den Klimawandel verursacht. Zugriff über: <https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/klimafaktor-co2-erklaerclip-klimawandel-100.html> (Download am 24.05.21).

Literaturangaben

- Terra X (ZDF)** (2019c): So beeinflusst die Sonne das Klima. Zugriff über: <https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/klimafaktor-sonne-erklaerclip-klimawandel-100.html> (Download am 12.08.2021).
- Terra X (ZDF)** (2020a): Die Geschichte des Lebens auf 105 Metern. Zugriff über: <https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/lesch-und-co-erdgeschichte-auf-dem-fussballfeld-102.html> (abgerufen am: 05.06.21).
- Terra X (ZDF)** (2020b): Sibirien – Zurück in die Eiszeit. Faszination Erde mit Dirk Steffens. Zugriff über: <https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/faszination-erde-sibirien-zurueck-in-die-eiszeit-100.html> (abgerufen am 05.05.21).
- Terra X (ZDF)** (2020c): Zurück in die Eiszeit in drei Schritten. Zugriff über: <https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/videos/zurueck-in-die-eiszeit-in-drei-schritten-100.html> (abgerufen am 05.05.21).
- Tiede, P.; Touré, J. & Marre, J.** (2019): Deichverstärkung Dagebüll vor der Fertigstellung. Verfügbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/ministerien-behorden/Presse/PI/2019/1019/191004_Deichverstaerkung_Dagebuell.html (14.11.22)
- Totz, S.** (2012): Klimazeitbombe Permafrost. Zugriff über: <https://www.greenpeace.de/themen/klimawandel/folgen-des-klimawandels/klimazeitbombe-permafrost?BannerID=0818005015001047&gclid=CjwKCAiAiML-> (Download am 28.06.21).
- Treude, T. – GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel** (2021): Methanhydrat – das brennende Eis. Zugriff über: <https://www.geomar.de/news/article/methanhydrat-das-brennende-eis> (Download am 08.05.21).
- Umweltbundesamt** (2006): Klimagefahr durch tauenden Permafrost? Zugriff über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/357/dokumente/klimagefahr_durch_tauenden_permafrost.pdf (Download am 28.06.21).
- Umweltbundesamt** (2014): Küstenklima. Klimaschutz und Klimaanpassung an der deutschen Küste – Handlungsmöglichkeiten durch räumliche Planung und Küstenmanagement. Umweltbundesamt (Auftraggeber).
- Umweltbundesamt** (2016): Schwerpunkte 2016. Zugriff über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/sp2016_web.pdf (Download am 18.08.2021).
- Umweltbundesamt** (2017): Klimaschutz: Der Verkehr muss sofort umsteuern Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klimaschutz-der-verkehr-muss-sofort-umsteuern> (Download am 18.08.2021).
- Umweltbundesamt** (2019): WW-I-9: Intensität von Sturmfluten. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/ww-i-9-das-indikator#ww-i-9-intensitat-von-sturmfluten> (14.11.22)

Umweltbundesamt (2020a): Anpassung an den Klimawandel im Tourismus. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-kommunaler-ebene/anpassung-an-den-klimawandel-im-tourismus#steht-klimawandelanpassung-im-widerspruch-zu-klimaschutzmassnahmen-> (Download am 18.08.2021).

Umweltbundesamt (2020b). Häufige Fragen zur Energiewende. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/haeufige-fragen-zur-energiewende#ziele-wege-und-instrumente> (Download am 18.08.2021).

Umweltbundesamt (2020c): Netzausbau. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/netzausbau#europaischer-netzausbau> (Download am 18.08.2021).

Umweltbundesamt (2021): Übereinkommen von Paris. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/uebereinkommen-von-paris#ziele-des-ubereinkommens-von-paris-uvp> (Download am 19.10.22)

Umweltbundesamt (2021a): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhaus-Emissionen. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#klimagase-aus-der-viehhaltung> (Download am 18.08.2021).

Umweltbundesamt (2021b): Klimamodelle und Szenarien. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimamodelle-szenarien#was-sind-klimamodelle> (Download am 28.04.2021).

Umweltbundesamt (2021c). Klimaschutz und Klimawandelanpassung. Informationen und Handlungsansätze für touristische Destinationen. Zugriff über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/20210503_uba_folder_tourismus_und_klimaanpassung.pdf (Download am 18.08.2021).

Umweltbundesamt (2021d): Klimaschutz in der Landwirtschaft. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/landwirtschaft-umweltfreundlich-gestalten/klimaschutz-in-der-landwirtschaft#bewertung-der-massnahmen> (Download am 18.08.2021).

Umweltbundesamt (2021e): Umwelttipps für den Alltag. Zugriff über: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag> (Download am 18.08.2021).

Umweltbundesamt (2022): Veränderung der jahreszeitlichen Entwicklungsphasen bei Pflanzen. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/veraenderung-der-jahreszeitlichen#pflanzen-als-indikatoren-fur-klimaveranderungen> (14.11.22)

U.S. Climate Change Science Program and Subcommittee on Global Change Research

(2008): Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Heidelberg: Springer Spektrum. CCSP. Weather and Climate Extremes in a Changing Climate. Regions of Focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands. Ein Bericht von dem U.S. Climate Change Science Program und dem Subcommittee on Global Change Research. [Karl, T. R.; Meehl, G. A.; Miller, C. D.; Hassol, S. J.; Waple, A. M. & Murray, W. L. (Hg.)]. Washington, DC: U.S. Climate Change Science Program.

von Storch, H.; Meinke, I. & Claußen, M. (2018) (Hg.): Hamburger Klimabericht. Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland. Max-Planck Institut für Meteorologie und Meteorologisches Institut der Universität Hamburg; Norddeutsches Küsten- und Klimabüro am Institut für Küstenforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH; Institut für Küstenforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. (Download am 01.08.21).

Weisse, R. (2020): Küsten unter Druck. In: Spektrum der Wissenschaft (Hg.): Deutschland im Klimawandel. Welche Veränderungen bevorstehen – und wie wir ihnen begegnen können. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, S. 12-25.

Wiki Bildungsserver (2019): Klimawandel. RCP-Szenarien. Zugriff über: <https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/RCP-Szenarien> (Download am 12.05.2021).

Wiki Bildungsserver (2020): Klimazonen. Zugriff über: <https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimazonen> (Download am 18.08.2021).

Wiki Bildungsserver (2021): Kohlendioxidenzug durch Aufforstung. Zugriff über: https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlendioxidenzug_durch_Aufforstung (Download am 18.08.2021). World Meteorological Organization (2013): The global climate 2001 – 2010. A decade of climate extremes. Summary Report. Genf: World Meteorological Organization (WMO).

World Meteorological Organization (2020): Count every drop: every drop counts. Genf: World Meteorological Organization (WMO).

WWF Deutschland (2015) (Hg.): Klimaanpassung an weichen Küsten. Fallbeispiele aus Europa und den USA für das schleswig-holsteinische Wattenmeer. Unter Mitarbeit von Fröhlich, J.; Hofstede, J. & Rösner, H.-U. (2015). Husum: WWF Deutschland (WWF Studie). Zugriff über: https://www.wwf.de/fileadmin/user_upload/WWF-Studie-Klimaanpassung-an-weichen-Kuesten.pdf (Download am 12.02.2021).

WWF Deutschland (2016) (Hg.): Energie sparen – praktische Tipps für Ihren Haushalt. Zugriff über: <https://www.wwf.de/aktiv-werden/tipps-fuer-den-alltag/energie-spar-tipps/strom-sparen> (Download am 18.08.2021).

WWF (2021): Eisbären: Die Lebensgrundlage schmilzt. Zugriff über: <https://www.wwf.de/themen-projekte/bedrohte-tier-und-pflanzenarten/eisbaeren#:~:text=Eisb%C3%A4ren%3A%20Die%20Lebensgrundlage%20schmilzt,Tiere%20bleiben%20an%20Land%20zur%C3%BCck>. (Download am 01.08.21).

Schulische Umsetzung und Ausstellung

Aumann, P. & Duerr, F. (2014): Ausstellungen machen. 2. Aufl., Paderborn.

Baar R. & Schönknecht, G. (2018): Außerschulische Lernorte: didaktisch und methodische Grundlagen. Weinheim.

Comenius-Schule Flensburg (2022): Schulische Konzepte. Verfügbar unter: <https://comenius.flensburg.de/ueber-uns/konzepte> (24.10.22)

Falk, J. H.; Scott, C.; Dierking, L. D.; Rennie, L. & Jones, M. C. (2004): Interactives and Visitor Learning. Curator: The Museum Journal, 47. 171-198.

Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2013): The Museum Experience Revisited. New York.

Gemeinschaftsschule Bredstedt (2022): Unser Leitbild. Verfügbar unter: <https://www.gemeinschaftsschule-bredstedt.de/die-schule/schulinformationen/leitbild/> (24.10.22)

Gillmann, U. (2016): Die lehrreiche Ausstellung. In: Walz, M.: Handbuch Museum. Geschichte, Aufgaben, Perspektiven. Stuttgart. 257-261.

Goethe-Schule Flensburg (2022): Herzlich Willkommen. Verfügbar unter: <https://www.goethe.flensburg.de/> (24.10.22)

Gries, B. (1996): Das Naturkundemuseum als außerschulischer Lernort. Didaktik Biologie 5. Münster. 1-18.

James-Krüss-Schule Helgoland (2022a): Unterricht. Verfügbar unter: <https://www.jks-helgoland.de/seite/528501/unterricht.html> (24.10.22)

James-Krüss-Schule Helgoland (2022b): Startseite. Verfügbar unter: <https://www.jks-helgoland.de/> (24.10.22)

Korff, G. & Roth, M. (1990): Einleitung. In: Korff, G. & Roth, M.: Das historische Museum. Labor, Schaubühne, Identitätsfabrik. Frankfurt am Main. 9-37.

Kurt-Tucholsky-Schule (2022): Schulprofil der Kurt-Tucholsky-Schule Flensburg. Verfügbar unter: <https://www.kts-flensburg.de/index.php?pagesID=20> (24.10.22)

Mergen, S. (2016): Mediale Vermittlung in Museen. In: Commandeur, B.; Kunz-Ott, H.; Schad, K. (Hg.): Handbuch Museumspädagogik. Kulturelle Bildung in Museen. München. 193–197.

Ministerium für Schule und Berufsbildung des Landes Schleswig-Holstein (2014): Fachanforderungen Naturwissenschaften. Verfügbar unter: https://fachportal.lernnetz.de/files/Fachanforderungen%20und%20Leitf%C3%A4den/Sek.%20I_II/Fachanforderungen/Fachanforderungen_Naturwissenschaften_Sekundarstufe_I.pdf (24.10.22)

Multimar Wattforum (2022a): Startseite. Verfügbar unter: <https://multimar-wattforum.de/> (24.10.22)

Multimar Wattforum (2022b): Ausstellung. Verfügbar unter: <https://multimar-wattforum.de/ausstellung-aquarium/nationalpark-weltnaturerbe.html> (24.10.22)

Nelles, D. & Serrer, C. (2018): Kleine Gase – Große Wirkung: Der Klimawandel. Friedrichshafen.

Nelles, D. & Serrer, C. (2021): Machste dreckig – Machste sauber: Die Klimalösung. Friedrichshafen.

Nettke, T. (2016): Was ist Museumspädagogik? – Bildung und Vermittlung in Museen. In: Commandeur, B.; Kunz-Ott, H.; Schad, K. (Hg.): Handbuch Museumspädagogik. Kulturelle Bildung in Museen. München. 31–42.

Noschka-Roos, A. (1994): Besucherforschung und Didaktik. Ein museumspädagogisches Plädoyer. Wiesbaden.

Phänomenta Flensburg (2022): Eine Ausstellung zum Staunen, Machen, Denken. Verfügbar unter: <https://www.phaenomenta-flensburg.de/> (24.10.22)

Seehundstation Friedrichskoog (2022): Unsere Tiere. Verfügbar unter: <https://www.seehundstation-friedrichskoog.de/unsere-tiere/> (24.10.22)

Seehundstation Friedrichskoog (2022): Aufzucht und Rehabilitation. Verfügbar unter: <https://www.seehundstation-friedrichskoog.de/aufzucht-rehabilitation/> (24.10.22)

Seehundstation Friedrichskoog (2022): Ausstellungen. Verfügbar unter: <https://www.seehundstation-friedrichskoog.de/ausstellungen/> (24.10.22)

Waidacher, F. (1999): Handbuch der allgemeinen Museologie. Wien.

Resonanz des Projekts

Jie Li, C.; Monroe, M.; Oxarart, A. & Ritchie, T. (2019): Building teachers' self-efficacy in teaching about climate change through educative curriculum and professional development. *Applied Environmental Education & Communication*, 10.1080/1533015X.2019.1617806.

Krapp, A. (1992): Interesse, Lernen und Leistung. Neuere Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38 (5), 747–770.

Leper, C.; Stang, J.; McElvany, N. (2022): Bedeutung der wahrgenommenen Motivierungsqualität für intrinsische Motivation und Selbstkonzept von Grundschulkindern, *Unterrichtswissenschaft*, 50, 125-147. DOI: 10.1007/s42010-021-00121-y

Mayr, Johannes. (2015): Fragebögen zur Erkundung des Lehrens und Lernens an der Pädagogischen Akademie. DOI: 10.13140/RG.2.1.4356.5527

Nisbet, El & Zelenski, J. (2013): The NR-6: a new brief measure of nature relatedness. *Frontiers in Psychology*. 10.3389/fpsyg.2013.00813.

Thieroff, B.; Schubert, J. & Gölitz, D. (2021): Entwicklung und empirische Validierung eines kontextorientierten Skalenmodells zur Erfassung des Interesses von Schüler*innen am Klimawandel. DOI:10.1007/s40573-021-00125-2

Tomas, L., Girgenti, S. & Jackson, C. (2015): Pre-service teachers' attitudes toward education for sustainability and its relevance to their learning: implications for pedagogical practice. *Environmental Education Research*, DOI: 10.1080/13504622.2015.1109065

Ohlsen, N. (2018): Klimawandelbewusstsein und Akzeptanz erneuerbarer Energien. Online abrufbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-00107421-18>

Weß, R.; Priemer, B.; Weusmann, B.; Ludwig, T.; Sorge, S. & Neumann, I. (2020). Der Verlauf von lehrbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen angehender MINT-Lehrkräfte im Studium. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 34 (3-4), 221–238. DOI: 10.1024/1010-0652/a000272

Wilde, M.; Bätz, K.; Kovaleva, A. & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 31–45.

Danksagungen

Zum Abschluss bedanken wir uns herzlichst bei allen mitwirkenden Personen und Schulen und Ausstellungsorten, die es letztendlich erst ermöglicht haben, das Projekt „Der Norden taucht ab“ zu realisieren. Ohne ihre Unterstützung wäre das Projekt nicht denkbar gewesen.

Die Ausstellung wurde von der Abteilung für Biologie und ihre Didaktik und dem Umweltbildungszentrum der Europa-Universität Flensburg erstellt und gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU).

Ein herzliches Dankeschön gilt Bente Albrecht, die uns während der Entwicklung und Umsetzung der Informationstafeln tatkräftig unterstützt hat, für das gesamte Layout zuständig war und darüber hinaus zahlreiche gestalterische Ideen beigetragen und umgesetzt hat.

Ohne die umfassende Vorarbeit und Beteiligung vieler Lehramtsstudentinnen und Lehramtsstudenten der Europa-Universität Flensburg wäre die Ausstellung nicht realisierbar gewesen. Unter den vielen Beteiligten haben sich einige in besonderem Maße engagiert:

Marc Jöns

Jonna Frederike Kunde

Nicht zuletzt bedanken wir uns bei allen, die uns durch das freundliche Bereitstellen von Bildrechten unterstützt haben sowie bei Herrn Clemens Herrmann vom Oekom Verlag für die freundliche Unterstützung bei der Umsetzung dieses Buches.

Haftungsausschluss

Die Recherchen zu diesem Projekt wurden wissenschaftlich gründlich durchgeführt und entsprachen zum Zeitpunkt der schriftlichen Niederlegung dem Stand der Wissenschaft. Viele der dargestellten Sachverhalte sind jedoch komplex und unterliegen aktuell intensiver wissenschaftlicher Forschung, so dass insbesondere für Zahlenwerte keine Garantie übernommen werden kann.

Die Ausstellung und einige Begleitmaterialien enthalten Links zu externen Webseiten. Auf die Inhalte dieser Webseiten hat das Projektteam keinen Einfluss und kann somit auch nicht für deren Rechtmäßigkeit Gewähr übernehmen. Zum Zeitpunkt der Verlinkung waren keine Rechtsverstöße erkennbar. Eine dauerhafte Kontrolle kann jedoch nicht geleistet werden.

Autorinnen und Autoren



Nicole Heuken wurde 1991 geboren und hat Biologie und Deutsch für das Lehramt an Gemeinschaftsschulen an der Europa-Universität Flensburg studiert. Sie ist Post Doc in der Abteilung für Biologie und ihre Didaktik. Ihre Forschungsschwerpunkte sind außerschulische Lernorte mit dem besonderen Fokus auf Naturkundemuseen und Science-Centern und deren Ausstellungsgestaltung und Umsetzung.



Anna-Lena Schimmelpfennig wurde 1990 geboren und hat Biologie und Geschichte für Gemeinschaftsschullehramt an der Europa-Universität Flensburg studiert. Sie ist Post Doc in der Abteilung für Biologie und ihre Didaktik. Forschungsschwerpunkte sind außerschulische Lernorte mit dem besonderen Fokus auf Naturkundemuseen und Science-Centern und deren Ausstellungsgestaltung und Umsetzung.



Arne Bockwoldt, Jahrgang 1983, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Biologie und ihre Didaktik an der Europa-Universität Flensburg. Er promovierte 2018 zum Thema „Naturwissenschaftliche Untersuchungen in kollaborativer Kleingruppenarbeit – Konzeption und empirische Überprüfung eines außerschulischen Lehr-Lernlabors“. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich außerschulische Lernorte und Bildung für nachhaltige Entwicklung.



Freda Kühl wurde 1997 geboren und ist Masterstudentin an der Europa-Universität Flensburg für Lehramt an Gemeinschaftsschulen mit der Fächerkombination Biologie und Deutsch. Zudem ist sie Wissenschaftliche Hilfskraft in der Abteilung Biologie und ihre Didaktik.



Elisabeth Heimbach ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Biologie und ihre Didaktik an der Europa-Universität Flensburg. Zuvor studierte sie Bildungswissenschaften und Lehramt für Gemeinschaftsschule. Ihre Forschungsinteressen liegen bei außerschulischen Lernorten und Naturerleben.



Andreas Christian ist seit 1999 Professor für Biologie und ihre Didaktik an der Europa-Universität Flensburg. Forschungsschwerpunkte sind die Funktionelle Morphologie der Wirbeltiere sowie das Besucherverhalten in außerschulischen Bildungseinrichtungen. Er hat mehrere Ausstellungen in Museen und Science-Centern initiiert und mitgestaltet.

Der menschengemachte Klimawandel ist Realität – und die Generation Z wird mit den unvermeidbaren Folgen leben müssen. Um diese minimal zu halten, müssen alle entschieden gegen den Klimawandel vorgehen. Während die Auswirkungen in einigen Regionen sichtbar sind als in anderen Gegenden der Erde, werden sie letztlich direkt oder indirekt die gesamte Menschheit betreffen.

Um die Generation der heutigen Kinder und Jugendlichen über die Ursachen, Mechanismen und Folgen des Klimawandels aufzuklären, hat die Abteilung für Biologie und Didaktik der Europa-Universität Flensburg für Schülerinnen und Schüler eine Wanderausstellung gestaltet. Während das Projekt geografisch in der besonders vom Klimawandel betroffenen Küstenregion Norddeutschlands startet, geht seine Perspektive darüber hinaus. Dieses Begleitbuch informiert über den Entstehungsprozess, die Ergebnisse und die Resonanz des Projektes. Die Ausstellung animiert Schülerinnen und Schüler, sich gemeinsam mit ihren Lehrkräften aktiv mit ihrem Lebensstil auseinanderzusetzen – für eine nachhaltige, klimafreundliche und zukunftsbewusste Lebensweise.

