

Klimaanpassung im Schulumfeld – Planung und Reflexion einer Unterrichtseinheit zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an Hitze

Steffen Ciprina

Willy-Brandt-Gesamtschule Bochum
steffen.ciprina@ruhr-uni-bochum.de

Kevin Süßmann

Mallinckrodt-Gymnasium Dortmund
kevin.suessmann@ruhr-uni-bochum.de

Abstract:

Despite the social relevance and omnipresence of climate change, current curriculum analyses show that the topic is currently anchored differently in the German education system between the federal states (e.g. Siegmund Space & Education gGmbH & rgeo 2021; Klüsener & Wittlich 2023) and therefore advocate an increase in learning materials and best practice examples for classroom exploration. Excursions represent a promising approach for such a classroom-based examination of climate change-related topics, as phenomena such as climate protection and climate adaptation measures are visible to learners in the field. The following best practice example shows a learning unit, in which pupils map and evaluate climate adaptation measures in their own school environment.

Keywords: *Climate Change Education, Excursions, Climate Change Adaptation*

Abstrakt:

Trotz der gesellschaftlichen Relevanz und Allgegenwärtigkeit des Klimawandels verdeutlichen aktuelle Lehrplananalysen, dass die Thematik im deutschen Bildungssystem zwischen den Bundesländern derzeit unterschiedlich verankert ist (u. a. Siegmund Space & Education gGmbH & rgeo 2021; Klüsener & Wittlich 2023) und sprechen sich daher für eine Zunahme an Lernmaterialien und Best Practice-Beispielen zur unterrichtlichen Ergründung aus. Exkursionen stellen dabei einen vielversprechenden Zugang für eine solche unterrichtliche Auseinandersetzung mit klimawandelbezogenen Themenfeldern dar, da Phänomene, wie Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen im Gelände für Lernende sichtbar sind. Das folgende Best Practice-Beispiel zeigt eine Lerneinheit, in der Schüler*innen Klimaanpassungsmaßnahmen im eigenen Schulumfeld kartieren und bewerten.

Stichwörter: *Klimabildung, Exkursionsdidaktik, Klimaanpassung, Schulumfeld*

1. Einleitung

Der fortschreitende Klimawandel führt nach Angaben des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), als zentrale Forschungsinstitution, zu Zunahmen der Intensität und Häufigkeit von Extremwetterereignissen in Mitteleuropa (IPCC 2021: 33). Diese umfassen beispielsweise Hitzeereignisse, die sich bei größerer Intensität auch über einen Zeitraum von mehreren Tagen erstrecken können und als Hitzewellen bezeichnet werden (Tinz, Freydank & Hupfer, 2014: 1). Aufgrund der gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze für den menschlichen Körper existiert während Hitzeereignissen eine Übersterblichkeit, sodass Kunz-Plapp (2018: 20) Hitze als „tödlichste Naturgefahr“ der letzten 70 Jahre bezeichnet. In Anbetracht dieser Erkenntnisse erlangt die Implementierung von Maßnahmen zur Anpassung an gegenwärtige und künftige Hitzewellen eine zunehmende Relevanz.

Durch die eigene Betroffenheit von Schüler*innen in ihrer unmittelbaren Lebenswelt bietet der Lerngegenstand „Hitze“ authentische Anknüpfungspunkte für die unterrichtliche Auseinandersetzung. Bereits im eigenen Schulumfeld existieren verschiedene Potenziale und ggf. bereits umgesetzte Maßnahmen einer klimagerechten Stadtentwicklung, die Ausgangspunkte für Lerneinheiten darstellen können. Das übergeordnete Ziel dieses Praxisbeitrags ist die Vorstellung einer prototypisch geplanten und durchgeführten Unterrichtssequenz (basierend auf einer Masterarbeit), in der Schüler*innen im Rahmen einer Exkursion die eigene Schulumgebung hinsichtlich umgesetzter Anpassungsmaßnahmen erkunden und potenzielle weitere Maßnahmen zur Reduktion der Gefährdung gegenüber Hitze als Lösungsstrategien entwickeln sollen.

Dies geschieht im Rahmen dieses Artikels nach einer Einführung in die fachwissenschaftlichen Grundlagen der Klimaanpassung an Hitze sowie der Begründung der Eignung des Themas als Bildungsinhalt für Exkursionen und im Zusammenhang mit dem Lernen vor Ort innerhalb der Climate Change Education (CCE).

2. Fachwissenschaftlicher Hintergrund: Klimaanpassung an Hitze

Aufgrund der langen Verweildauer von Treibhausgasen in der Atmosphäre und der damit einhergehenden Verstärkung des anthropogenen Klimawandels werden ergriffene Klimaschutzmaßnahmen voraussichtlich erst in zukünftigen Jahrzehnten ihre Wirkung vollständig entfalten können. Diese Erkenntnis wird von Schönwiese (2019: 110) als „langer Bremsweg“ des Klimawandels verbildlicht dargestellt. Aus dieser Erkenntnis heraus gewinnt die Klimaanpassung als Strategie für den Umgang mit den bereits auftretenden Folgen des Klimawandels an Bedeutung. Dies gilt insbesondere auch vor dem Hintergrund von Hitzeereignissen, deren Auswirkungen für den Menschen deutlich spürbar sind und unmittelbare, gefährliche Erkrankungen (z. B. Hitzschläge) hervorrufen können. Der IPCC (2021: 33) geht mit einer Wahrscheinlichkeit von über 99% davon aus, dass sich Hitzeereignisse in Mitteleuropa zukünftig in ihrer Intensität und Häufigkeit verstärken werden. Unter Berücksichtigung absoluter Mortalitätszahlen lassen sich Hitzewellen als gefährlichste Naturgefahr Mitteleuropas seit dem 20. Jahrhundert bezeichnen (Kunz-Plapp, 2018: 20; European Environment Agency, 2017: 207). Beispielsweise ermittelte eine Studie von Watts et al. (2021: 136), dass 20.000 Todesfälle im Jahr 2018 in Deutsch-

land durch Hitzeereignisse verursacht wurden. Um die Dringlichkeit und Notwendigkeit einer Anpassung an Hitze derzeitiger und zukünftiger Generationen zu verdeutlichen, führen Thierry et al. (2021: 158) folgenden Vergleich an: Während eine im Jahr 1960 geborene Person in ihrem Leben durchschnittlich 6 Hitzewellen erfährt, liegt diese Anzahl bei einem 2020 geborenen Kind nach Modellrechnungen bei einer Anzahl von potenziell über 30 Hitzewellen, wenn die Erderwärmung weiter voranschreitet.

Die Exposition und Vulnerabilität einer Person gegenüber Hitzeereignissen variieren aufgrund verschiedener individueller Faktoren (Ellerbrake, Otto & Grudzielanek, 2021: 10). So sind unter anderem Menschen mit Vorerkrankungen (z. B. Herz-Kreislaufsystem) sowie Senioren und Kleinkinder häufiger von hitzebedingten Symptomen betroffen (World Health Organization, 2019: 7). Jedoch können auch äußere Faktoren wie der Beruf oder die Wohnbedingungen einer Person einen Einfluss haben. Insbesondere die Stadtbevölkerung sieht sich aufgrund der hitzeverstärkenden Eigenschaften des Stadtklimas (z. B. Wärmespeicherung von Gebäuden und Oberflächen) einer größeren thermischen Belastung ausgesetzt (Matzarakis, Muthers & Graw, 2020: 1004). Zur Identifikation besonders hitzebelasteter Gebiete im urbanen Raum werden auf kommunaler Ebene daher sog. Hitzegefährdungskarten erstellt.

Im Rahmen der Anpassung an Hitze

lassen sich verschiedene Maßnahmen umsetzen, die in der Regel einerseits auf einer strukturellen, stadtplanerischen lokalen/regionalen Ebene oder andererseits auf der lokalen, individuellen Handlungsebene von betroffenen Personen ansetzen (Ellerbrake et al., 2021: 17-22). Strukturelle Maßnahmen verfolgen, insbesondere in Städten, das Ziel der Umsetzung einer Entsiegelung verdichteter Flächen (z. B. Asphalt), die unter anderem aufgrund ihrer wärmespeichernden Eigenschaften und geringen Albedo zu einer Verstärkung der thermischen Belastung beitragen (Henninger & Weber, 2020: 101). Eine Entsiegelung findet dabei oftmals zugunsten grüner und blauer Infrastrukturen statt, da diese, durch Evaporation und Transpiration, Potenziale zur lokalklimatischen Entlastung besitzen. Bei einer räumlichen Verknüpfung von grünen und blauen Infrastrukturen¹ können zudem Luftleitbahnen geschaffen werden, mit denen hitzegefährdete Gebiete gekühlt werden können (Henninger & Weber, 2020: 222). Des Weiteren erhöhen Verschattungsmaßnahmen die Aufenthaltsqualität im urbanen Raum und schützen vor einer direkten Sonneneinstrahlung. Für eine detaillierte Darstellung verschiedener, struktureller Anpassungsmaßnahmen (z. B. Dach- und Fassadenbegrünungen) werden Kuttler (2018), Deutscher Städtetag (2019) sowie Ellerbrake et al. (2021) empfohlen.

Während strukturelle Maßnahmen oftmals in den Aufgabenbereich von Städten und Kommunen fallen, sind verhaltens-

¹ Grüne Infrastrukturen sind ein Netzwerk aus natürlichen bzw. naturnahen Grünflächen. Dazu zählen großflächig beispielsweise Parks und Wälder, in kleineren Maßstäben aber auch Gärten, einzelne Bäume sowie Dach- und Fassadenbegrünungen. Blaue Infrastrukturen stellen Netzwerke aus Wasserflächen dar, deren Elemente von natürlichen Flussläufen bis hin zu kleineren Wasserspielen in Innenstädten reichen können. Oftmals findet in der Stadtplanung auch eine Kombination von Elementen der grünen und blauen Infrastrukturen statt.

bezogene Maßnahmen in der Regel von Individuen selbst umsetzbar. Bereits das Tragen von heller und luftig sitzender Kleidung reduziert die Gefährdung einer Person gegenüber Hitze. Weitere individuelle Anpassungsmaßnahmen umfassen laut Kunz-Plapp (2018: 23) beispielsweise eine ausreichende Wasserzufuhr, das Meiden von anstrengenden Aktivitäten zur Mittagszeit sowie die Verdunklung von exponierten Räumen in Gebäuden.

3. Fachdidaktischer Hintergrund: Climate Change Education (CCE)

Obwohl der Klimawandel und dessen Folgen äußerst zentrale Gegenstände des medialen, gesellschaftlichen und politischen Diskurses des 21. Jahrhunderts in Deutschland darstellen, verdeutlichen aktuelle Bildungsplananalysen (Siegmond Space & Education gGmbH & rgeo 2021; Klüsener & Wittlich 2023), dass die curriculare Verankerung des Klimawandels zwischen den Bundesländern als stark variierend einzuschätzen, jedoch maßgeblich im Unterrichtsfach Geographie zu verorten ist. Für die bildende Auseinandersetzung mit dem Klimawandel ist die Climate Change Education (Abk. CCE, dt. Klimabildung), maßgeblich durch die Vereinten Nationen als Spezifikation der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) entwickelt, ein zentrales Konzept (Chang, 2022: 24). Die UNESCO (2023) definiert die Climate Change Education wie folgt: CCE „helps people understand and address the impacts of the climate crisis, empowering them with the knowledge, skills, values and attitudes needed to act as agents of change“. Für die Bewältigung des Klimawandels nimmt die CCE somit eine Schlüsselfunktion ein, indem sie Individuen zu einem adäquaten Umgang mit dem Klimawandel befähigen soll, sodass diese als

sog. „Change Agents“ fungieren können. Laut der Deutschen UNESCO Kommission (2014: 20) werden Change Agents in der BNE als Personen bezeichnet, „die sich am Leitbild nachhaltiger Entwicklung orientieren, als Promoterinnen und Promotoren sozialer Innovationen auftreten, neue Anreize schaffen und anderen Impulse für die Transformation hin zu einer nachhaltigen Entwicklung“ geben.

Dem Geographieunterricht wird bei der Vermittlung der CCE in der Schule eine wichtige Aufgabe zuteil, da diese in den deutschen Bildungsplänen maßgeblich in diesem Unterrichtsfach zu verorten ist (Siegmond Space & Education gGmbH & rgeo, 2021: 19-27). Jedoch werden häufig grundlegende Begrifflichkeiten, die Betrachtung der Folgen des Klimawandels und weniger potenzielle Lösungsstrategien für den Umgang mit Klimawandelfolgen aufgegriffen. Die Klimaanpassung stellt, wie in Abschnitt 2 skizziert, eine solche zentrale Lösungsstrategie für bereits auftretende Folgen des Klimawandels dar. Dennoch ist die Klimaanpassung nach der Lehrplananalyse von Klüsener und Wittlich (2023: 55) lediglich in sechs curricularen Lehrplänen der deutschen Bundesländer explizit verankert. Im Folgenden wird daher die Eignung der Klimaanpassung als Bildungsinhalt innerhalb der CCE aufgezeigt, deren Vermittlung insbesondere auf der lokalen Handlungsebene von Schüler*innen stattfinden kann.

4. Klimaanpassung an Hitze auf der lokalen Handlungsebene als geeigneter Bildungsinhalt

Die unterrichtliche Auseinandersetzung mit dem Gegenstand der Klimaanpassung bietet authentische Anknüpfungspunkte an die Lebenswelt von

Schüler*innen (Wankmüller, Graulich, Rochholz, Fiene & Siegmund, 2022: 78), da diese selbst in der Gegenwart von Hitzeereignissen betroffen sind und sich diese Betroffenheit in Zukunft durch die Zunahme von Hitzeereignissen noch weiter intensivieren wird. Wie bereits innerhalb der fachwissenschaftlichen Einführung skizziert, können bereits einfache, individuelle Handlungen die eigene Vulnerabilität gegenüber Hitze verringern, sodass sich Unterrichtseinheiten für die lokale Handlungsebene der Lernenden ausgestalten lassen können. Laut Anderson (2012: 193) bieten sich zur Vermittlung von Inhalten der CCE, wie der Klimaanpassung, besonders bottom-up orientierte Bildungsangebote an, in denen Lernenden erst die Relevanz in der eigenen Lebenswelt verdeutlicht wird und diese im Anschluss für selbst umsetzbare Handlungsoptionen sensibilisiert werden.

Im Gegensatz zum Klimaschutz ist das Wissen zur Klimaanpassung bei Schüler*innen häufig defizitär ausgeprägt (u. a. Schrot et al., 2019: 542; Graulich, Schärting, Kuthe, Fiene, & Siegmund, 2021: 8), sodass Unterrichtseinheiten zur Klimaanpassung verstärkt eingesetzt werden sollten, um über den Umgang mit den bereits auftretenden Folgen des Klimawandels aufzuklären. Eine Priorisierung des Klimaschutzes gegenüber der Klimaanpassung ist in Deutschland beispielsweise auf der politischen Ebene zu beobachten, indem unter anderem das Sustainable Development Goal 13 „Climate Action“ (United Nations, 2015: 25) als „Maßnahmen zum Klimaschutz“ ins Deutsche übersetzt wurde, jedoch inhaltlich explizit sowohl Klimaschutz- als auch Klimaanpassungsmaßnahmen innerhalb der Teilziele inkludiert.

Die Visualisierung der Klimaanpassung stellt laut Wankmüller et al. (2022: 78) eine wichtige Stellschraube einer unterrichtli-

chen Vermittlung und handlungsorientierten Sensibilisierung von Lernenden dar. Aufgrund der direkten Beobachtbarkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen auf der lokalen Maßstabsebene bietet sich eine unterrichtliche Auseinandersetzung im Realraum mit diesem Lerngegenstand, beispielsweise in Form von Exkursionen, an. So lassen sich im städtischen Umfeld einerseits sowohl hitzegefährdete Bereiche identifizieren als auch andererseits konkrete Anpassungsmaßnahmen als Lösungsstrategien beobachten und bewerten (Schmalor, Cipriana, Ellerbrake & Becker, 2022: 94). Diese Vorgehensweisen für Lerneinheiten auf Exkursionen werden im Rahmen von Exkursionseinheiten von verschiedenen Autor*innen (Graulich et al., 2021: 16; Schmalor et al., 2022: 99) empfohlen. Zudem besitzen Schüler*innen oftmals eine wahrgenommene psychologische Distanz zu Phänomenen des Klimawandels (u. a. Milfont 2010: 32-34.; Gubler, Brügger & Eyer, 2019: 134-136), sodass die Autor*innen empfehlen, relevante Folgen im Nahraum mit Schüler*innen verstärkt unterrichtlich aufzugreifen.

5. Darstellung der Unterrichtseinheit

Auf Grundlage der fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausführungen zur Klimaanpassung an Hitze sowie ihrer Eignung zur Vermittlung auf der lokalen Handlungsebene folgt nun die Darstellung der beispielhaften Unterrichtseinheit mit insgesamt vier Doppelstunden. Die Idee des Artikels entspringt einer geographiedidaktischen Masterarbeit. Zudem wurde die entwickelte Lerneinheit im Rahmen einer Lehrtätigkeit an der Schiller-Schule in Bochum mit einem Geographiekurs der Einführungsphase (Jahrgangsstufe

10 in Nordrhein-Westfalen mit 8-jährigem Abitur) durchgeführt.

Die Lerneinheit knüpft an den in Abschnitt 3 skizzierten Ansatz der CCE an. Angesichts der Dringlichkeit von Handlungen im fortschreitenden Klimawandel und der weitreichenden Auswirkungen auf alle Lebensbereiche ist es unerlässlich, didaktische Überlegungen zur Thematisierung klimawandelbezogener Lerneinheiten einem größeren Personenkreis zu eröffnen und deren Umsetzung zu reflektieren. Durch den praxisorientierten Ansatz bietet die Unterrichtseinheit eine Grundlage, die sich andere Lehrer*innen nutzbar machen können, um das Thema im schulischen Umfeld zu erproben. Mitunter weisen Schulbücher bei der Thematisierung der Klimaanpassung gegenüber Hitze Leerstellen auf, sodass in fachdidaktischen Zeitschriften in den letzten Jahren verschiedene Praxisbeiträge zum Lerngegenstand entstanden sind (u. a. Coen & Wenz, 2022; Reeh & Najork, 2022; Ciprina & Ellerbrake, 2024). Die Struktur und Methodik der Einheit ist so gestaltet, dass die integrierte Exkursion mit geringen standortbezogenen Veränderungen (z. B. Rückgriff auf Klimaanalysekarten oder Klimaanpassungskonzept des Untersuchungsgebiets) räumlich flexibel durchführbar ist und an verschiedene schulische Kontexte angepasst werden kann.

Das Thema der Lerneinheit lässt sich im Kernlehrplan des Landes Nordrhein-Westfalen für Gymnasien und Gesamtschulen dem Inhaltsfeld 1 „Lebensräume und deren naturbedingte sowie anthropogen bedingte Gefährdung“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014: 22) mit dem Schwerpunkt „Landschaftszonen als räumliche Ausprägung des Zusam-

menwirkens von Klima und Vegetation sowie Möglichkeiten zu deren Nutzung als Lebensräume“ (ebd.) zuordnen. Eine anzubahnde Sachkompetenz ist das „[E]rläutern anthropogene[r] Einflüsse auf gegenwärtige Klimaveränderungen und deren mögliche Auswirkungen (u. a. Zunahme von Hitzeperioden [..])“ (ebd.) sowie die Urteilskompetenz des „[B]eurteilen[s] [von] Möglichkeiten zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs vor dem Hintergrund der demographischen und ökonomischen Entwicklung“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014: 23).

5.1. Ziele der Unterrichtssequenz

Das übergeordnete Ziel der Unterrichtssequenz ist die Auseinandersetzung mit den lokalen Klimawandelfolgen in Form von Hitze sowie geeigneten Anpassungsmaßnahmen im eigenen Schulumfeld, die im Rahmen einer räumlichen Erkundung stattfindet. Dabei umfasst die gesamte Unterrichtssequenz verschiedene Teilziele zur Vermittlung fachspezifischer Kompetenzen, die im Folgenden zur besseren Übersicht stichpunktartig dargestellt werden. Die Darstellung erfolgt unter Bezug auf die für das Bundesland NRW verpflichtend zu fördernden Kompetenzbereiche des Kernlehrplans, wobei ein besonderes Augenmerk auf die Förderung von Sach- und Handlungskompetenz der Lernenden gelegt wird.

Sachkompetenz

- Grundlagen der Klimaanpassung: Die Schüler*innen „erläutern anthropogene Einflüsse auf gegenwärtige Klimaveränderungen und deren mögliche Auswir-

kungen (u. a. Zunahme von Hitzeperioden [...])“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014: 22). Sie sollen die Auswirkungen dieser Klimaänderungen auf die Umwelt und das tägliche Leben am Beispiel der Klimawandelfolgen von Hitze in Städten nachvollziehen, verschiedene Anpassungsmaßnahmen beschreiben sowie ihre Bedeutung für die zukünftige Gestaltung von Städten erläutern.

Handlungskompetenz

- **Klimaanpassungsmaßnahmen:** Die Schüler*innen „präsentieren Möglichkeiten der Einflussnahme auf raumbezogene Prozesse im Nahraum“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014: 22). Die Schüler*innen sollen verschiedene Klimaanpassungsmaßnahmen im Raum beschreiben und deren Umsetzung/Potenziale infolge einer räumlichen Erkundung des eigenen Schulumfeldes beurteilen. Darüber hinaus sollen sie eigene standortbezogene Anpassungsmaßnahmen entwickeln und Handlungsempfehlungen aussprechen. Diese umfassen städtebauliche Anpassungen wie die Entsiegelung und die Begrünung zur Verbesserung des Stadtklimas.

Methodenkompetenz

- **Digitale Kartierung:** Die Schüler*innen „stellen geographische Informationen graphisch dar (Kartenskizzen, Diagramme, Fließschemata/Wirkungsflechte)“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014: 20), indem sie raumbezogene Informationen im Rahmen einer Exkursion zur Klimaanpassung digital kartieren und aufbereiten.

5.2 Ablauf der Lerneinheit

Die Lerneinheit umfasst insgesamt vier Doppelstunden, wobei der Fokus der

Ausführungen stärker auf der dritten Doppelstunde liegt, in der die Exkursion der Schüler*innen im schulischen Nahraum zur Analyse und Entwicklung von Klimaanpassungsmaßnahmen im Schulumfeld stattfindet. In der im Rahmen der Masterarbeit durchgeführten Lerneinheit verfügten die Lernenden nur über grundlegende und zwischen den Schüler*innen stärker variierende Wissensbestände, sodass auch thematische Grundlagen des Klimawandels zur Angleichung der Lernniveaus aufgegriffen werden mussten. Je nach Voraussetzung der Lerngruppe kann die erste Doppelstunde der Unterrichtssequenz daher auch übersprungen werden.

Die **erste Doppelstunde** thematisiert die Grundlagen des anthropogenen Klimawandels, im speziellen dessen Ursachen sowie globale Folgen. Sie dient als Wiederholungsstunde, da die Lernenden mitunter über stark variierende Wissensbestände verfügen. Zu Beginn der Doppelstunde sollen die Schüler*innen ihre Assoziationen zum anthropogenen Klimawandel und dessen Folgen mithilfe von Einträgen in einer Wortwolke verbalisieren (z. B. CO₂, Treibhausgase, Treibhauseffekt, Abschmelzen der Pole, Pariser Klimaabkommen, Erderwärmung, Hitzewelle, Wetterextreme, Meeresspiegelanstieg). Aufgabe der Schüler*innen ist es, anhand passender Materialien die Klimaveränderungen seit der Industrialisierung und ihre Folgen für den Menschen darzustellen. Dazu wird ein Fokus auf das Verständnis des Anstiegs der globalen Mitteltemperatur sowie des 1,5-Grad Ziels gelegt. Im Rahmen einer Gruppenarbeit erstellen die Lernenden Lernprodukte in Form von FactSheets (Dokument, das Schlüsselinformationen prägnant zusammenfasst, häufig in Listenform), die die Entwicklungen

des anthropogenen Klimawandels von der Industrialisierung bis in die heutige Zeit übersichtlich zusammenfassen.

Die **zweite Doppelstunde** greift die Folgen des anthropogenen Klimawandels in Form des Extremwetterereignisses Hitze auf, setzt jedoch einen Schwerpunkt auf die Betrachtung der lokalen Klimawandelfolgen in Bochum. Zum Einstieg in die Stunde präsentiert die Lehrkraft den Lernenden Bilder/Grafiken, die Auswirkungen der Klimawandelfolge Hitze in Bochum aufzeigen (u. a. Zunahme der Hitzetage im Stadtgebiet). Ergänzt werden die Bilder durch die fiktive Schlagzeile „Der Klimawandel ist DA – Bochum muss sich an Klimawandelfolgen anpassen“ ergänzt. Ausgehend von dieser Schlagzeile formulieren die Lernenden eine Leitfrage der Unterrichtsstunde. Im Folgenden erhalten die Schüler*innen detaillierte Materialien zur Zunahme sowie den Auswirkungen von Hitzeereignissen in Bochum (u. a. besonders gefährdete Bereiche in der Stadt, Mortalitätsraten bei Hitze). Die Materialien entstammen dem Klimaanpassungskonzept der Stadt Bochum, das eine gute Datengrundlage bietet. Nachdem die Ergebnisse zwischengesichert wurden, analysieren die Schüler*innen konkrete Anpassungsmaßnahmen gegenüber Hitze, die im Anpassungskonzept übersichtlich dargestellt werden. Diese umfassen beispielsweise die Schaffung von Grün- und Wasserflächen sowie Verschattungsmaßnahmen. Diese inhaltlichen Grundlagen zu den Hitzeauswirkungen in Bochum sowie geeigneten Anpassungsmaßnahmen sind für die räumliche Erkundung des Schulumfelds in der folgenden Doppelstunde essenziell.

Die **dritte Doppelstunde** stellt den Schwerpunkt der Unterrichtssequenz dar,

da hier die Exkursion im Nahraum der Schule stattfindet, im Rahmen derer die (digitale) Kartierung von umgesetzten Klimaanpassungsmaßnahmen an Hitze im Gebiet stattfindet.

Die Lehrperson legt im Vorfeld der Stunde ein geeignetes Exkursionsgebiet fest. Dieses ist in kleinere Gebiete unterteilt und ermöglicht den Kleingruppen (4 Schüler*innen) eine intensive, thematische Auseinandersetzung. Es ergibt Sinn, Exkursionsgebiete doppelt zu vergeben, um Vergleiche zwischen einzelnen Gruppen zu ermöglichen. Das Exkursionsgebiet der durchgeführten Lerneinheit findet sich unter folgendem Link: http://umap.openstreetmap.fr/de/map/klimaanpassungsmanahmen-im-schulischen-umfeld_1015761 (erstellt auf Grundlage von OpenStreetMap Mitwirkende 2024)

Die Kartengrundlage ist OpenStreetMap. Dort ist es möglich, nach einer Registrierung, eigene Kartengrundlagen zu gestalten und an ihnen kollaborativ zu arbeiten.

Auf der Karte sind fünf Polygone ersichtlich: die Schule, die als Ausgangspunkt der Exkursion dient sowie vier ergänzende Exkursionsgebiete im Schulumfeld, die sich farblich unterscheiden. Die Gruppen können in den Polygonen der Exkursionsgebiete arbeiten und ihre Ergebnisse in Form von Markierungen mit Notizen auf der digitalen Karte sichern. Jede Gruppe arbeitet dabei jedoch in einer eigenen Version der Kartendarstellung. Das hat die Vorteile, dass die Übersichtlichkeit erhalten bleibt und Ergebnisse anderer Gruppen nicht fälschlicherweise bearbeitet werden. Die Ergebnisse sind direkt für alle Lernenden sowie die Lehrkraft sichtbar und geben Auskunft über den aktuellen Bearbeitungsstand.

Der Arbeitsauftrag zur Kartierung lautet:

- Beschreibt bereits umgesetzte Maßnahmen zur Reduzierung der städtischen Hitze oder solche, die Potenzial zur Reduzierung der städtischen Hitze im Untersuchungsgebiet aufweisen. Markiert den entsprechenden Punkt auf der Karte und ergänzt diesen durch ein Foto.

Das Exkursionsgebiet ist so gewählt, dass es innerhalb von zweimal 45 Minuten gut erschlossen werden kann und dadurch weder zu einer starken Über- noch Unterforderung führt. Im Vorfeld sollten versicherungstechnische Aspekte im Rahmen von Exkursionen mit den Lernenden/ Erziehungsberechtigten geklärt sein (u. a. Einwilligung zur Arbeit in Kleingruppen im Gelände).

Diskutabel ist die Frage, welches digitale Endgerät (Smartphone oder Tablet) zur Kartierung genutzt werden soll. Es ist davon auszugehen, dass zumindest jede Gruppe über ein internetfähiges Smartphone verfügt. Die Datenverbindung ist eine Grundvoraussetzung, um in der Karte arbeiten zu können. Aufgrund der kleinen Bildschirme kann das Arbeiten auf der Karte mit Smartphones ungenau sein oder es kann zu ungewollten Bearbeitungen kommen. Dies ist ein Grund, die Nutzung von Tablets zu favorisieren. Bei der Durchführung an der Bochumer Schule konnte auf die für die Schüler*innen standardmäßig angeschafften Tablets zurückgegriffen werden. Die Arbeit mit Tablets ist komfortabler, erfordert jedoch die Verbindung durch einen Hotspot, den die Gruppen über ihre privaten Smartphones herstellen. Bei der Arbeit mit der digitalen Karte empfiehlt sich im Klassenraum eine kurze Einführung in die für die Schüler*innen wichtigen Funktionen. Dies umfasst

hauptsächlich das Setzen von Markierungen, die Beschriftung dieser sowie das Speichern der Bearbeitung.

Eine alternative Umsetzung der Lerneinheit ist das analoge Kartieren und spätere Eintragen in eine digitale Karte. Dazu stellt die Lehrperson den Schüler*innen, entsprechend ihren Gruppen, Karten mit den ausgedruckten Exkursionsgebieten zur Verfügung.

Die Gruppen markieren auf der analogen Karte die Standorte, die sie analysiert haben und tragen diese später an einem mobilen Endgerät in die gemeinsame Karte ein. Diese Form erfordert von den Schüler*innen eine Orientierung auf den jeweiligen Kartenwerken, ist jedoch ohne digitale Endgeräte durchführbar. Die Schüler*innen erhalten abschließend die Aufgabe, ihre kartierten Ergebnisse in der folgenden, letzten Doppelstunde der Lerneinheit zu präsentieren.

Die Aufgabe für die Präsentation lautet:

Stellt die Ergebnisse eurer Kartierung in geeigneter Weise dar.

Der offene Arbeitsauftrag lässt sich mit Schüler*innen durchführen, die methodisch geschult sind und auf einen methodischen Fundus zurückgreifen können. Bei ungeübteren Lerngruppen empfiehlt sich eine konkretere Ergänzung, wie z. B. 'Stellt die Ergebnisse eurer Kartierung auf einer digitalen Karte dar.' Das Zeigen eines Best Practice-Beispiels fördert die Klarheit bei den Schüler*innen.

Die Präsentation der Ergebnisse der Exkursion erfolgt innerhalb der **vierten Doppelstunde**. Dabei werden die Lernprodukte kriteriengeleitet diskutiert. Die Kriterien ergeben sich aus der fachlichen Richtigkeit, der Quantität der Anpassungsmaßnahmen und der Frage, ob es sich bei der gefundenen Maßnahme um eine potenzielle oder eine realisierte Anpassungs-

maßnahme handelt. Wenn eine potenzielle Anpassungsmaßnahme gefunden wurde, sollten konkrete Handlungsoptionen aufgezeigt werden, um sie umzusetzen.

Abbildung 1 zeigt eine erarbeitete Schülerlösung, in der umgesetzte und potenzielle Anpassungsmaßnahmen kartiert wurden. In der Präsentation wurde von der zugehörigen Gruppe ein besonderes Augenmerk auf Maßnahmen gelegt, die

bereits von Einzelpersonen bzw. Grundstücksbesitzer*innen mit eigenen Handlungen umgesetzt werden können (z. B. Entsiegelung von Vorgärten). Die Ergebnisse der Schüler*innen zeugten davon, dass insbesondere Begrünungen und Verschattungen als geeignete Anpassungsmaßnahmen an Hitze identifiziert wurden. Blaue Infrastrukturen als Anpassungsmaßnahmen wurden in der Regel nicht berücksichtigt. Einzelne Gruppen hoben speziell



Abbildung 1: Gruppenlösung der kartierten Anpassungsmaßnahmen im Untersuchungsgebiet (eigene Darstellung nach OpenStreetMap Mitwirkende 2024)

die Erhöhung der Albedo von Oberflächen sowie die Entsiegelung von Oberflächen als Klimaanpassungsmaßnahmen hervor. Als Abschluss der Präsentation wurden die jeweiligen Gruppen aufgefordert, die Gefährdung ihres Untersuchungsgebietes zu beurteilen und Handlungsempfehlungen für eine zukünftige angepasste Gestaltung gegenüber Hitze zu geben.

Anschließend wurde die durchgeführte Methodik der Exkursionseinheit mit den Schüler*innen reflektiert und der wahrgenommene Wissenszuwachs der Lernenden durch die Durchführung der Lerneinheit evaluiert. Auf die Reflexion der Lerneinheit wird im Folgenden näher eingegangen.

6. Reflexion der Durchführung und Ausblick

Im abschließenden Teil dieser Arbeit wird die Durchführung der Unterrichtseinheit "Klimaanpassung im Schulumfeld" reflektiert. Die Reflexion basiert sowohl auf eigenen Beobachtungen der begleitenden Lehrperson als auch auf den Ergebnissen der gemeinsamen Auswertung mit den beteiligten Schüler*innen. Ziel ist es, die Effektivität des didaktischen Ansatzes der räumlichen Kartierung zu bewerten, Stärken und Schwächen der Methodik zu identifizieren und zukünftige Verbesserungsmöglichkeiten der Lerneinheit zu erörtern. Dabei wird der Fokus des Artikels besonders auf die praktische Anwendung und die Sensibilisierung der Lernenden für Klimaanpassungsmaßnahmen im eigenen Schulumfeld gelegt.

Entgegen den Befürchtungen im Vorfeld der digitalen Kartierung verlief die Arbeit mit den mobilen Endgeräten technisch weitestgehend problemlos. Die Schüler*innen der 10. Jahrgangsstufe arbeiteten gewissenhaft und geübt mit den verwendeten Arbeitsmitteln. Eine Gruppe

verlor die eingepflegten Daten ihres Exkursionsgebiets aufgrund eines technischen Fehlers, da sie die Ergebnisse nicht korrekt abgespeichert hatten. Die Gruppe hatte infolgedessen einen Screenshot der Karte erstellt und die Markierungen sowie Fotos händisch eingetragen. Um dem versehentlichen Löschen vorzubeugen, empfiehlt sich eine genauere Schulung der Lernenden für den Umgang mit der digitalen Karte.

Die Arbeit mit mehreren Ebenen in der Kartendarstellung kann als gutes Tool für das Lernen vor Ort angesehen werden. Dabei enthält eine Ebene die grundlegende Kartendarstellung des Exkursionsgebiets und die einzelnen Gruppen arbeiten jeweils in einer eigenen, weiteren Ebene der Karte. In der Reflexion wurde jedoch deutlich, dass es den Schüler*innen Probleme bereitete, sich auf einer digitalen Karte zu orientieren. Das könnte einerseits an fehlender Übung liegen oder an der Arbeit mit Smartphones, welche einen vergleichsweise kleinen Bildschirm haben. Daher verwendeten einige Gruppen zusätzlich eigene Ortungsdienste ihrer mobilen Endgeräte.

Während der Reflexion der Lerneinheit durch die Schüler*innen zeigten die Lernenden sich besonders positiv überrascht über die Möglichkeit, ein komplexes Thema wie den anthropogenen Klimawandel so stark mit der eigenen Lebenswelt verknüpfen zu können. Im Rahmen des Einstiegs in die Lerneinheit äußerten einige Schüler*innen vorab das Gefühl, dass sie als einzelne Individuen nur einen geringen Einfluss auf die Auswirkungen des Klimawandels besäßen.

Ein zentrales Ziel der Unterrichtseinheit beinhaltete die Entwicklung von Handlungskompetenzen in Form der Erarbeitung potenzieller Klimaanpassung als raumbezogene Lösungsansätze. Aller-

dings zeigten die Ergebnisse der Kartierung sowie die Reflexionen im Anschluss an die Gruppenpräsentationen, dass viele Schüler*innen Schwierigkeiten hatten, über bereits existierende Maßnahmen hinauszudenken und eigenständig neue Anpassungsstrategien zu entwickeln. Dies deutet darauf hin, dass die Schüler*innen stärker dazu angeleitet werden müssen, innovative raumbezogene Lösungen zu finden. Für zukünftige Unterrichtsvorhaben bietet es sich ggf. an, neben stadtplanerischen Maßnahmen der Klimaanpassung (Begrünung, Verschattung etc.) auch individuelle Anpassungsmaßnahmen wie die Wahl von geeigneter Kleidung oder das eigene Verhalten bei Hitzeereignissen verstärkt im Unterricht zu thematisieren. Dies erleichtert den Lernenden möglicherweise den Zugang zur Formulierung von geeigneten Lösungsstrategien. Zur Datenerhebung bieten sich zukünftig z. B. auch strukturierte Beobachtungsbögen, mit denen das Untersuchungsgebiet erfasst werden kann sowie kurze quantitative Fragebögen zur Befragung von Anwohner*innen hinsichtlich ihrer Perspektive auf die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen an.

Bezogen auf Anpassungsmaßnahmen gegenüber Hitze war ein verändertes Wahrnehmungsbild ersichtlich, indem die Schüler*innen nach den eigenen Kartierungen im Exkursionsraum hervorhoben, nun Anpassungsmaßnahmen im Realraum und in der eigenen Lebenswelt wahrnehmen zu können. Diese Aussagen stützen die Empfehlungen zur Hervorhebung des Lebensweltbezugs zur Verringerung der psychologischen Distanz zu Phänomenen des Klimawandels (Milfont 2010: 32-34; Gubler, Brügger & Eyer, 2019: 134-136) Das veränderte Wahrnehmungsbild wurde einerseits durch eine Selbst-

schätzung in Form einer Skalenabfrage bei Mentimeter (digitales, interaktives Präsentationstool) erhoben und andererseits in einer offenen Reflexion über die gelernten Inhalte im Plenum diskutiert. Die Selbsteinschätzung der Schüler*innen sowie ihre Arbeitsergebnisse der Kartierung indizieren, dass die Lernziele der Lerneinheit erreicht wurden und die Schüler*innen für die Klimaanpassung und zugehöriger Umsetzungsmaßnahmen auf der lokalen Bezugs- und Handlungsebene sensibilisiert werden konnten. Dabei ist der geschärfte Blick für das Erkennen geographischer Phänomene und Fragestellungen im Realraum hervorzuheben, das von Bette, Hemmer, Miener & Schubert (2015: 62) als nachgefragte Arbeitsweise von Schüler*innen auf Exkursionen beurteilt wird. Zur kriterialen Beurteilung der Lernziele der Unterrichtssequenz empfiehlt es sich zukünftig ergänzende Evaluationsinstrumente (z. B. Tests oder individuelle Lernprodukte) einzusetzen.

Die dargestellte Lerneinheit besitzt, unter anderem aufgrund der Analyse des Klimaanpassungskonzepts sowie der durchgeführten Exkursionseinheit im Realraum, eine starke räumliche Passung an das Raumbeispiel der Stadt Bochum. Bereits heutzutage haben jedoch eine Vielzahl an Städten und Kommunen eigene, standortbezogene Klimaanpassungskonzepte entwickelt, um ihre Gebiete auf die zukünftigen Klimawandelfolgen vorzubereiten. Im November 2023 wurde zudem der Entwurf eines Bundesklimaanpassungsgesetzes (Deutscher Bundestag, 2023) beschlossen, das sowohl Bund als auch Länder und Kommunen zur Erarbeitung von Klimaanpassungskonzepten verpflichtet, sodass in den kommenden Jahren mit weiter verbesserten, deutschlandweiten Analysen und Konzepten zu rechnen und eine Über-

tragbarkeit der Lerneinheit gewährleistet ist. Mit einzelnen inhaltlichen Anpassungen der Lerneinheit, die unter anderem die jeweiligen Standortvoraussetzungen sowie das Klimaanpassungskonzept berücksichtigen, ist die Exkursionseinheit im eigenen Schulumfeld einfach umsetzbar. Es bietet sich vor allem das eigene Schulumfeld als Exkursionsraum an, da organisatorische Hürden wie die Anfahrt in den Exkursionsraum vermindert werden können und sich die räumliche Erkundung im Rahmen einer Doppelstunde einfach in den Stundenplan der Lernenden integrieren lässt.

Aufgrund der Relevanz einer Klimaanpassung und insbesondere auch aufgrund des verabschiedeten Klimaanpassungsgesetzes gewinnt die Partizipation von Individuen im Umgang mit den Klimawandelfolgen weiter an Bedeutung. Das Unterrichtsbeispiel zeigt, dass es bereits mit geringem Aufwand im Rahmen einer Exkursion möglich ist, die raumbezogene Auseinandersetzung mit geographisch relevanten Fragestellungen bei Schüler*innen zu fördern und diese für Klimaanpassungsmaßnahmen zu sensibilisieren. Dennoch stellt die Sensibilisierung der Schüler*innen auf inhaltlicher Ebene nur einen ersten grundlegenden Schritt für klimawandelgerechtes Handeln und Partizipation im Sinne von Change Agents (s. Abschnitt 3) dar. Inwiefern die Lernenden Klimaanpassungsmaßnahmen und zugehörige Verhaltensmuster in ihre eigene Lebenswelt integrieren, kann nicht beurteilt werden. Dies entspricht der in der CCE und BNE intensiv diskutierten Action-Knowledge-Gap (Diskrepanz zwischen Wissen und tatsächlicher Handlung) (u. a. Chang, 2022; Mooney, Middlecamp, Martin & Ackermann, 2022). Insgesamt kann die digitale Kartierung von Anpassungsmaßnahmen als vielversprechende

Arbeitsweise bewertet werden, mit der die Potenziale einer Klimaanpassung dokumentiert und sichtbar gemacht werden können.

7. Literatur

- Anderson, A. (2012). Climate Change Education for Mitigation and Adaptation. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(2), S. 191-206.
- Bette, J., Hemmer, M., Miener, K. & Schubert, J. C. (2015). Welche Arbeitsweisen interessieren Schüler auf Exkursionen. *Praxis Geographie*, 7-8, S. 62-64.
- Chang, C. H. (2022). *Climate Change Education. Knowing, Doing and Being* (2. Aufl.). London: Rout-edge.
- Ciprina, S. & Ellerbrake, M. (2024). Klimaanpassung auf dem Schulhof – Hitzegefährdung untersuchen und Maßnahmen entwickeln. *Praxis Geographie*, 4, S. 26-31.
- Coen, A. & Wenz, H. (2022). Keep cool – cool roof und cool pavements. Strategien gegen die Hitze in der Stadt. *Praxis Geographie*, 2, S. 10-14.
- Deutscher Städtetag (2019). Anpassung an den Klimawandel in Städten. Forderungen, Hinweise und Anregungen. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://www.staedtetag.de/publikationen/weitere-publikationen/klimafolgenanpassung-staedte-2019>.
- Deutscher Bundestag (2023). Bundesklimaanpassungsgesetz im Bundestag beschlossen. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw46-de-bundesklimaanpassungsgesetz-976584>.
- Deutsche UNESCO-Kommission (2014). UNESCO Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234553>.
- Ellerbrake, M., Otto, K.-H. & Grudzielanek, M. A. (2021). Hitzewellen – eine Herausforderung auch für die Menschen in Westfalen?!. *GeKo Aktuell*, 1, S. 3-22.
- European Environment Agency (2017). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An Indicator-Based Report.*

- Luxemburg: Publications Office of the European Union.
- Graulich, D., Schärting, R., Kuthe, A., Fiene, C. & Siegmund, A. (2021). Young People and Their (Mis)conceptions on Climate Change Adaption. In Leal Filho, W., Luetz, J. & Ayal, D. (Hrsg.). *Handbook of Climate Change Management*. Cham: Springer, S. 1-19.
- Gubler, M., Brügger, A. & Eyer, M. (2019). Adolescents' Perceptions of the Psychological Distance to Climate Change, Its Relevance for Building Concern About It, and the Potential for Education. In Leal Filho, W. L. & Hemstock, S. L. (Hrsg.). *Climate Change and the Role of Education*. Cham: Springer, S. 129-147.
- Henninger, S. & Weber, S. (2020). *Stadtklima*. Paderborn: UTB.
- IPCC (2021). *Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Abgerufen am 06.08.2024 von https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf.
- Klüsener, C. & Wittlich, C. (2023). Klimabildung in Geographielehrplänen: Eine Inhaltsanalyse aus der Retrospektive. *GW Unterricht*, 169, S. 46-59.
- Kunz-Plapp, T. (2018). Hitzewellen – Bewältigung und Anpassung an ein unterschätztes Risiko. *Geographische Rundschau*, 7-8, S. 20-24.
- Kuttler, W. (2018). Hitzewellen in großen Städten: Folgen für die Gesundheit und Gegenmaßnahmen. In Lozán, J. L., Breckle, S.-W., Kasang, D., Weisse, R. (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Extremereignisse. Wissenschaftliche Auswertungen*, Hamburg: Wissenschaftliche Auswertungen in Kooperation mit GEO Magazin-Hamburg, S. 76-82.
- Matzarakis, A., Muthers, S. & Graw, K. (2020). Thermische Belastung von Bewohner in Städten bei Hitzewellen am Beispiel von Freiburg (Breisgau). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 63(8), S. 1004-1012.
- Milfont, T. (2010). Global warming, climate change and human psychology. In Corral-Verdugo, V., Garcia-Cadena, C. & Frias-Armenta, M. (Hrsg.). *Psychological approaches to sustainability: Current trends in theory research and application*. New York: Nova Science Publishers Inc., S. 19-42.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2014). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/ Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Geographie*. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/>.
- Mooney, M. E., Middlecamp, C., Martin, J. & Ackermann, S. A. (2022). The Demise of the Knowledge-Action Gap in Climate Change Education. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103(10), S. 2265-2272.
- OpenStreetMap Mitwirkende (2024). *uMap Kartenerstellung*. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://umap.openstreetmap.fr/de/>
- Reeh, T. & Najork, K. (2022). Cool bleiben – aber wie?. *Urbane Klimaresilienz als stadtplanerische Herausforderung: das Beispiel Göttingen. Praxis Geographie*, 2, S. 32-37.
- Schmalor, H., Ciprina, S., Ellerbrake, M. & Becker, J. (2022). „Klimaanpassung in der Stadt auf den Weg bringen“ – Themen der nachhaltigen Entwicklung über die Exkursionsapp „Biparcours“ erfahrbar machen. In Weselek, J., Kohler, F. & Siegmund, A. (Hrsg.). *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung. Anwendung und Praxis in der Hochschulbildung*. Berlin: Springer, S. 91-102.
- Schönwiese, C.-D. (2019). *Klimawandel kompakt. Ein globales Problem wissenschaftlich erklärt*. Stuttgart: Borntreager.
- Schrot, O. G., Keller, L., Peduzzi, D., Riede, M., Kuthe, A. & Ludwig, D. (2019). Teenagers Expand Their Conceptions of Climate Change Adaptation Through Research-Education Cooperation. In Leal Filho, W. & Hemstock, S. L. (Hrsg.). *Climate Change and the Role of Education*. Cham: Springer, S. 525-547.
- Siegmund Space & Education gGmbH & rgeo (2021). *Analyse zur Verankerung von Klimabildung in den formalen Lehrvorgaben für Schulen und Bildungseinrichtungen in Deutschland*. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://www.siegmund-se.de/klimabildung>.
- Thierry, W., Lange, S., Rogelj, J., Schleussner, C.-F., Gudmundsson, L., Seneviratne, S. ... Wada, Y. (2021). *Intergenerational inequi-*

ties in exposure to climate extremes. Young generations are severely threatened by climate change. *Science*, 374(6564), S. 158-160.

Tinz, B., Freydank, E. & Hupfer, P. (2014). Hitzeepisoden in Deutschland im 20. und 21. Jahrhundert In: Lozan, J. L., Grassl, H., Karbe, L. & Jendritzky, G. (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen* (2. Auflage). Hamburg: Wissenschaftliche Auswertungen in Kooperation mit GEO Magazin-Hamburg, S. 1-10.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2023). *Climate Change Education*. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://www.unesco.org/en/education-sustainable-development/climatechange>.

United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development*. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://sdgs.un.org/2030agenda>.

Wankmüller, F., Graulich, S., Rochholz, F., Fiene, C. & Siegmund, A. (2022). *Klimaanpassung innovativ vermitteln – Potenziale von mobilen Apps und Serious Games für den Schulunterricht*. In Weselek, J., Kohler, F. & Siegmund, A. (Hrsg.). *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung. Anwendung und Praxis in der Hochschulbildung*. Berlin: Springer, S. 75-91.

Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K. ... Costello, A. (2021). *The 2020 Report of The Lancet Countdown on Health and Climate Change. Responding to Converging Crises*. *The Lancet*, 397(10269), S. 129-170.

World Health Organization (WHO) (2019). *Gesundheitshinweise zur Prävention hitzebedingter Gesundheitsschäden (neue und aktualisierte Auflage)*. Abgerufen am 06.08.2024 von <https://www.who.int/europe/de/publications/i/item/WHO-EURO-2011-2510-42266-58691>.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/82649

URN: urn:nbn:de:hbz:465-20241118-085537-2

Erschienen in: OpenSpaces 2024, Heft 2 (Ausgabe 8), S. 15-29



Dieses Werk kann unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 Lizenz (CC BY 4.0) genutzt werden.