

DAM-FORSCHUNGSMISSION
mareXtreme

BILDUNGSMATERIAL

WetterXtreme

WETTERX TREME

Impressum

Das Bildungsmaterial „WetterXtreme“ wurde im Rahmen der Forschungsmission mareXtreme in der Kieler Forschungswerkstatt, einer gemeinsamen Einrichtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN), entwickelt. Das Projekt wird von der Deutsche Allianz Meeresforschung (DAM) sowie vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) gefördert.

Herausgeber

Kieler Forschungswerkstatt
Am Botanischen Garten 16i
24118 Kiel

Projektkoordination und Konzeption

Stefanie Raddatz

Text: Stefanie Raddatz, Sarah Luckau -Euteneuer, Julia Leinweber

Revision: Tim Kiessling, Michael Scheer, Lara Eschbach, Frank Thoms, Lea Morgenweck

Grafik und Layout: Lara Eschbach, Lea Morgenweck

Illustration: Sophia Antonielli (Abb. auf S. 17, 19, 21, 23, 32, 35), Lara Eschbach

Lizenz

Das Bildungsmaterial „WetterXtreme“ steht unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC 4.0 und darf im Rahmen der Lizenzbedingungen für nicht-kommerzielle Zwecke, also für den Unterricht in Schulen und andere Bildungszwecke, genutzt werden.

Bei der Verwendung von Illustrationen und Inhalten bitten wir um die Angabe folgender Quelle: WetterXtreme Bildungsmaterial (2026), Kieler Forschungswerkstatt.

Die Online-Version dieses Dokuments findet sich auf folgender Website: <https://www.marextreme.de/> und unter: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21097095> (Stand: August 2026)

Bildnachweise

M2: © modifiziert nach „Wetterextreme durch steigende Temperaturen“,ARD Alpha, Grafik: BR

M3: rhine-river-summer-drought-low-tide-water-1454427-pxhere.com.

Das Bild ist frei von Copyrights unter Creative Commons CC0.

M4: commons.wikimedia.org/wiki/File:Schlottwitz_Hochwasser_113-1368_IMG.JPG

Das Bild ist frei von Copyrights unter Creative Commons CC0.

M5: Sturmflut Lübeck 2019, © A. Vafeidis, S. Kupfer (CAU)

M9: © modifiziert nach „Querschnitt durch das Elbtal“,Rettet die Elbe E.V., ISBN 3-888 76-042-9 <https://www.rettet-die-elbe.de/>

M10: © modifiziert nach „Digitales Tiefenmodell Elbe“,Rettet die Elbe E.V., Datenquelle: <https://www.kuestendaten.de>

M17: Dr. Leonard Borchert, © DKRZ 2025

M20: Prof. Dr. Schlurmann, © Sina Schuldt/dpa

Hintergrund des Materials

Extremwetter wie Starkregen und Hitzewellen stellen eine wachsende Herausforderung dar – sie gefährden nicht nur die Umwelt, sondern auch die Sicherheit, die Gesundheit und das Zusammenleben von uns Menschen.

Durch den voranschreitenden Klimawandel nehmen Extremwetter weltweit an Häufigkeit und Intensität zu. Einige heute noch als extrem geltende Wetterlagen könnten in Zukunft das neue Normal werden. Besonders junge Menschen werden mit den Folgen dieser Entwicklungen leben und umgehen müssen. Umso wichtiger ist es, frühzeitig deren Wahrnehmung zu schärfen, mögliche Lösungsansätze aufzuzeigen und selbstwirksames Handeln zu fördern.

Das Bildungsmaterial WetterXtreme wurde von Forschenden und Lehrkräften entwickelt, um wissenschaftliche Erkenntnisse und aktuelle Forschung anschaulich in den Unterricht zu integrieren. Durch die enge Verbindung von Wissenschaft und Bildung bietet WetterXtreme fundiertes und praxisnahes Material, das Schülerinnen und Schüler befähigt, komplexe Zusammenhänge zwischen Wetter, Klima und Gesellschaft zu erkennen – und eigene Lösungsansätze für eine nachhaltige Zukunft zu entwickeln.

Die Inhalte basieren auf Erkenntnissen der Forschungsmission mareXtreme (Marine Extremereignisse und Naturgefahren), initiiert von der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM). In dieser Mission arbeiten rund 150 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus führenden deutschen Meeresforschungsinstituten zusammen, um die Ursachen, Dynamiken und Folgen mariner Extremereignisse besser zu verstehen. Ziel ist es, das Wissen in die Gesellschaft zu tragen und die nachhaltige Entwicklung von Küstengemeinden zu unterstützen.

Inhalt

Hintergrund des Materials	4
Modulübersicht	6
Zum Gebrauch des Materials	8

Modul 1

WetterXtreme	9
Modul 1 – Auf einen Blick	10
Handreichung für Lehrkräfte – VR-Xtreme	12
M2: Infoblatt – Extremwetter	14
M3: Dürre – Wenn das Wasser fehlt	16
M4: Hochwasser – Wenn der Starkregen kommt	18
M5: Sturmflut – Wenn der Wind kräftig weht	20
M6: Experiment – Bewegung der Luft durch Temperatur	22

Modul 2

Wat(t) geht ab? - Die Elbmündung im Blick	25
Modul 2 – Auf einen Blick	26
M7: Wat(t) geht ab? – Die Elbmündung im Blick (SEK I)	28
M8: Wat(t) geht ab? – Die Elbmündung im Blick (SEK II)	30
M9: Wir verändern unsere Umwelt	32
M10: Anthropogene Veränderungen und ihre Auswirkungen	34

Modul 3

ElbeXtreme - Extremwetter und die Elbe	37
Modul 3 – Auf einen Blick	38
M11: Fischbestand in der Elbe	40
M12: Temperatur und Sauerstoffgehalt der Elbe	42
M13: Wasserstand der Elbe	45
M14: Wasserstand der Elbe	47
M15: Placemat	49

Modul 4

WetterXtreme - und jetzt?	51
Modul 4 – Auf einen Blick	52
M16: Frag doch mal die Forschung – Fischereiwissenschaften	56
M17: Frag doch mal die Forschung – Klimawissenschaften	58
M18: Frag doch mal die Forschung – Sozialwissenschaften	60
M19: Frag doch mal die Forschung – Biogeowissenschaften	62
M20: Frag doch mal die Forschung – Ingenieurwissenschaften	64
M21: Interdisziplinäre Forschung – Zusammenfassung	66
M22: Alarmstufe Rot – Extremwetterwarnungen	68
M23: Boden - Check	72
M24: Projekttag Schwammstadt/ Experiment	74
M25: Zukunftswerkstatt	77
M26: Impulskarten	81

Erwartungshorizont	84
---------------------------	-----------

Quellen und Infos	90
-------------------	----

Modul 1: WetterXtreme

Als Einstieg in das Thema Extremwetter lernen die Schülerinnen und Schüler (SuS) die grundlegenden Unterschiede zwischen Wetter und Klima kennen. Sie erfahren, welche Faktoren dazu führen, dass Extremwetterereignisse in Zukunft häufiger auftreten. In einer anschließenden Stationsarbeit vertiefen sie ihr Wissen. Dabei setzen sie sich in einem Experiment mit den physikalischen Prozessen auseinander, die zur Entstehung von Wind führen und analysieren mittels Arbeitsblätter die möglichen Auswirkungen von Extremwetter auf Umwelt, Gesellschaft und Infrastruktur. An einer Hörstation vergleichen sie ihre Erkenntnisse mit authentischen Erfahrungsberichten von Betroffenen. Zusätzlich können sie mit Hilfe von VR Brillen in realistische 360°-Aufnahmen der Elbe eintauchen und erleben, wie sich Sturmflut und Dürre auf den Wasserstand und die Umwelt auswirkt. Auf diese Weise verbinden die Lernenden theoretisches Wissen mit eigenen Beobachtungen und einem immersiven Erlebnis der Extremwetterereignisse.

Modul 2: Wat(t) geht ab? - Die Elbmündung im Blick

In diesem Teil setzen sich die SuS mit der Modellregion Elbmündung als Lebensraum auseinander. Über eine digitale und interaktive Recherchequelle erkunden sie die Besonderheiten eines Ästuars, die typischen Ökosysteme, deren ökologische Funktion und deren Beitrag für uns Menschen. Anschließend wird erarbeitet, wie menschliche Eingriffe die Elbmündung im Laufe der Zeit verändert haben und welche Auswirkungen diese Veränderungen haben können, wenn Extremwetterereignisse wie Sturmfluten auftreten.

Modul 3: ElbeXtreme - Extremwetter und die Elbe

Mit einer virtuellen Lupe zoomen die SuS in die Elbe hinein und untersuchen die unterschiedlichen Auswirkungen von Extremwetter auf das Ökosystem. Durch die Nutzung der Online-Simulation „ElbeXtreme“ können sie die Elbe beispielsweise während eines Hochwassers und einer Dürre vergleichen und erkennen, wie sich diese Extremwetter auf verschiedene Parameter - Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, Salzgehalt, Fischbestand - auswirken. Wie in der Wissenschaft auch, stellen sie zuvor eine Vermutung zu einer Fragestellung auf, überprüfen ihre Hypothese und erklären als „Parameter-Experte oder Expertin“ ihre Beobachtungen den Mitschülerinnen und Mitschülern.

Modul 4: WetterXtreme - und jetzt?

In diesem Modul setzen sich die SuS damit auseinander, wie wir Menschen dem Thema Extremwetter begegnen. Sie lernen drei zentrale Ansätze kennen:

1. Wir versuchen zu verstehen

Interviews mit Extremwetter-Forschenden zeigen den SuS verschiedene wissenschaftliche Perspektiven. Sie werden erkennen, dass Forschung viele Facetten hat – von computergestützter Modellierung über Feldarbeit bis hin zu sozialwissenschaftlichen Untersuchungen - und dass Wissenschaft heute interdisziplinär und gesellschaftsrelevant arbeitet. Es soll verdeutlicht werden, wie gemeinsame Forschung dabei hilft Extremwetter und dessen Folgen besser zu verstehen und zu bewältigen.

2. Wir versuchen vorherzusagen

Anhand alltagsnaher Beispiele entdecken die SuS, wie Frühwarnsysteme funktionieren. Sie erfahren, wie Wettermodelle, Messgeräte und Warnmeldungen zusammenspielen und warum zuverlässige Vorhersagen eine zentrale Rolle beim Schutz der Bevölkerung spielen.

3. Wir versuchen uns anzupassen

Durch handlungsorientierte Methoden – etwa einem Experiment zur Schwammstadt oder der Durchführung eines Zukunftskongresses – setzen sich die SuS praxisnah mit Zukunftsfragen auseinander. Sie entwickeln ein Verständnis dafür, wie geeignete Schutzmaßnahmen entstehen und welche Anpassungsstrategien dabei helfen, mit Extremwetterereignissen nachhaltig umzugehen.

Kompetenzen

Klassenstufe: 7 – 13 (differenziertes Arbeitsmaterial)

Fächer: Geographie, Biologie, Naturwissenschaften

Thematische Bereiche: Wetter, Extremwetter, Klima, Mensch-Umwelt-Beziehung, Küsten- und Flussräume, Klimawandel und Anpassungsstrategien

Neben den Sachkompetenzen werden vor allem die prozessorientierten Kompetenzen: Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung gefördert.

Gliederung

Alle vier Module folgen einer einheitlichen Gliederung:

- **Einführung:** als thematische Einleitung in das Thema.
- **Auf einen Blick:** eine kompakte Zusammenfassung der jeweiligen Lehrereinheit für Lehrkräfte sowie eine Übersicht der dazugehörigen Arbeitsmaterialien
- **Arbeitsmaterialien M:** Begleitmaterial für die Lehrkräfte, die vorhandenen Arbeitsblätter für die SuS sind als Kopiervorlagen aufbereitet; diese können flexibel nach Lerngruppe, Zeitbudget und Unterrichtsziel eingesetzt werden
- **Erwartungshorizont:** bietet den Lehrkräften eine verlässliche Orientierung bei der Auswertung der Aufgaben

Didaktische Hinweise

! Hinweiszeichen (!) innerhalb des Materials machen kenntlich, welche Arbeitsblätter inhaltlich aufeinander aufbauen oder welche didaktischen Aspekte von der Lehrkraft besonders zu beachten sind. Darüber hinaus beinhaltet das Material unterschiedliche Vermittlungsformate, um einen abwechslungsreichen und schülerorientierten Unterricht zu ermöglichen.

- **Stationsarbeit**



- **Experimente**

- **digitale Lernformate**

Für die Sekundarstufe II stehen zusätzlich differenzierte Aufgaben zur Verfügung, die gesondert gekennzeichnet sind und eine vertiefte sowie anspruchsvollere Auseinandersetzung mit dem Thema Extremwetter ermöglichen.

SEK II

Modul 1: WetterXtreme

Extremwetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen, Dürren oder Stürme prägen zunehmend unseren Alltag und sind ein zentrales Thema im Zusammenhang mit dem Klimawandel. Sie treten immer häufiger und intensiver auf und haben weitreichende Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.

Um die Ursachen solcher Extremereignisse besser einordnen zu können, ist es zunächst wichtig, zwischen den Begriffen Wetter und Klima zu unterscheiden. Das Wetter beschreibt die kurzfristigen atmosphärischen Bedingungen an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit, während das Klima die langfristigen durchschnittlichen Wetterverhältnisse einer Region über mindestens 30 Jahre umfasst.

Ein Blick auf die langfristige Klimaentwicklung zeigt: Unser Klima verändert sich deutlich. In Deutschland liegt die Durchschnittstemperatur der letzten Jahre bereits rund 2,3 °C über dem vorindustriellen Referenzzeitraum (1881–1910) und ausgehend vom Beginn der flächendeckenden Wetteraufzeichnung 1881, ist die Temperatur sogar schon um 2,5 °C gestiegen. Gleichzeitig hat sich die Anzahl der heißen Tage (über 30 °C) seit den 1950er-Jahren etwa vervierfacht. Auch global zeigt sich ein klarer Trend: Laut dem Intergovernmental Panel on Climate Change haben Hitzewellen deutlich zugenommen, während Kälteextreme seltener werden.

Diese klimatischen Veränderungen wirken sich direkt auf Extremwetter aus. Ein zentraler physikalischer Mechanismus ist das Clausius-Clapeyron-Gesetz: Mit jedem Grad Erwärmung kann die Luft etwa 7 % mehr Feuchtigkeit aufnehmen und als Niederschlag oder Starkregen wieder abgeben. Gleichzeitig führt Erwärmung zu einer erhöhten Verdunstung – Böden trocknen schneller aus, Dürren nehmen zu. Der Klimawandel verstärkt somit verschiedene Extremereignisse gleichzeitig (Abbildung in M2).

Neben der Intensität verändert sich auch die Dauer von Extremwetterlagen. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Jetstream, ein starkes Höhenwindband, das durch den Temperaturunterschied zwischen kalten Polarregionen und wärmeren mittleren Breiten angetrieben wird. Da sich die Arktis besonders stark erwärmt – im Durchschnitt dreimal schneller als der globale Mittelwert – nimmt dieser Temperaturunterschied drastisch ab. In der Folge wird der Jetstream schwächer und beginnt stärker zu mäandrieren, also in großen Wellen zu verlaufen. Dadurch bewegen sich Hoch- und Tiefdruckgebiete langsamer oder bleiben länger an einem Ort bestehen (Abbildung in M1).

Die Folgen sind klar erkennbar: Hitzeperioden dauern oft über viele Tage oder sogar Wochen an, Niederschläge konzentrieren sich länger auf dieselben Regionen, und auch Trockenphasen können sich deutlich ausweiten. Extremwetter wird dadurch nicht nur intensiver, sondern auch anhaltender – ein entscheidender Faktor für zunehmende Schäden und wachsende gesellschaftliche Herausforderungen. Insgesamt zeigt sich, dass der Klimawandel nicht nur die Durchschnittstemperaturen erhöht, sondern vor allem die Häufigkeit, Intensität und Dauer von Extremwetterereignissen steigert. Diese Entwicklungen sind bereits heute messbar und werden sich in Zukunft weiter verstärken.

PHASE (Inhalt / Ziel)	LEHRKRAFT (Impulse)	AKTIVITÄT DER SuS (Sozialform)
Einstieg: Einführung in das Thema Extremwetter; Aktivierung von Vorwissen und persönlichen Erfahrungen	Bilder zu Extremwetter zeigen (M1); Fragen stellen: „Beschreibe die Bilder“; „Unterschiede zu alltäglichem Wetter?“; „Eigene Erfahrungen?“	Bilder beschreiben, Erfahrungen austauschen (Plenum)
Erarbeitung: Grundlagen zu Wetter, Klima und Extremwetter verstehen	Lehrvortrag (M1) zu Wetter/Klima, Ursachen extremer Wetterlagen und zukünftiger Entwicklung, Infoblatt M2 austeilten	Zuhören, Fragen stellen, Infoblatt abheften (Plenum)
Stationsarbeit: Ursachen, Folgen und Wahrnehmung von Extremwetter vertiefen	Stationsarbeit organisieren, VR-Station einführen, Experiment begleiten	Bearbeitung der Stationen (Kleingruppen)
1. Dürre, Hochwasser, Sturmflut und gesellschaftliche Folgen analysieren	Arbeitsblätter M3-M5 bereitlegen, ein Arbeitsblatt pro SuS	Arbeitsblätter bearbeiten (Einzelarbeit)
2. Naturwissenschaftliche Zusammenhänge experimentell erfahren	Experiment durchführen, M6 (nur zweite Seite) bereitlegen	Experiment beobachten und erklären (Gruppenarbeit), M6 bearbeiten (Einzelarbeit)
3. Gesellschaftliche Folgen von Extremwetter nachvollziehen	Audio- und Videobeiträge bereitstellen	Erfahrungsberichte anhören/ anschauen (Partnerarbeit)
4. Extremwetter immersiv erleben	Einführung in VR-Anwendung: VR Handreichung lesen, Sicherheitshinweise geben	VR-Simulation bzw. 360°-Tour erkunden (Einzelarbeit)
Abschluss: Fachwissen sichern und anwenden	Gruppendiskussion moderieren: „Erläutere die Entstehung von Wetter“; „Nenne unterschiedliche Extremwetter und ihre Folgen für Gesellschaft und Infrastruktur“; „Erkläre, weshalb extreme Wetterereignisse in Zukunft zunehmen werden.“	Entstehung von Wetter und Folgen von Extremwetter erläutern (Plenum)
Reflexion: Bedeutung für Gegenwart und Zukunft reflektieren	Gruppendiskussion moderieren: „Hat sich deine Risikowahrnehmung bzgl. Extremwetterereignissen verändert?“; „Welche Bedeutung hat das heute gelernte für dich und deine Zukunft?“	Eigene Risikowahrnehmung reflektieren (Plenum)

MATERIAL
(Arbeitsblätter/ QR-Codes)



Hier geht es zur M1: Präsentation

<https://cabuff.ceos.uni-kiel.de/elbextreme/wetterxtreme-vortrag.pptx>

M1: Präsentation

Hinweis: Bitte die Notizen unterhalb der Folien (pptx) beachten!

M2: Infoblatt – Extremwetter

M3: Dürre
M4: Hochwasser
M5: Sturmflut

M6: Experiment

3.



Audiodatei:
„Das Dach war die Rettung“



Audiodatei:
„Impfen gegen Seuchengefahr“



Videobeitrag:
„Bauern in Sorge“



Videobeitrag:
„Trockenheit, Auswirkungen in Norddeutschland“

4. Handreichung: VR-Xtreme, S. 12



Notizen

.....

.....

.....

.....

.....

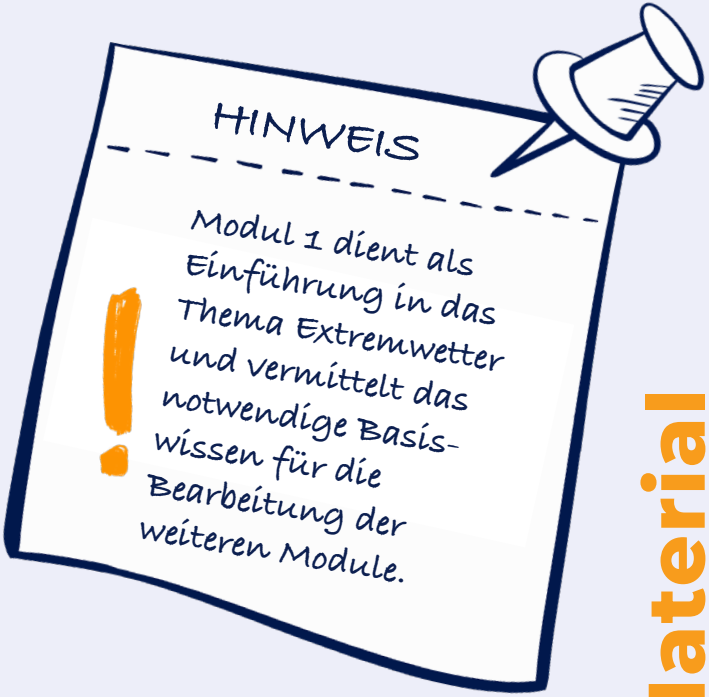
.....

.....

.....

.....

.....



Material

VR-Xtreme – Extremwetter hautnah erleben

Mit der VR-Simulation „VR-Xtreme“ tauchen Schülerinnen und Schüler in realistische 360°-Aufnahmen der Elbmündung ein. Sie erleben die Landschaft bei Ebbe und Flut sowie unter den Extrembedingungen von Dürre und Sturmflut – als wären sie selbst vor Ort.

Die verschiedenen Szenarien können eigenständig erkundet und miteinander verglichen werden. So wird aus abstraktem Wissen ein eindrucksvolles, immersives Erlebnis.

Durchführung

1. Verleih von VR-Brillen:

Insgesamt 6 VR-Brillen können in der Kieler Forschungswerkstatt ausgeliehen werden.

Die Simulation ist bereits auf den Brillen gespeichert.

Für die Durchführung wird keine Internetverbindung benötigt.

Für die Ausleihe wenden Sie sich bitte an: <https://www.forschungs-werkstatt.de>



2. Online-Variante

Die Simulation VR-Xtreme ist auch online verfügbar:



Über die Internetseite kann die Simulation folgendermaßen genutzt werden:

- online als 360°-Tour über einen Bildschirm
- online mit VR-Brillen

Tipp: Eine kostengünstige Alternative zu VR-Brillen sind einfache VR-Halterungen, in die ein Smartphone eingesetzt werden kann. Solche Halterungen gibt es als fertige Kunststoffmodelle oder auch als preiswerte Bausätze aus Pappe.



Was für ein Wetter! — Aber was ist Wetter?

Zum Beispiel genau hier und jetzt, während du diesen Text liest. Schau durch ein Fenster! Du kannst es förmlich am Himmel sehen. Doch wenn du gleichzeitig durch ein anderes Fenster dieser Welt schauen könntest, würdest du sehen, dass dort ein ganz anderes Wetter herrscht.

Die Sonne ist die treibende Kraft - sozusagen der Motor des Wetters. Durch ihre Wärme setzt sie die Luft in Bewegung. Während erwärmte Luft nach oben steigt, sinkt kalte Luft ab. Es entstehen Winde.

Zeitgleich verdunstet Wasser aus dem feuchten Erdboden, den Flüssen oder Meeren. Der gasförmige Wasserdampf steigt mit der Luft nach oben. Je höher die Luft nach oben steigt, desto kälter wird sie. Wenn Wasserdampf abkühlt, kondensiert er zu kleinen Wassertropfen. Viele dieser Tropfen sammeln sich und bilden Wolken. Werden die Tropfen schwer genug, fallen sie als Niederschlag – zum Beispiel in Form von Regen, Schnee oder Hagel – zurück auf die Erde.

Wetter ist ein kurzfristiger Zustand der Lufthülle (Atmosphäre), an einem bestimmten Ort und zu einem bestimmten Zeitpunkt.



Wenn Wetter extrem wird...

Vielleicht kennst du die Redewendung „Es gibt kein schlechtes Wetter, es gibt nur falsche Kleidung“. Diese behauptet du könntest bei absolut jedem Wetter rausgehen, solange du dich wetterfest anziehst. Doch natürlich gibt es Wetter, das so extrem ist, dass du selbst in deinem besten Regenoutfit nicht vor die Tür gehen solltest.

Dazu zählen extrem starke Regenfälle, besonders heftige Stürme, ungewöhnlich hohe Temperaturen oder langanhaltende Dürren. Oft haben sie negative Folgen für Mensch und Umwelt.

Selbst mit extrem wetterfester Kleidung kann es ziemlich gefährlich sein, während eines Extremwetters draußen zu sein - so gefährlich, dass manchmal ganze Gebiete wegen Überschwemmungen oder Bränden evakuiert werden müssen.

Und: Die Häufigkeit und Stärke von Extremwetter und ihren Folgen werden zunehmen!

Grund dafür ist der Klimawandel.

Extremwetter sind ungewöhnlich starke und seltene Wetterereignisse an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten (Jahres-)zeit.



Wie wandelt sich das Klima?

Das Klima unseres Planeten wird wärmer. Insgesamt ist die globale Durchschnittstemperatur in den letzten 100 Jahren über 1 °C gestiegen und der Planet erwärmt sich immer schneller, wenn wir Menschen nicht handeln. Forschende gehen davon aus, dass sich die globale Durchschnittstemperatur bis zum Jahr 2100 um weitere 3 °C erwärmen kann. Höhere Temperaturen führen dazu, dass an einem Ort mehr Wasser verdunstet und an einem anderen Ort als Niederschlag zur Erde fällt.

Aber nicht nur das: Höhere Temperaturen bewirken auch, dass sich die Luft nicht mehr so schnell abkühlt. Die kleiner werdenden Temperaturunterschiede zwischen den Polarregionen und anderen Klimazonen der Welt führen zu einer Verlangsamung der globalen Windsysteme. Dadurch können Extremwetter für eine längere Zeit in einer Region „hängen“ bleiben und Hitze oder Regenfälle können sich stärker auswirken. Die Folge sind extreme Dürreperioden und Hochwasserereignisse.

Als Klima wird die Gesamtheit aller Wetterereignisse in einem bestimmten, oft größeren Gebiet (Klimazone) über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren bezeichnet.

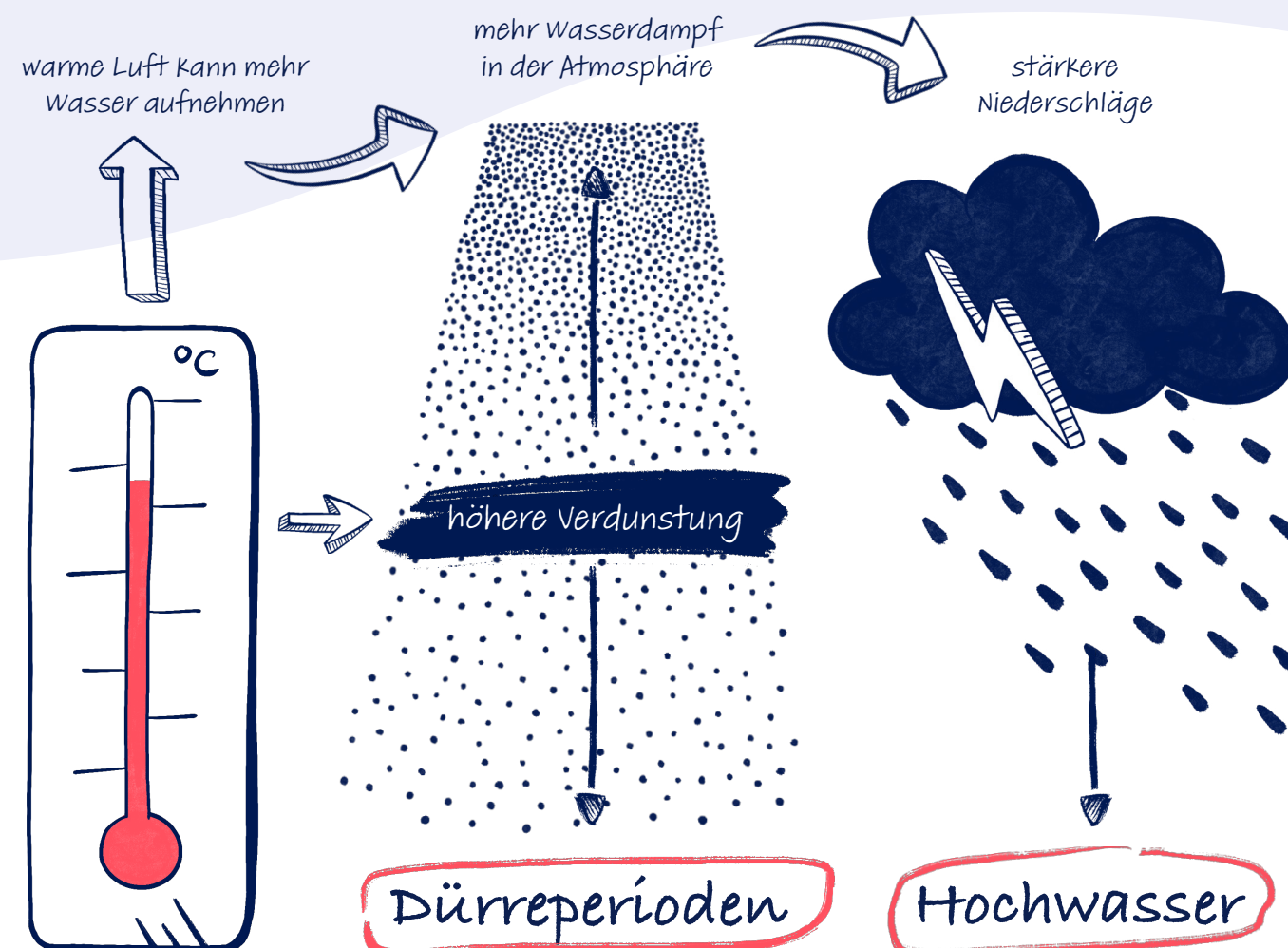




Abb.: Ein ausgetrocknetes Flussbett (Rhein, 2018)

1. Aufgabe

Einige Wörter sind während der Dürre „verdunstet“. Ergänze die Textlücken mit den passenden Wörtern.

Wörter zum Einfügen: Hohlräumen, extremer, Niederschlag, Böden, Trinkwasserknappheit, Grundwasserspiegel, Monate, Schifffahrt, Klimawandel, Ernteauffälle, Dürreperioden, Trockenperioden, Niederschlagsmangel, Waldbrände

Dürre bedeutet einen Mangel an _____ in einer Region und dadurch fehlendes Wasser. Bei einer Dürre regnet es über Wochen oder _____ kaum. Das Wasser in den _____, Flüssen und Seen wird knapp. Pflanzen vertrocknen, Tiere finden kaum Wasser und _____ bedrohen die Versorgung der Menschen. In besonders heißen Regionen kann Dürre sogar zu _____ oder Hungersnöten führen. Auch in Deutschland traten in den letzten Jahren immer wieder _____ auf, die sogar die _____ auf den Flüssen beeinträchtigten. Zudem sinkt das Grundwasser bei langen _____. Grundwasser entsteht, wenn Regen oder Schnee in den Boden einsickert und sich dort in _____ sammelt. In Deutschland stammt der größte Teil unseres Trinkwassers aus diesem Grundwasser. Länger anhaltender _____ und hohe Verdunstung lassen Böden austrocknen. So gelangt weniger Wasser in tiefere Bodenschichten. In manchen Regionen kann sogar _____ auftreten. Durch den _____ werden Dürren zukünftig häufiger und auftreten.

2. Was passiert bei einer Dürre?

Welche Auswirkungen kann eine Dürre auf deinen Alltag, deine Umgebung und die Gesellschaft haben? Die Abbildungen zeigen verschiedene Bereiche (Sektoren), die von einer Dürre betroffen sind. Beschreibe die negativen Auswirkungen und die daraus entstehende Folgen in Stichpunkten.

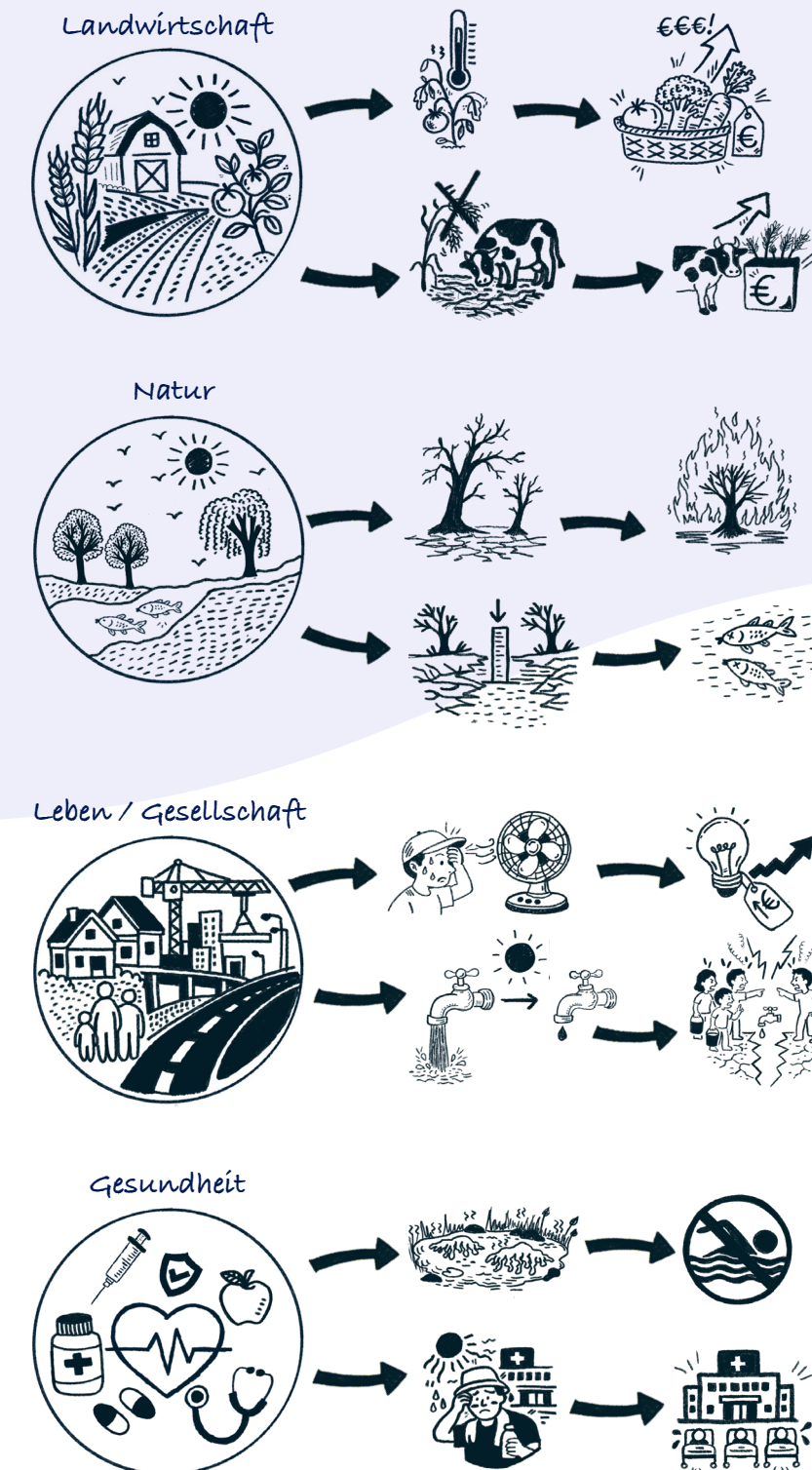




Abb.: Hochwasserereignis in Schlottwitz, 2002

1. Aufgabe

Einige Wörter wurden vom Hochwasser „weggespült“. Ergänze die Textlücken mit den passenden Wörtern.

Wörter zum Einfügen: Niederschlag, Starkregen, Schmelzwasser, gesättigt, versiegelt, gefroren, Überflutungen, Pegelstände, Tage, Wochen, Sturzflut, begradigt, Klimawandel, Extremwetterereignisse

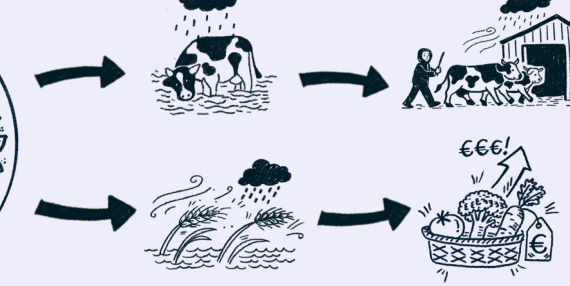
Hochwasser entsteht, wenn außergewöhnlich viel _____ fällt und natürliche sowie menschengemachte Abflüsse die Wassermassen nicht mehr aufnehmen können. Ein Flusshochwasser entwickelt sich in der Regel durch lang anhaltende Regenfälle oder große Mengen _____. Ist der Boden bereits _____, stark _____ oder im Winter sogar _____, kann er das Wasser nicht mehr aufnehmen. Die _____ in den Flüssen steigen und es kommt zu _____, die oft mehrere _____ bis _____ andauern. Noch schneller entsteht eine _____. Während extremem _____ kann das Wasser kaum noch versickern und es bildet sich eine Sturzflut. Diese kann auch teilweise weit entfernt von Gewässern auftreten.

Durch den _____ werden _____ wie Starkregen zunehmen. In Folge werden Flusshochwasser und auch Sturzfluten zukünftig vermehrt auftreten.

2. Was passiert bei einem Hochwasser?

Welche Auswirkungen kann ein Hochwasser auf deinen Alltag, deine Umgebung und die Gesellschaft haben? Die Abbildungen zeigen verschiedene Bereiche (Sektoren), die von einem Hochwasser betroffen sind. Beschreibe die negativen Auswirkungen und die daraus entstehende Folgen in Stichpunkten.

Landwirtschaft



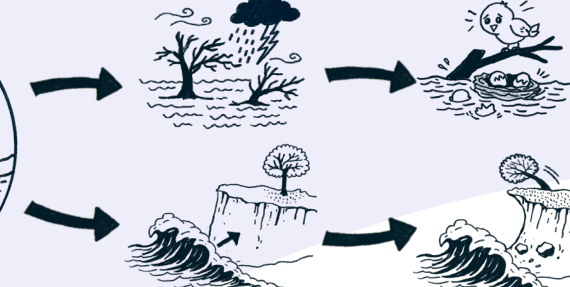
.....

.....

.....

.....

Natur



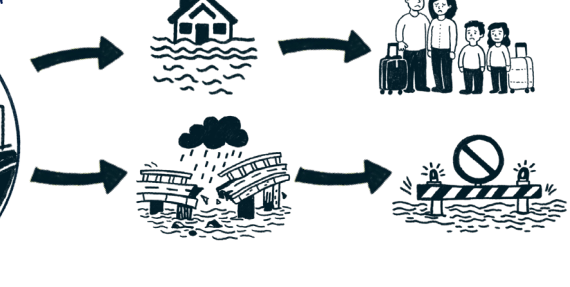
.....

.....

.....

.....

Leben / Gesellschaft



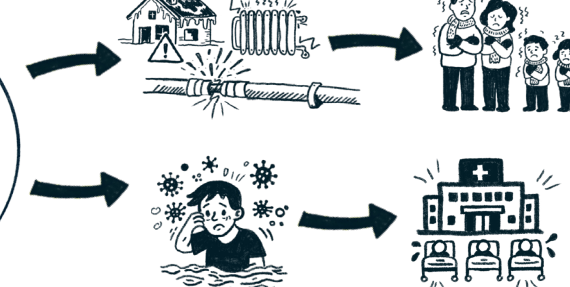
.....

.....

.....

.....

Gesundheit



.....

.....

.....

.....



Abb.: Sturmflut Lübeck 2019

1. Aufgabe

Einige Wörter sind mit den Wellen der Sturmflut „weggeschwemmt“ worden. Ergänze die Textlücken mit den passenden Wörtern.

Wörter zum Einfügen: Warndienste, Sturmflut, Forschende, Hochwasser, Wasserstände, Land, Ebbe, Deiche, Wasseroberfläche, Klimawandel, Überschwemmungen, Schäden

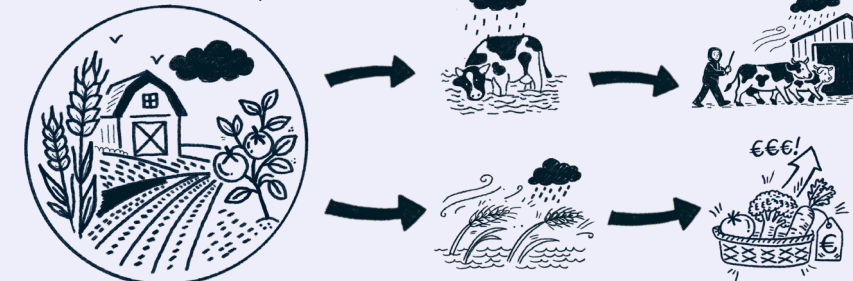
Eine Sturmflut ist ein besonders starkes _____ an der Küste. Sie entsteht, wenn während der normalen Flut zusätzlich ein kräftiger Sturm das Meerwasser Richtung _____ drückt. Der Wind überträgt seine Energie auf die _____ und schiebt das Wasser wie einen Wellenberg vor sich her. Dadurch steigt der Meeresspiegel deutlich höher als bei einer gewöhnlichen Flut und es kann zu _____ kommen – sowohl an der Küste als auch in Flussmündungen.

An der Nordsee spricht man von einer _____, wenn das Wasser rund 1,50 Meter über einer normalen Flut liegt. Ab etwa 2,50 Metern handelt es sich um eine schwere Sturmflut. Noch höhere _____ werden als sehr schwere Sturmflut bezeichnet. Diese entstehen, wenn der Sturm lange anhält: Das Wasser kann bei _____ aufgrund des Windes nicht ausreichend abfließen und steigt bei jeder nächsten Flut noch höher an. Sturmfluten können große _____ anrichten. Deshalb schützen hohe _____ die Küste und _____ warnen die Menschen in gefährdeten Gebieten vor drohenden Sturmfluten. Durch den _____ steigt der Meeresspiegel weiter an und die Sturmgefahr nimmt zu. _____ gehen deshalb davon aus, dass zukünftige Sturmfluten höher und stärker ausfallen als heute.

2. Was passiert bei einer Sturmflut?

Welche Auswirkungen kann eine Sturmflut auf deinen Alltag, deine Umgebung und die Gesellschaft haben? Die Abbildungen zeigen verschiedene Bereiche (Sektoren), die von einer Sturmflut betroffen sind. Beschreibe die negativen Auswirkungen und die daraus entstehende Folgen in Stichpunkten.

Landwirtschaft



.....

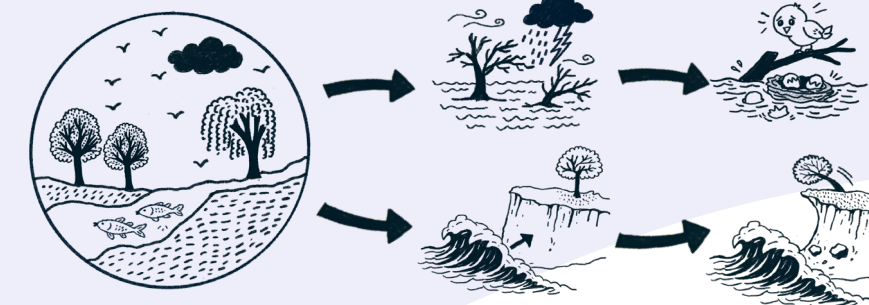
.....

.....

.....

.....

Natur



.....

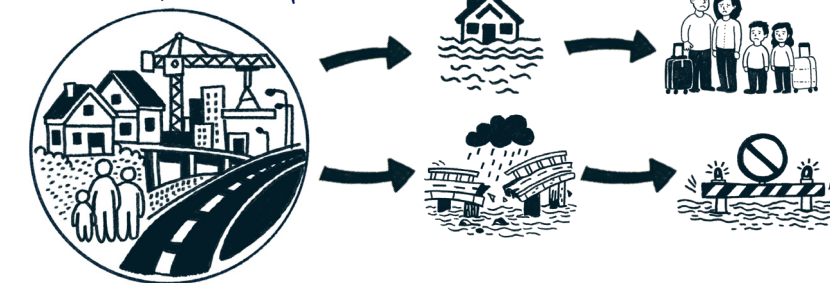
.....

.....

.....

.....

Leben / Gesellschaft



.....

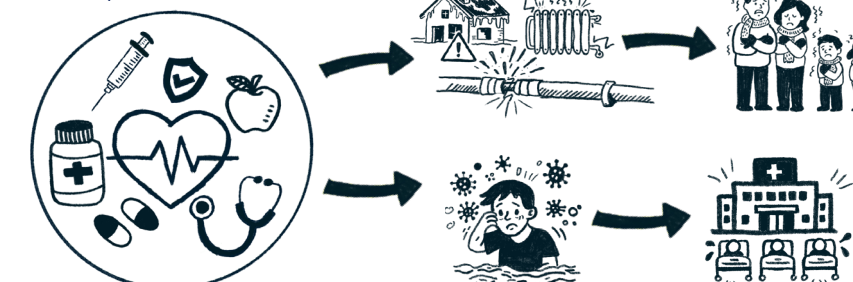
.....

.....

.....

.....

Gesundheit



.....

.....

.....

.....

.....

Bewegung der Luft durch Temperatur

Dieses Experiment dient als Modellversuch. Es wird seitens der Lehrkraft durchgeführt.

Material:

1L Becherglas, Pappe, Alufolie, 2 Teelichter, Räucherstäbchen, feuerfeste Unterlage

Durchführung:

1. ein Stück Pappe wird so zugeschnitten, dass es:
 - etwas breiter als der Durchmesser des Becherglases ist
 - und etwas kürzer als das Becherglas ist
2. Die Pappe wird in das Becherglas geschoben, so dass am Boden ein Durchlass bestehen bleibt.
3. In eine der beiden entstandenen Kammern werden 2 Teelichter gestellt und angezündet.
4. Das Becherglas wird luftdicht mit Alufolie verschlossen.
5. In beide Kammern wird jeweils ein kleines Loch in die Alufolie gestochen.
6. Ein Räucherstäbchen wird angezündet und vor die Öffnung der Kammer ohne Kerze gehalten.

Beobachtung:

Der Rauch des Räucherstäbchens wird in die Kammer hineingezogen. Auf der Seite mit den Kerzen steigt der Rauch nach oben und entweicht durch die Öffnung.

Erklärung:

Durch die unterschiedlichen Temperaturen in den Kammern des Becherglases entstehen Druckunterschiede:

In der warmen Kammer steigt die erhitzte Luft nach oben – es entsteht ein **Tiefdruckgebiet**. In der kälteren Kammer sinkt die Luft ab – hier bildet sich ein **Hochdruckgebiet**. Der Ausgleich dieses Druckunterschieds erfolgt durch die Bewegung der Luft vom Hochdruckgebiet zum Tiefdruckgebiet. Dies lässt sich im Versuch anhand der Rauchbewegung beobachten. Im Alltag nehmen wir diese Luftbewegung als **Wind** wahr.



Beobachtung:

.....

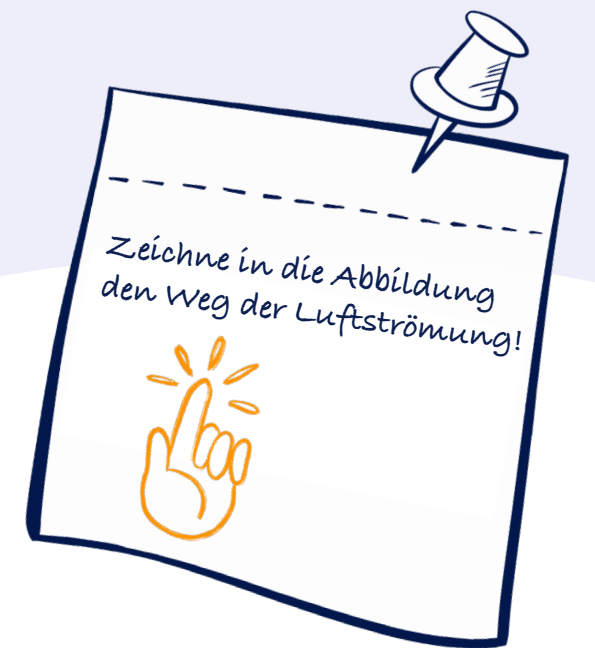
.....

.....

.....

.....

.....



Erklärung:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Notizen



Modul 2: Wat(t) geht ab? – Die Elbmündung im Blick

- Die Elbmündung gehört zu den größten Ästuaren Europas und stellt einen einzigartigen Übergangsbereich zwischen Fluss und Meer dar. Als Ästuar gelten trichterförmige Mündungsgebiete von Flüssen, die stark durch den Einfluss der Gezeiten geprägt sind. Charakteristisch ist, dass es keine feste Grenze zwischen Wasser und Land gibt: Bei Flut strömt das Meerwasser flussaufwärts – große Flächen werden überflutet. Bei Ebbe kehrt sich die Fließrichtung um – das Wasser zieht sich zurück. Durch diesen permanenten Wechsel vermischt sich das Süßwasser der Elbe mit dem Salzwasser der Nordsee und es entstehen ausgedehnte Brackwasserzonen.

Diese besonderen Bedingungen schaffen eine Vielzahl einzigartiger Ökosysteme. Zu den typischen Lebensräumen eines Ästuars gehören Röhrichte, Flachwasserzonen, Süßwasserwatten und Tide-Auwälder. Sie erfüllen wichtige ökologische Funktionen: Flachwasserbereiche dienen Fischen als Kinderstube und Sauerstoffquelle, Röhrichte wirken als natürliche Wasserfilter und schützen die Ufer vor Erosion, während Wattflächen Lebensraum für Millionen Kleinstorganismen und wichtige Futtergebiete für Zugvögel darstellen. Besonders bemerkenswert ist die Artenvielfalt der Elbmündung. Mehr als 200 Vogelarten nutzen die Region als Brut-, Rast- oder Überwinterungsgebiet. Zudem kommen hier hoch spezialisierte und sogar endemische Arten vor, die weltweit ausschließlich an der Elbe leben – etwa der vom Aussterben bedrohte Schierlings-Wasserfenchel.

Aufgrund der großen ökologischen Bedeutung wird das Elbe-Ästuar von der Europäischen Union als besonders schützenswert eingestuft. Heute stehen rund 93 Prozent des Elbe-Ästuars unter Naturschutz.

Gleichzeitig ist die Elbmündung jedoch seit Jahrhunderten ein intensiv genutzter Wirtschafts- und Siedlungsraum. Vor allem der Hamburger Hafen macht die Elbe zu einer der wichtigsten Schifffahrtsstraßen Europas. Um den Schiffsverkehr verlässlich zu ermöglichen, wurden Deiche gebaut, Wasserläufe verändert, Sperrwerke errichtet und die Fahrrinne der Elbe mehrfach vertieft. Diese Eingriffe haben das natürliche System des Ästuars stark verändert. Große Teile der ursprünglichen Überschwemmungsflächen gingen verloren, Flachwasserzonen wurden reduziert und Strömungsverhältnisse verändert.

Die Folgen dieser Veränderungen zeigen sich heute besonders deutlich im Zusammenhang mit Extremwetterereignissen. Da das Wasser bei Sturmfluten oder Hochwasser immer weniger Ausweichflächen findet, steigen Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten stärker an als früher. Gleichzeitig geraten die empfindlichen Lebensräume und spezialisierte Arten zunehmend unter Druck.

Das Elbe-Ästuar verdeutlicht damit exemplarisch, wie eng Naturraum, menschliche Nutzung und Klimafolgen miteinander verknüpft sind – und welche Auswirkungen menschliche Eingriffe auf empfindliche Ökosysteme haben können.

Wat(t) geht ab?

PHASE (Inhalt / Ziel)	LEHRKRAFT (Impulse)	AKTIVITÄT DER SuS (Sozialform)
Einstieg: Vorwissen zur Elbe aktivieren	Impuls: „Nenne Begriffe, die du mit der Elbe verbindest.“ Lehrkraft hält Antworten der SuS schriftlich fest	Begriffe sammeln und strukturieren (Plenum)
Online-Recherche: Lebensraum Elbmündung kennenlernen	Leitfragen zur Recherche erläutern: „Was sind die Besonderheiten eines Ästuars?“; „Welche typischen Lebensräume gibt es in einem Ästuar?“; „Was ist deren ökologische Funktion und Nutzen für den Menschen?“	Recherche zu Besonderheiten von Ästuaren, typischen Lebensräumen und ökologischer Funktion (Partnerarbeit)
Erarbeitung/Sicherung: Ergebnisse strukturieren und sichern	Arbeitsblätter M7/ M8 austeilen, ggf. Fragen beantworten und begleiten	Bearbeitung der Arbeitsblätter (Einzelarbeit)
Transfer: Menschliche Eingriffe in Ökosysteme und deren Auswirkungen analysieren	Überleitung zu anthropogenen Veränderungen geben, Arbeitsblätter M9/ M10 austeilen	Bearbeitung der Arbeitsblätter: Veränderungen des Elbe-Ästuars analysieren und Folgen bei Extremwetter beurteilen (Einzelarbeit)
Abschluss: Mensch-Umwelt-Zusammenhänge reflektieren	Gruppendiskussion moderieren: „Wie hat sich die Elbe durch den Eingriff des Menschen verändert?“; „Was haben die Eingriffe für Folgen?“	Ergebnisse vortragen und bewerten (Plenum)



Hinweis: Für eine einwandfreie Nutzung und Darstellung des Interaktiven Welt-ozeans wird auf **Tablets Google Chrome** als Browser empfohlen.

MATERIAL
(Arbeitsblätter/ QR-Codes)

Tafel/ digitales Board



Hier geht es zum Interaktiven Weltozean

M7 (SEK I): Die Elbmündung im Blick
M8 (SEK II): Die Elbmündung im Blick

M9 (SEK I): Wir verändern unsere Umwelt
M10 (SEK II): Anthropogene Veränderungen und ihre Auswirkungen

Notizen

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

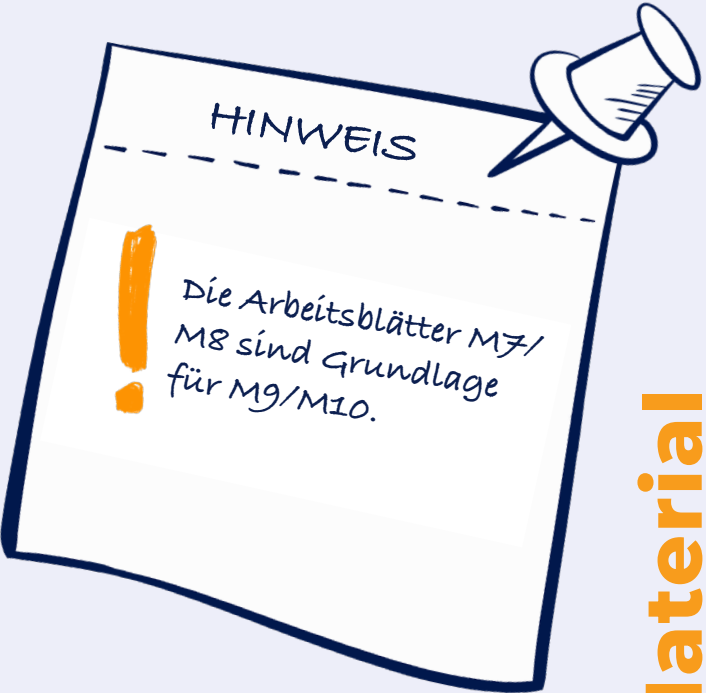
.....

.....

.....

.....

.....



Material

Wenn Elbe und Nordsee aufeinandertreffen...

Im Mündungsgebiet der Elbe treffen Fluss und Meer aufeinander und bilden eines der größten Ästuare Europas. Das Besondere an einem Ästuar: Es gibt keine feste Grenze zwischen Wasser und Ufer. Zweimal am Tag ändert sich der Wasserstand. Bei Flut strömt das Meerwasser flussaufwärts – große Flächen werden überflutet. Bei Ebbe kehrt sich die Fließrichtung um – das Wasser zieht sich zurück. Dabei vermischt sich das Süßwasser der Elbe mit dem Salzwasser der Nordsee und es entstehen ausgedehnte Brackwasserzonen. Außerdem bilden Ästuare eine wichtige Brücke zwischen Land und Meer. Das Salzwasser der Nordsee beeinflusst die Lebensbedingungen weit flussaufwärts in der Elbmündung. Gleichzeitig werden die Nähr- und Schadstoffe aus dem Inland über die Elbe in die Nordsee transportiert. Diese Austauschprozesse machen das Ästuar zu einem besonderen Lebensraum.



Aufgabe:

Mache dich mit der Region **Elbmündung** vertraut.

Nutze dafür den **Interaktiven Weltozean** der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM) und klicke auf die Region Elbe:
<https://weltozean.de/?token=8Zly5GUXTfe2gb1TnCsIR5da#/idx/4#0>



1. Nenne die fünf typischen Lebensräume der Elbmündung.



2. Wähle einen der Lebensräume aus und kreise ihn ein.
Beantworte die folgenden Fragen:

A Welche Tiere leben dort?



.....

.....

.....

.....

.....

B Weshalb ist der Lebensraum so wichtig für die dort lebenden Tiere und Pflanzen (ökologische Funktion)?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C Welchen Nutzen hat der Lebensraum für uns Menschen?



.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe:

Mache dich mit der Region **Elbmündung** vertraut.

Nutze dafür den **Interaktiven Weltozean** der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM) und klicke auf die Region Elbe:

<https://weltozean.de/?token=8Zly5GUXTfe2gb1TnCsIR5da#/idx/4#0>



1. Erkläre die Besonderheiten eines Ästuars am Beispiel der Elbe.

Beziehe dich dabei insbesondere auf die Wasserstände und den Salzgehalt.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Fülle die Tabelle in Hinblick auf folgende Aspekte aus:

- A Nenne fünf typische Ökosysteme in der Elbmündung.
- B Erläutere deren ökologische Funktion (beispielsweise den Nutzen als Nahrungsquelle oder Lebensraum für verschiedene Arten).
- C Beschreibe den Nutzen des jeweiligen Ökosystems für uns Menschen.

3. Erläutere die Besonderheit am Vorkommen des Schierlings-Wasserfenchels.

.....

.....

.....

.....

Ökosystem	Ökologische Funktion	Nutzen für den Menschen

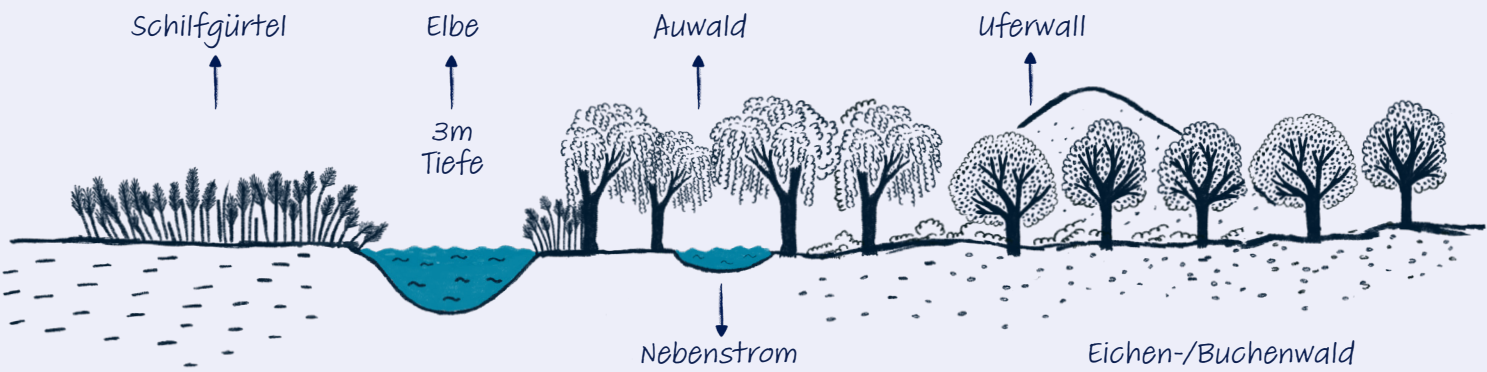


Abb. 1: Ursprünglicher Zustand des Elbtals



Abb. 2: Durch den Menschen veränderter Zustand

1. Wie hat sich die Elbmündung durch den Eingriff des Menschen verändert?
Vergleiche die Abbildungen und beschreibe die Veränderungen.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Stelle dir folgendes Szenario vor und beantworte die Fragen:
Ein Sturm treibt das Nordseewasser in die Elbe. Das Wasser steigt.

A Warum steigt das Wasser (der Wasserspiegel) heute höher an als früher?
Beziehe dich auf die Abbildungen 1 und 2.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B Was kann bei einem hohen Wasserstand passieren und wer wäre betroffen?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1. Wie hat sich die Elbmündung durch den Eingriff des Menschen verändert?

Vergleiche das Tiefenmodell der Elbe aus dem Jahr 1926 (Abb. 1) mit den aktuellen Wasserzonen der Elbe (Abb. 2). Verschriftliche deine Beobachtungen stichpunktartig in Hinblick auf:

A Überschwemmungsgebiete

.....

.....

.....

B Wattflächen

.....

.....

.....

C Flachwasserbereiche

.....

.....

.....

D Nebenflüsse

.....

.....

.....

E Wassertiefe

.....

.....

.....

Abb. 1: Wasserzonen 1926

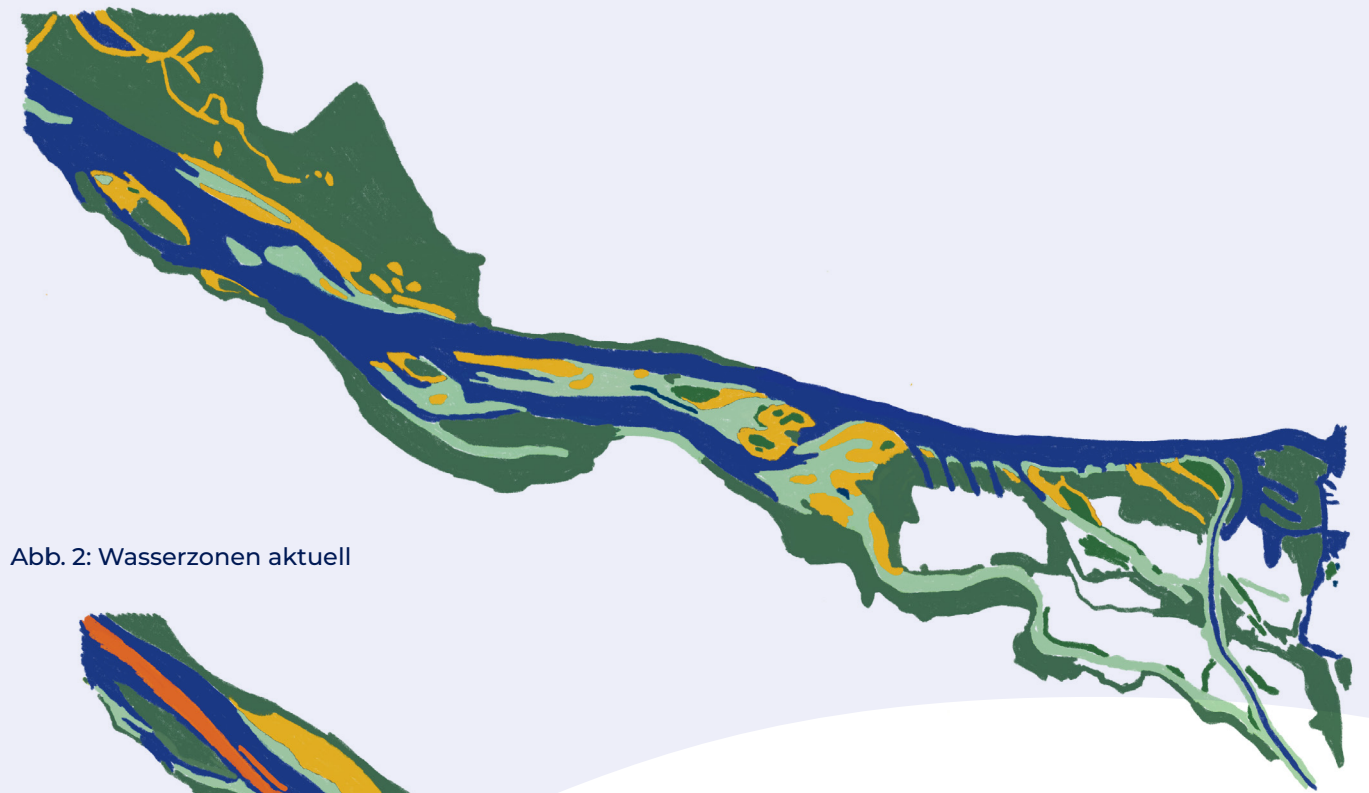
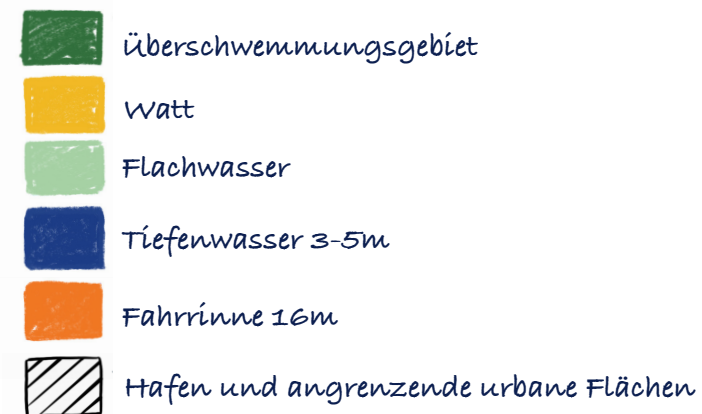
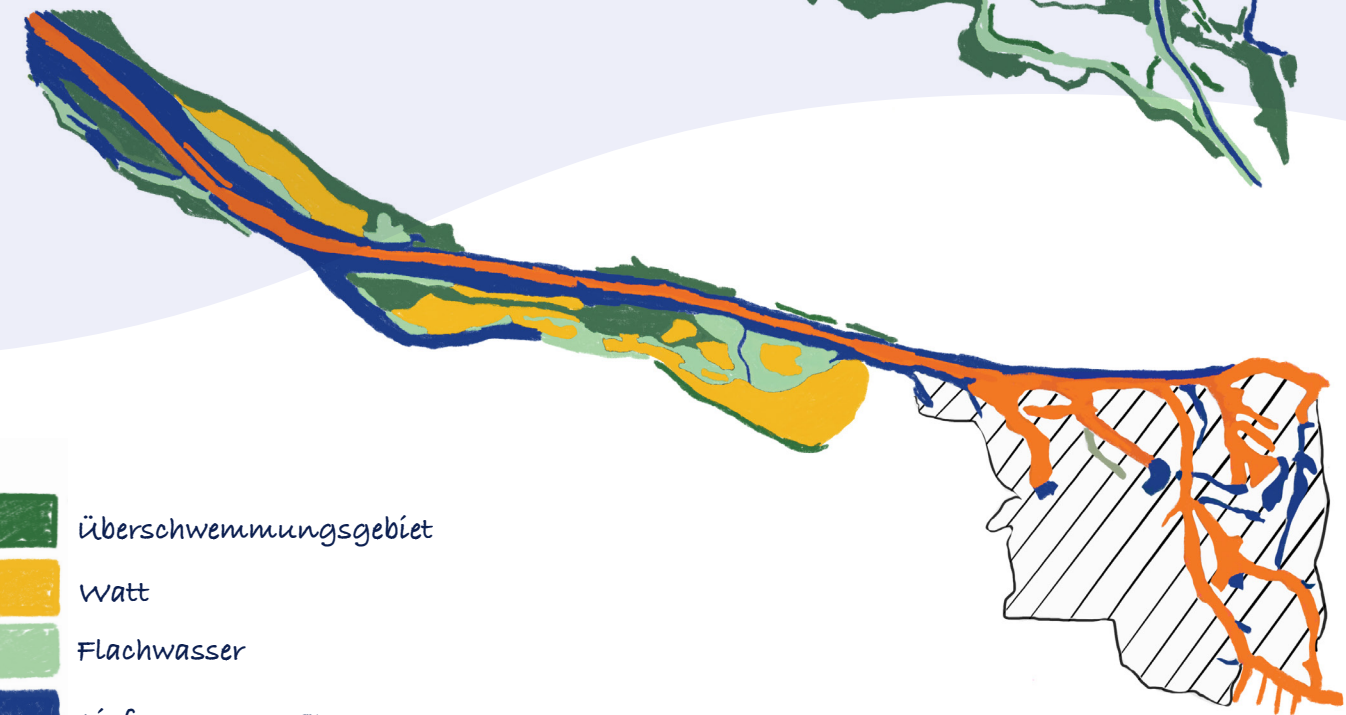


Abb. 2: Wasserzonen aktuell



2. Stelle dir folgendes Szenario vor und beantworte die Fragen:

Ein Sturm treibt das Nordseewasser in die Elbe. Das Wasser steigt.

- A Warum steigt der Wasserspiegel heute höher an als früher?
Beziehe dich auf die Abbildungen 1 und 2 (Wasserzonen).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- B Was kann bei einem hohen Wasserstand passieren?
Welche Gebiete und Personengruppen wären betroffen?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- C Beschreibe welche Folgen eine Zunahme von Sturmfluten für die Artenvielfalt im Süßwasserbereich des Ästuars haben können. Beziehe dich bei deiner Erklärung auf den Schierlings-Wasserfenchel (Arbeitsblatt M8).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Modul 3: ElbeXtreme - Extremwetter und die Elbe

Die Elbmündung ist ein hochdynamisches, von den Gezeiten geprägtes Flusssystem, in dem sich die ökologischen Bedingungen kontinuierlich verändern. Wasserstand, Salzgehalt und Temperatur unterliegen natürlichen Schwankungen durch den täglichen Wechsel von Ebbe und Flut. Treten jedoch Extremereignisse wie langanhaltende Hitzeperioden, Sturmfluten oder Hochwasser auf, können sich einzelne Wasserparameter erheblich verändern – mit teils gravierenden Folgen für das gesamte Ökosystem.

Ein zentrales Beispiel hierfür ist das immer wieder auftretende Sauerstoffloch in der Elbe bei Hamburg, das vor allem in den Sommermonaten entsteht. Hohe Temperaturen erwärmen das Oberflächenwasser und fördern eine stabile Temperaturschichtung, wodurch ein Austausch mit tieferen Wasserschichten eingeschränkt wird. Gleichzeitig sinkt mit steigender Temperatur die Fähigkeit des Wassers, Sauerstoff aufzunehmen, während der mikrobielle Abbau organischer Stoffe Sauerstoff verbraucht. Niedrige Wasserstände und nährstoffbelastetes Wasser verschärfen die Situation zusätzlich. Dadurch entstehen immer wieder kritische Sauerstoffkonzentrationen unter 3 mg/ L, was für viele Fische lebensbedrohlich sein kann. Die langfristigen Folgen zeigen sich deutlich in der Fischfauna der Elbmündung: Seit etwa 2010 ist der Gesamtbestand der Fischarten um mehr als 90 Prozent zurückgegangen. Neben dem Sauerstoffmangel tragen auch die zunehmende Wassertrübung und die Verschlickung wichtiger Aufwuchsgebiete zur Gefährdung des Ökosystems bei. Besonders problematisch ist der Rückgang des Stints, der als wichtiger Futterfisch eine Schlüsselrolle im Nahrungsgefüge der Elbe einnimmt.

Doch auch andere Extremwetter wie Sturmfluten führen zu Veränderungen zentraler Wasserparameter und einer Gefährdung des ökologischen Gleichgewichtes. Starke Winde drücken salzhaltiges Nordseewasser flussaufwärts, wodurch sowohl der Wasserstand als auch der Salzgehalt der Elbe ansteigen. Diese Veränderungen wirken sich unmittelbar auf die Lebensbedingungen bestimmter Tier- und Pflanzenarten aus, die an spezifische Salzkonzentrationen angepasst sind. Besonders betroffen ist der seltene Schierlings-Wasserfenchel (*Oenanthe conioides*), der weltweit ausschließlich im Süßwasserbereich der Tideelbe vorkommt. Da die Pflanze nur eine geringe Salztoleranz besitzt, können erhöhte Salzkonzentrationen zu Stressreaktionen und – in Kombination mit weiteren ökologischen Veränderungen wie veränderten Strömungsverhältnissen – zum Absterben der Bestände führen. Die Art wird mittlerweile auf der Roten Liste als „vom Aussterben bedroht“ geführt. Um ihr Überleben langfristig zu sichern, wurden in den letzten Jahren aufwendige Schutzmaßnahmen und Umsiedlungsprojekte durchgeführt.

Die beiden Beispiele verdeutlichen, wie sensibel Flussmündungen auf Extremereignisse reagieren können. Veränderungen einzelner Umweltfaktoren können komplexe ökologische Wechselwirkungen auslösen und weitreichende Folgen für den gesamten Lebensraum haben.

PHASE (Inhalt / Ziel)	LEHRKRAFT (Impulse)	AKTIVITÄT DER SuS (Sozialform)
Einstieg: Auswirkungen von Extremwetter auf die Elbe	Impulse: „Nenne Extremwetter, die einen Einfluss auf die Elbe haben können.“ ; „Nenne mögliche Auswirkungen der Extremwetter.“	Hypothesen aufstellen: Extremwetter und mögliche Auswirkungen benennen (Plenum)
Online-Recherche: Veränderungen der Elbe unter Extrembedingungen	Klasse in 4 Expertengruppen einteilen; Parameter zuweisen, ElbeXtreme Simulation zur Verfügung stellen und Hinweise zur Nutzung geben	Parameter mithilfe der ElbeXtreme-Simulation untersuchen (Gruppenarbeit)
➔ Parameter 1: Fischbestand untersuchen	Arbeitsblätter M11- M14 austeilten, ggf. Fragen beantworten und Arbeitsprozess begleiten	Auswirkungen auf Fischbestand analysieren und dokumentieren (Einzelarbeit); Ergebnisse in der Gruppe abgleichen
➔ Parameter 2: Temperatur und Sauerstoffgehalt untersuchen		Auswirkungen auf Temperatur und Sauerstoffgehalt analysieren und dokumentieren (Einzelarbeit); Ergebnisse in der Gruppe abgleichen
➔ Parameter 3: Wasserstand untersuchen		Auswirkungen auf den Wasserstand analysieren und dokumentieren (Einzelarbeit); Ergebnisse in der Gruppe abgleichen
➔ Parameter 4: Salzwasseranteil untersuchen		Auswirkungen auf den Salzwasseranteil analysieren und dokumentieren (Einzelarbeit); Ergebnisse in der Gruppe abgleichen
Abschluss/Sicherung: Expertenaustausch und Placemat-Methode	Neue Gruppen bilden mit je einem „ Parameter-Experten “, Placemat-Methode erklären und M15 pro Gruppe austeilten Leitfrage: „Welche Extrembedingung hat den größten Effekt auf die jeweiligen Parameter?“	„ Parameter-Experten “ erläutern der Gruppe ihre Beobachtungen; Placemat und Leitfrage bearbeiten (Gruppenarbeit)
Reflexion/Bewertung: Auswirkungen der Extrembedingungen vergleichen	Gruppendiskussion moderieren: „Welche Extrembedingung hat die stärksten Auswirkungen auf die Elbe insgesamt (alle Parameter kombiniert) und warum?“	Stärkste Auswirkung auf die Elbe bewerten (Plenum)

MATERIAL
(Arbeitsblätter/ QR-Codes)



Hier geht es zur Elbextreme-Simulation

M11: Fischbestand in der Elbe

M12: Temperatur und Sauerstoffgehalt der Elbe

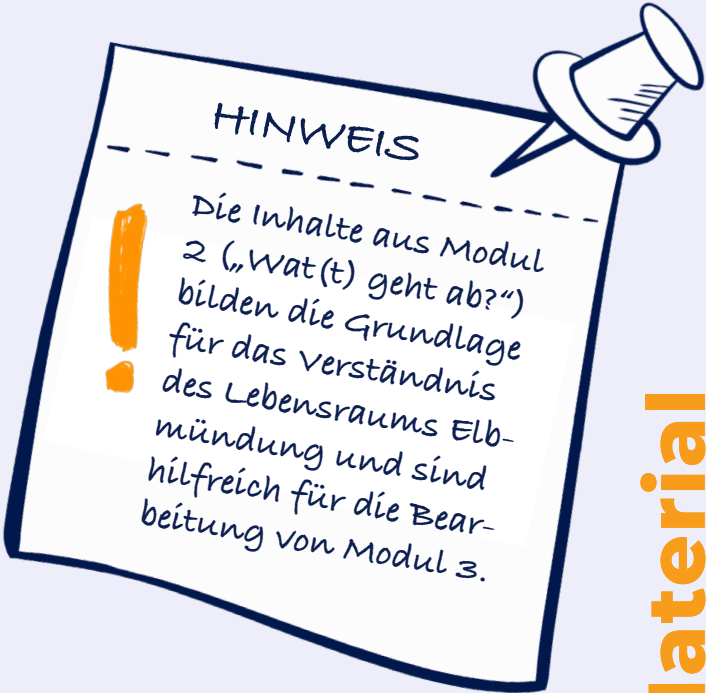
M13: Wasserstand der Elbe

M14: Salzwasser in der Elbe

M15: Placemat

Die **Placemat-Methode** ist eine kooperative Lernmethode, bei der Lernende zunächst ihre Erkenntnisse individuell auf einem gemeinsamen Arbeitsblatt festhalten und anschließend ihre Ergebnisse diskutieren, um eine gemeinsame Gruppenlösung zu formulieren.

Hinweis: Um den SuS ausreichend Platz für Stichpunkte oder Skizzen zu gewährleisten, wird ein **Ausdruck im A3** Format empfohlen!



Hinweis: Die Simulation ist nicht für die Nutzung auf dem Handy geeignet. Für eine einwandfreie Nutzung und Darstellung der Simulation wird auf **Tablets Google Chrome** als Browser empfohlen.

Notizen

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Material

Unter welchem Extremereignis verändert sich **der Fischbestand** in der Elbe am stärksten (*Dürre, Sturmflut, Flusshochwasser oder Sturmflut in Kombination mit Flusshochwasser*)?

1. Stellt in Gruppenarbeit eine Hypothese auf und begründet eure Vermutung.

Hypothese:

Der Fischbestand der Elbe verändert sich am stärksten.....
.....
.....

Begründung:

.....
.....
.....

2. Findet heraus, wie sich der Fischbestand in der Elbe unter den unterschiedlichen Extrembedingungen (*Dürre, Sturmflut, Flusshochwasser und Sturmflut in Kombination mit Flusshochwasser*) im Vergleich zu den Normalbedingungen (*Ebbe, Flut*) verändert.

Nutzt dafür die **ElbeXtreme Extremwetter-Simulation** und bearbeitet den **Arbeitsauftrag**:

<https://elbsimulation.leibniz-ipn.de>



Hier geht es zur Simulation!

3. Auswertung:

Vergleicht eure Ergebnisse mit der zu Beginn aufgestellten Hypothese. Wurde die Hypothese bestätigt? Begründet eure Antwort. Falls die Hypothese nicht bestätigt wurde, erklärt mögliche Ursachen.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Arbeitsauftrag:

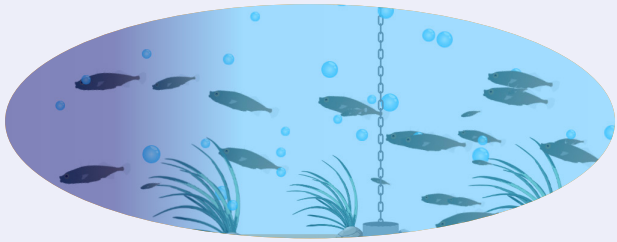


Vergleiche den Fischbestand unter Normalbedingungen mit dem unter Extrembedingungen. Lässt sich eine Veränderung erkennen? Kreuze die passende Antwort an. Beschreibe gegebenenfalls die Auswirkungen auf den **Fischbestand** und erläutere die Gründe für diese Veränderungen.

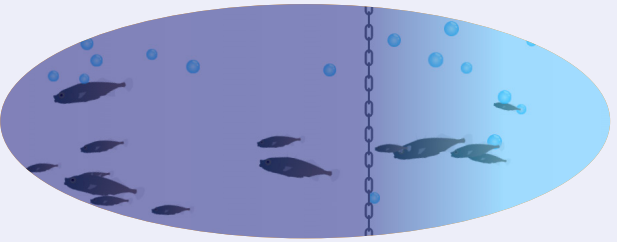
Ergebnis:

Normalbedingungen

Ebbe



Flut

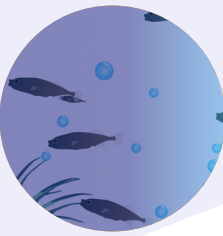


Extrembedingungen

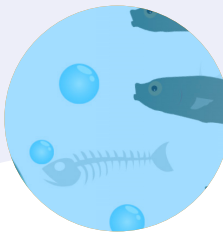
Dürre



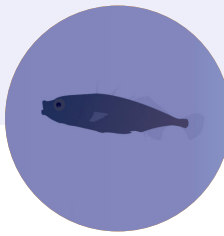
Sturmflut



Flusshochwasser



Sturmflut + Flusshochwasser



	Dürre	Sturmflut	Flusshochwasser	Sturmflut + Flusshochwasser
☐ keine Veränderung.	☐ keine Veränderung.	☐ keine Veränderung.	☐ keine Veränderung.	☐ keine Veränderung.
☐ Ja,...	☐ Ja,...	☐ Ja,...	☐ Ja,...	☐ Ja,...
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				

Wie verändert sich bei einem **Dürre-Ereignis**

- A die **Temperatur** des Wassers?
- B der **Sauerstoffgehalt** des Wassers?

1. Stellt in Gruppenarbeit für beides eine Hypothese auf und begründet eure Vermutung.

Hypothese (Temperatur):

Bei einem Dürre-Ereignis.....
.....

Begründung (Temperatur):

.....
.....

Hypothese (Sauerstoffgehalt):

Bei einem Dürre-Ereignis.....
.....

Begründung (Sauerstoffgehalt):

.....
.....

2. Findet heraus, wie sich die Temperatur und der Sauerstoffgehalt in der Elbe unter den unterschiedlichen Extrembedingungen (Dürre, Sturmflut, Hochwasser, Sturmflut in Kombination mit Flusshochwasser) im Vergleich zu den Normalbedingungen (Ebbe, Flut) verändert.

Nutzt dafür die ElbeXtreme Extremwetter-Simulation und bearbeitet den Arbeitsauftrag:

<https://elbsimulation.leibniz-ipn.de>



Hier geht es zur Simulation!

Arbeitsauftrag:

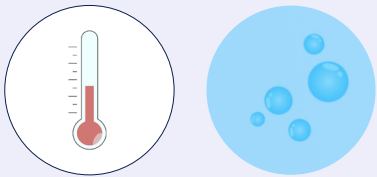


Vergleiche die **Temperatur** und den **Sauerstoffgehalt** unter Normalbedingungen mit denen unter Extrembedingungen. Lässt sich eine Veränderung erkennen? Kreuze an und beschreibe gegebenenfalls die möglichen Auswirkungen auf die **Temperatur** und den **Sauerstoffgehalt**. Erkläre außerdem die Gründe für diese Veränderungen.

Ergebnis:

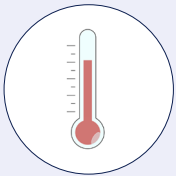
Normalbedingung

Ebbe/Flut



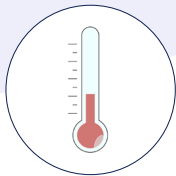
Extrembedingung (Temperatur)

Dürre



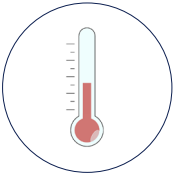
- ☐ keine Veränderung der Temperatur.
- ☐ Die Temperatur.....
.....

Sturmflut



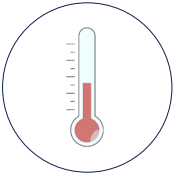
- ☐ keine Veränderung der Temperatur.
- ☐ Die Temperatur.....
.....

Flusshochwasser



- ☐ keine Veränderung der Temperatur.
- ☐ Die Temperatur.....
.....

Sturmflut + Fluss-
hochwasser



- ☐ keine Veränderung der Temperatur.
- ☐ Die Temperatur.....
.....

Extrembedingung
(Sauerstoffgehalt)

Dürre



☐ keine Veränderung des Sauerstoffgehalts.
☐ Der Sauerstoffgehalt...
.....

Sturmflut



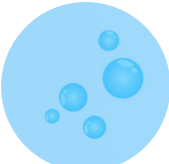
☐ keine Veränderung des Sauerstoffgehalts.
☐ Der Sauerstoffgehalt...
.....

Flusshochwasser



☐ keine Veränderung des Sauerstoffgehalts.
☐ Der Sauerstoffgehalt...
.....

Sturmflut + Fluss-
hochwasser



☐ keine Veränderung des Sauerstoffgehalts.
☐ Der Sauerstoffgehalt...
.....

3. Auswertung:

Vergleicht eure Ergebnisse mit den zu Beginn aufgestellten Hypothesen.
Wurde die jeweilige Hypothese bestätigt? Begründet eure Antwort.
Falls die Hypothesen nicht bestätigt wurden, erklärt mögliche Ursachen.

.....
.....
.....
.....
.....

Unter welcher Extrembedingung verändert sich **der Wasserstand der Elbe** am stärksten (Dürre, Sturmflut, Flusshochwasser oder Sturmflut in Kombination mit Flusshochwasser)?

1. Stellt in Gruppenarbeit eine Hypothese auf und begründet eure Vermutung.

Hypothese:

Der Wasserstand der Elbe verändert sich am stärksten...
.....
.....

Begründung:

.....
.....
.....

2. Findet heraus, wie sich der Wasserstand der Elbe unter den unterschiedlichen Bedingungen (Ebbe, Flut, Dürre, Sturmflut, Flusshochwasser und Sturmflut in Kombination mit Flusshochwasser) verändert.

Nutzt dafür die ElbeXtreme Extremwetter-Simulation und bearbeitet den Arbeitsauftrag:
<https://elbsimulation.leibniz-ipn.de>



Hier geht es zur Simulation!

3. Auswertung:

Vergleicht eure Ergebnisse mit der zu Beginn aufgestellten Hypothese.

A Erklärt mögliche Ursachen, falls die Hypothese nicht bestätigt wurde.

.....
.....
.....

B Unter welcher Bedingung ist der Wasserstand am höchsten?
Nenne die Ursachen.

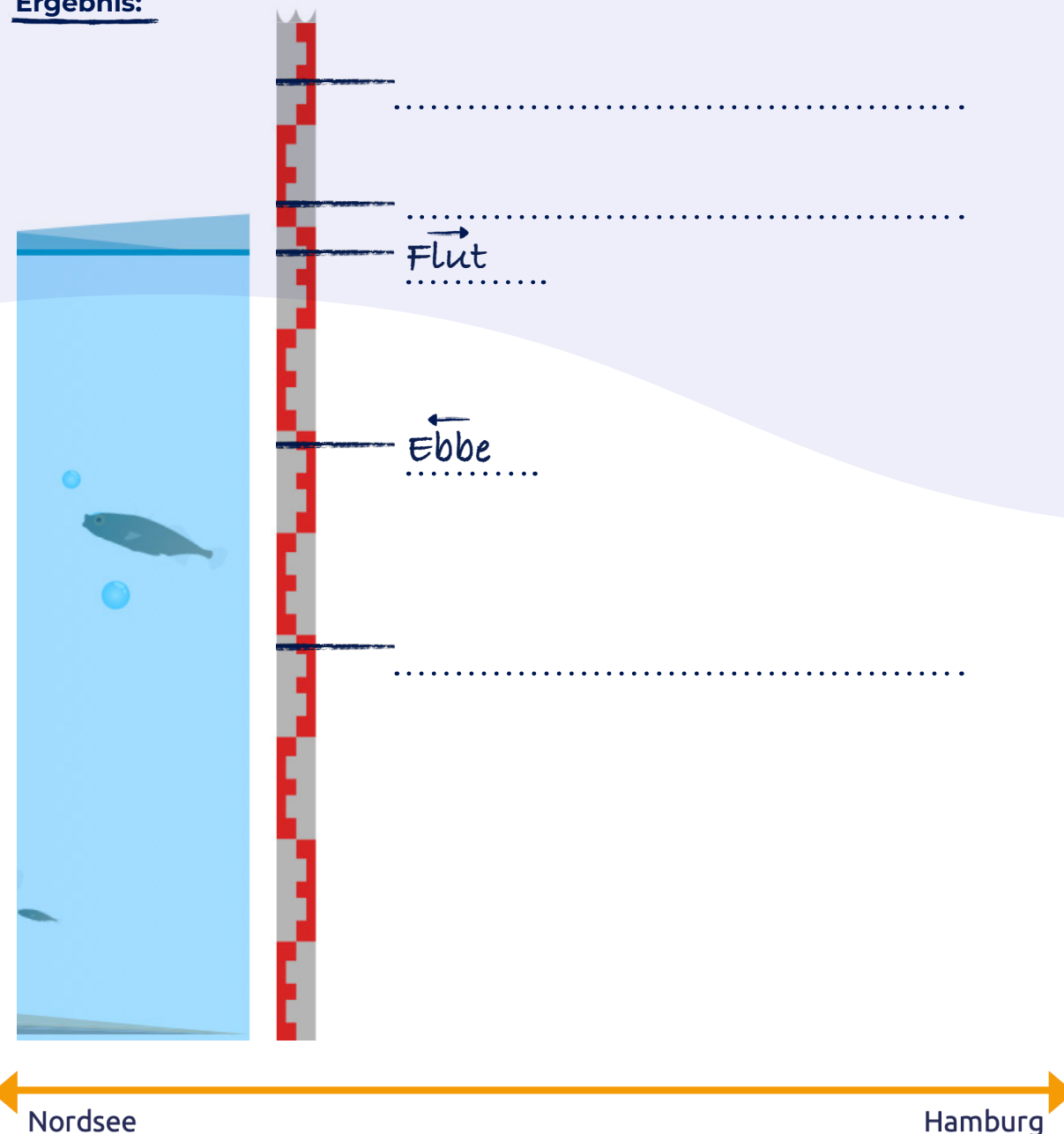
.....
.....
.....

Arbeitsauftrag:

Die Abbildung zeigt den **Wasserstand der Elbe** an. Beschrifte die Skala jeweils mit der passenden Extrembedingung (*Dürre, Sturmflut, Hochwasser, Sturmflut in Kombination mit Flusshochwasser*). Kennzeichne die **Strömungsrichtung** durch einen Pfeil, so wie in den dargestellten Beispielen.

Bei Ebbe fließt das Wasser aus der Elbe in die Nordsee und der Wasserstand in der Elbmündung sinkt. Bei Flut strömt das Salzwasser aus der Nordsee flussaufwärts in Richtung Hamburg, der Wasserstand steigt.

Ergebnis:



Ein schwerer Sturm über der Nordsee drückt große Mengen Meerwasser flussaufwärts in die Elbe. Wie wirkt sich eine solche Sturmflut auf den **Salzgehalt** der Elbe aus?

1. Stellt in Gruppenarbeit eine Hypothese auf und begründet eure Vermutung.

Hypothese:

Der Salzgehalt der Elbe ist bei einer Sturmflut....

Begründung:

2. Findet heraus, wie sich der Salzgehalt der Elbe unter den unterschiedlichen Bedingungen (Ebbe, Flut, Dürre, Sturmflut, Flusshochwasser und Sturmflut in Kombination mit Flusshochwasser) verändert.

Hinweis: Verwendet dazu die Bojenkette in der Simulation als Vergleichslinie.

Nutzt dafür die ElbeXtreme Extremwetter-Simulation und bearbeitet den Arbeitsauftrag:

<https://elbsimulation.leibniz-ipn.de>



Hier geht es zur Simulation!

3. Auswertung:

Vergleicht eure Ergebnisse mit der zu Beginn aufgestellten Hypothese.

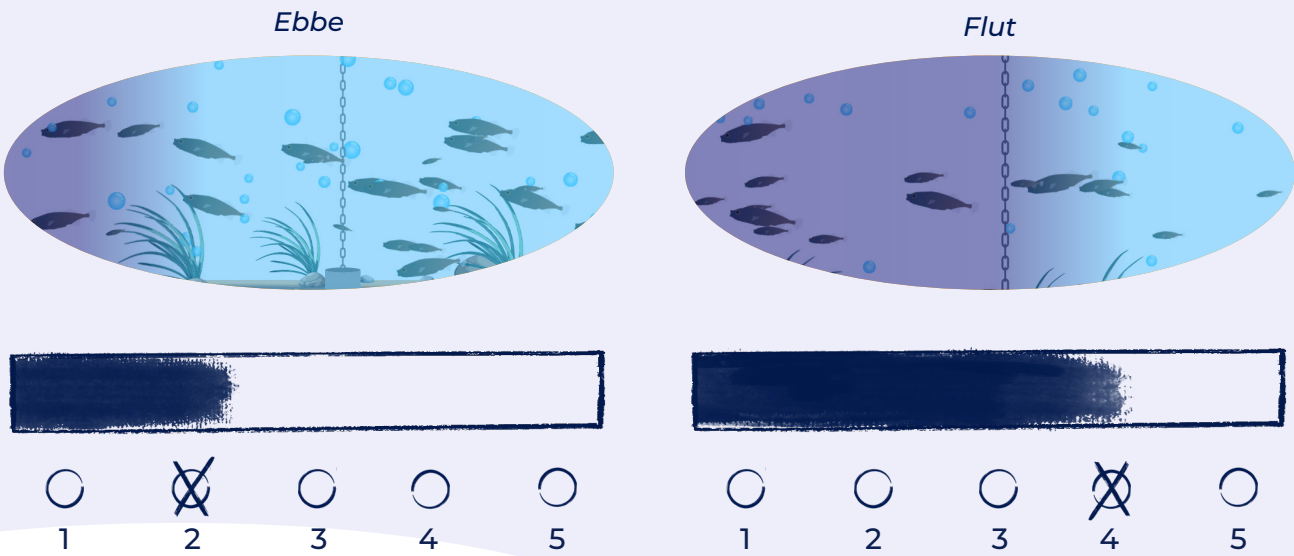
A Erklärt mögliche Ursachen, falls die Hypothese nicht bestätigt wurde.

B Unter welcher Bedingung ist der Salzgehalt am höchsten? Nenne die Ursachen.

Arbeitsauftrag:

Die Abbildungen und darunterstehende Skala zeigen den **Salzgehalt der Elbe** bei **Ebbe und Flut** unter Normalbedingungen. Kreuze für jede Extrembedingung den passenden Wert auf der Skala an und fülle diese wie in den Beispielen farbig aus.

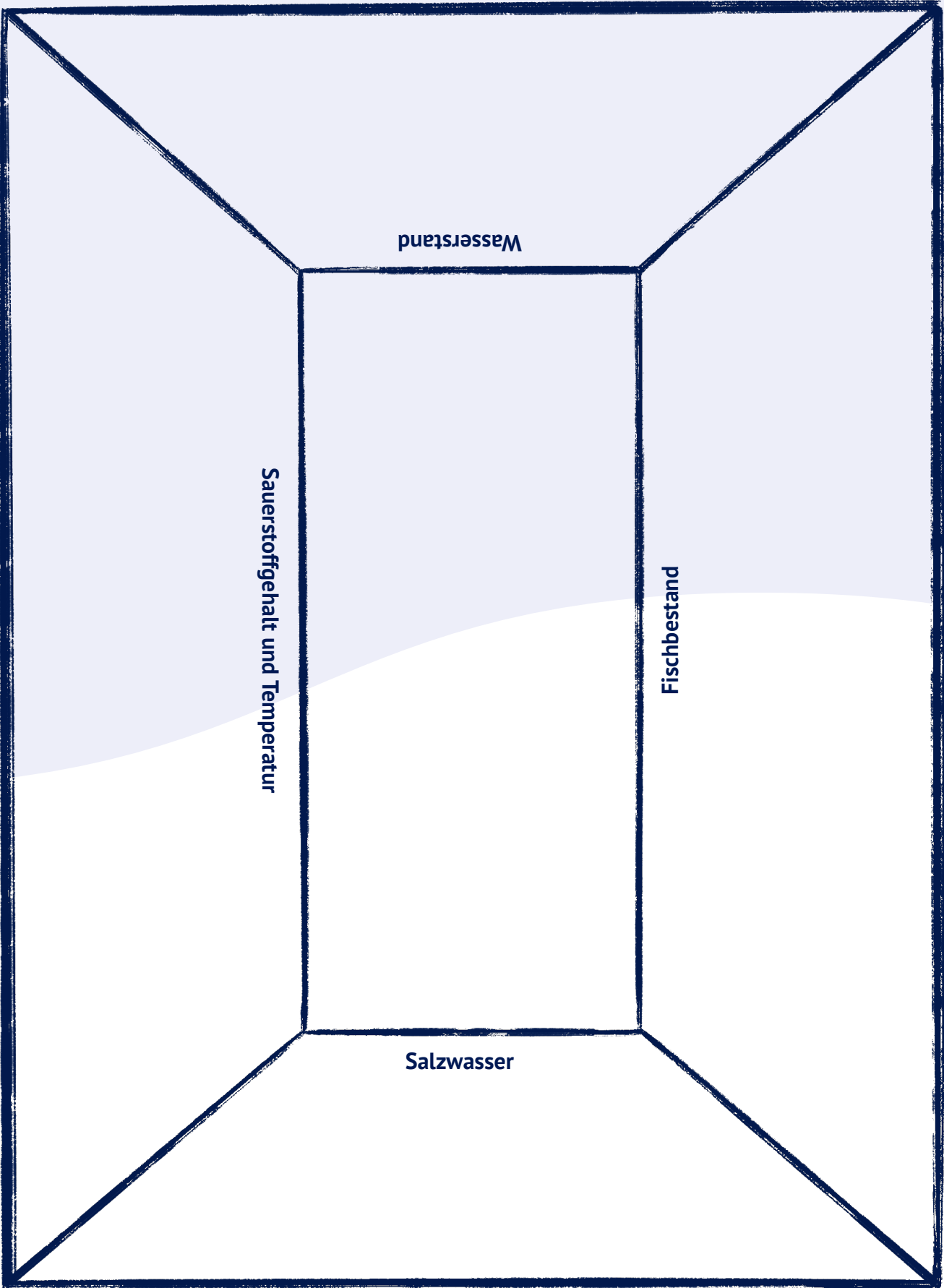
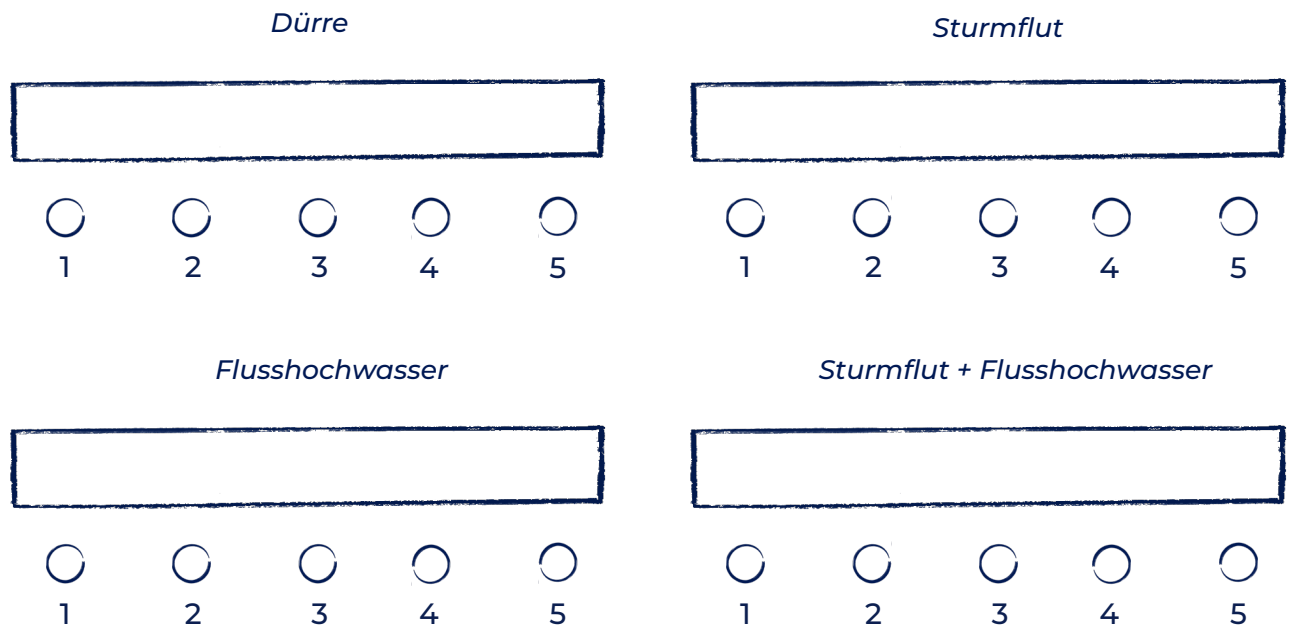
Normalbedingung



1 = Salzgehalt nimmt stark ab; 2 = Salzgehalt nimmt leicht ab; 3 = mittlerer Salzgehalt;
4 = Salzgehalt nimmt leicht zu; 5 = Salzgehalt nimmt stark zu

Ergebnis:

Extrembedingung



Notizen



Modul 4: WetterXtreme – und jetzt?

Extremwetterereignisse wie Starkregen, Hitzewellen oder Sturmfluten stellen eine wachsende Herausforderung für Gesellschaft und Umwelt dar. Um diesen Herausforderungen wirksam begegnen zu können, sind vor allem drei Bereiche entscheidend: das Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse, möglichst genaue Vorhersage extremer Wetterereignisse und geeignete Anpassungsmaßnahmen.

Die Grundlage bildet zunächst das wissenschaftliche Verständnis von Extremwetterereignissen. Aktuelle Forschungsprojekte untersuchen Ursachen, Abläufe und Wechselwirkungen, um Prozesse wie die Entstehung von Hitzewellen oder die Dynamik von Sturmfluten besser zu verstehen und deren Auswirkungen auf natürliche sowie vom Menschen geprägte Systeme zu analysieren (Bsp. mareXtreme). Dabei spielt die enge Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen eine zentrale Rolle: Naturwissenschaften liefern beispielsweise Erkenntnisse zu biologischen, physikalischen und klimatischen Prozessen, Sozialwissenschaften untersuchen gesellschaftliche Auswirkungen und Verwundbarkeiten, während Küsteningenieur*innen technische Schutzmaßnahmen für Infrastruktur und Siedlungsräume entwickeln. Interdisziplinäre Forschung ermöglicht somit ein umfassendes Verständnis von Extremwetterereignissen und deren vielfältigen Auswirkungen.

Darauf aufbauend lassen sich Extremwetter-Vorhersagen treffen. Mithilfe komplexer Modelle und moderner Datenauswertung versuchen Wissenschaft und Wetterdienste, Extremereignisse möglichst frühzeitig und präzise zu prognostizieren. Grundlage dafür sind vielfältige Datenquellen, wie etwa Messdaten von Wetterstationen (z. B. Temperatur, Niederschlag, Wind), Satellitendaten zur großräumigen Beobachtung von Wolken, Feuchtigkeit und Meeresoberflächen, Ozean- und Pegelmessungen für Wassertemperaturen oder Wasserstände, sowie historische Klimadaten, die für die Modellierung und Bewertung von Langzeittrends genutzt werden. Diese Prognosen ermöglichen es, Risiken frühzeitig zu erkennen und die Bevölkerung mithilfe von Frühwarnsystemen wie Warn-Apps rechtzeitig zu informieren.

Ein drittes zentrales Handlungsfeld im Umgang mit Extremwetter ist die Anpassung an dessen Folgen. Dazu zählen sowohl technische Maßnahmen wie der Bau und die Verstärkung von Deichen, aber auch naturbasierte Lösungen wie die Wiederherstellung von Auen und Überschwemmungsflächen. Ergänzt werden diese Ansätze durch innovative Konzepte der Stadtplanung wie die „Schwammstadt“. Dieses Konzept verfolgt das Ziel, Regenwasser in der Stadt gezielt zu nutzen. Bei Starkregen wird das Wasser in unterirdischen Rückhaltebecken, auf Grünflächen oder begrünten Dächern gespeichert, wodurch Überflutungen reduziert werden. In Hitze- und Trockenperioden kann das gespeicherte Wasser dann wieder verdunsten und so zur natürlichen Kühlung und Bewässerung der Stadt beitragen.

MATERIAL

(Arbeitsblätter/ QR-Codes)

Tafel/ digitales Board

Ergebnisse vergleichen und
Bedeutung interdisziplinärer
Forschung erläutern, Tabelle
ggf. ergänzen (*Plenum*)

Eigene Wahrnehmung
und Verhalten reflektieren
(Plenum)

M16: Fischereiwissenschaften
M17: Klimawissenschaften
M18: Sozialwissenschaften
M19: Biogeowissenschaften
M20: Ingenieurwissenschaften
M21 als Zusammenfassung auf
Tafel/digitales Board

M22: Extremwetterwarnungen

Die vier Einheiten dieses Moduls können flexibel und unabhängig voneinander bearbeitet werden

Material

Notizen

PHASE
(Inhalt / Ziel)



LEHRKRAFT

(Impulse)



AKTIVITÄT DER SuS (Sozialform)

MATERIAL

(Arbeitsblätter/ QR-Codes)

- ## Baue eine Schwammstadt!
- Anpassungsstrategien
experimentell erfahren

- Einführungsvideo** zeigen;
Experiment anleiten (M23 für
den Unterricht/ M24 für einen
Projekttag)

Experiment durchführen
(Gruppenarbeit)



- ## Zukunftswerkstatt

SEK II

- **Abschluss:**
Zukunftskongress
2100: Ergebnisse
visualisieren und
austauschen

Klasse in **5 Gruppen** einteilen und Rollen verteilen (M25); Zukunftsszenario und Leitfragen erläutern; Hilfestellung durch Nutzung der **Impulskarten** (M26)

Präsentationen und Abschlussdiskussion anleiten (M25)

Herausforderungen und Lösungsansätze diskutieren; anschauliche Plakate erstellen (*Gruppenarbeit*)

Plakate als Gruppe im Plenum präsentieren; von der Lehrkraft moderierte Szenarien entwickeln (*Plenum*)



Werde aktiv!
Handlungskompetenz
fördern

Forderungskatalog aus Ergebnissen der Zukunftswerkstatt initiieren

Politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Maßnahmen formulieren und an Entscheidungsträger weiterleiten (*Plenum / Arbeitsgruppen*)

Bereich	Mögliche Entscheidungsträger:innen
Politik	Bürgermeister:in, Landesregierung, Bundestagsabgeordnete, Europäisches Parlament
Wirtschaft	Kammern und Verbände der verschiedenen Wirtschaftszweige Eine gute Übersicht findet sich hier: https://www.deutschland.de/de/topic/wirtschaft/globalisierung-welthandel/kammern-und-verbaende
Landwirtschaft	Landwirtschaftskammern, Bauernverbände, Agrargenossenschaften



Video (2:53 min):
„Klimawandel: So wird Köln zur Schwammstadt“



Video (14:32 min):
„Ab in die Schwammstadt!
Eine Chexpedition mit Checker Julian“

M23: Boden-Check

M24: Projekttag Schwammstadt

M25: Zukunftsszenario und Themenschilder

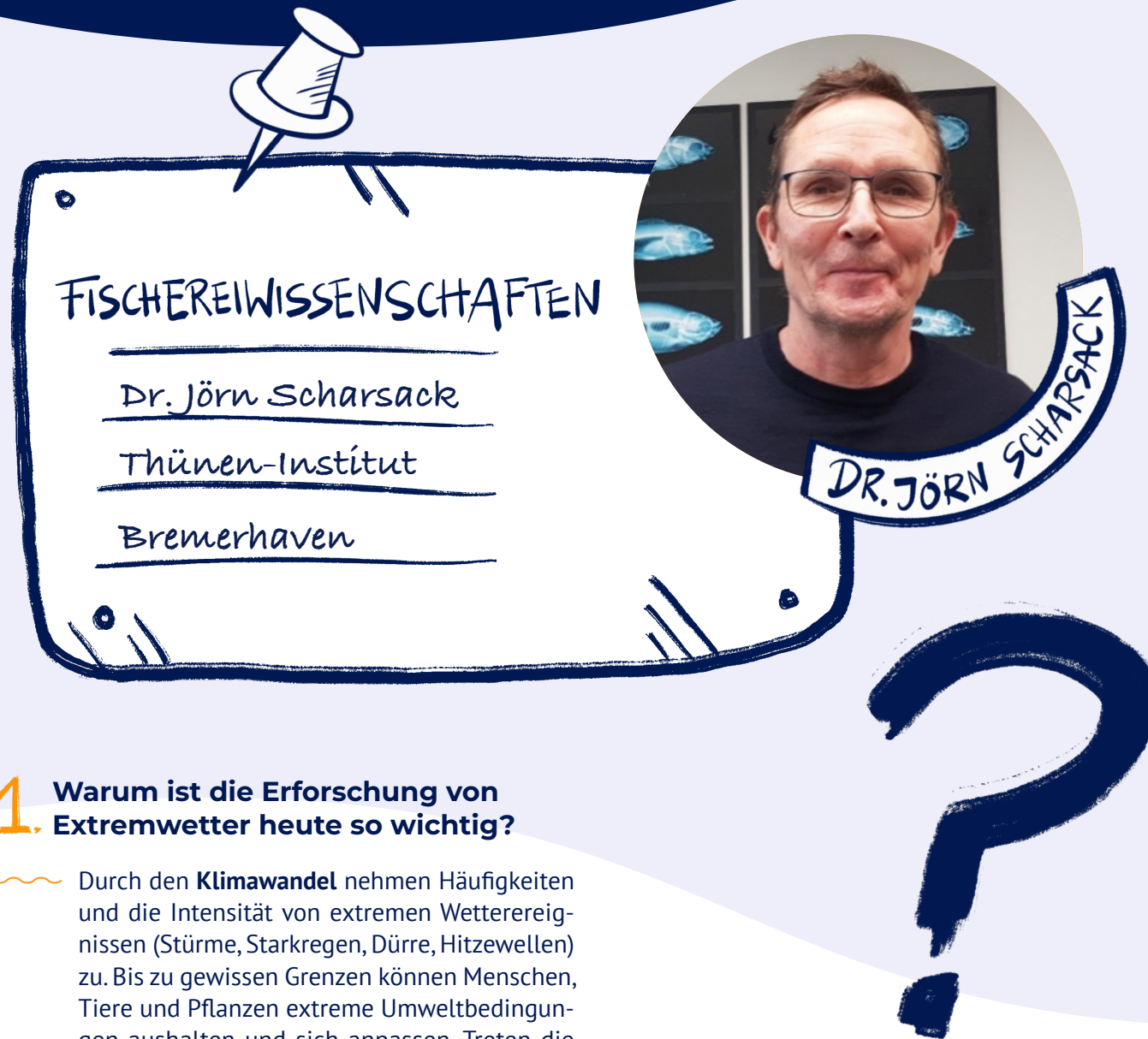
M26: Impulskarten

Plakate, Marker

Notizen

[illegible]

Material



1. Warum ist die Erforschung von Extremwetter heute so wichtig?

Durch den **Klimawandel** nehmen Häufigkeiten und die Intensität von extremen Wetterereignissen (Stürme, Starkregen, Dürre, Hitzewellen) zu. Bis zu gewissen Grenzen können Menschen, Tiere und Pflanzen extreme Umweltbedingungen aushalten und sich anpassen. Treten die Ereignisse aber häufiger und intensiver auf, leidet die Gesundheit der Menschen und die **biologische Fitness** von Pflanzen und Tieren wird geschwächt. Durch die Erforschung von Extremwetterereignissen und ihren Auswirkungen können Lösungen zur Erhöhung der Widerstandskraft von Mensch und Natur entwickelt werden.

2. Was untersuchen Sie im Zusammenhang mit Extremwetter?

Wir untersuchen, wie Extremwetter die Gesundheit von Fischen beeinflussen. Während wir immer die gleiche Körpertemperatur haben (gleichwarm), hängt sie bei Fischen von der Umgebungstemperatur ab (wechselwarm). Kommt es bei Extremwettern zu raschen Temperaturveränderungen bedeutet das Stress für die Fische. Dies schwächt ihr **Abwehrsystem**, so dass sie leichter krank werden können – insbesondere dann, wenn sich noch andere Faktoren im Wasser verändern. Ein solcher Faktor ist zum Beispiel die Schadstoffbelastung.

3. Welche Methoden nutzen Sie für Ihre Forschung?

Wir untersuchen Fische im Labor und im Freiland: im Freiland fangen wir Fische vor und nach Extremwettern und nehmen Proben. Im Labor überprüfen wir die Proben dann auf Krankheiten und Schadstoffe und vermehren ihre Abwehrzellen in kleinen Schälchen (Zellkultur). Die **Abwehrzellen** werden Hitze und Schadstoffen ausgesetzt, um zu messen, wie lange sie gesund und aktiv bleiben. So erkennen wir, wie Extremwetter die Abwehrkräfte von Fischen beeinflussen.

4. Was sind die größten Herausforderungen bei Ihrer Forschung?

Eine große Herausforderung besteht darin, die Untersuchung so zu planen (Versuchsaufbau), dass die Forschungsfragen gut beantwortet werden können. Steht das **Konzept**, ist die nächste große Herausforderung, die **Studie** mit der nötigen Genauigkeit durchzuführen. Gelingt auch dies, ergibt sich die nächste Herausforderung in der Auswertung und Deutung der Ergebnisse.

5. Mit welchen anderen Fachrichtungen arbeiten Sie in Ihrer Forschung zusammen?

Am engsten arbeite ich derzeit mit Expertinnen und Experten für Ökotoxikologie, Fischereiökologie und Fischkrankheiten zusammen. In der Ökotoxikologie wird untersucht, wie sich Schadstoffe auf Lebewesen und Umwelt auswirken. Je nach Projekt ergeben sich dann Kooperationen mit Expertinnen und Experten der Benthos-Ökologie, die den Gewässerboden untersuchen, oder der Ozeanographie. Wenn es um Bildungsmaterialien oder den Austausch mit der Gesellschaft geht, arbeite ich auch mit Fachleuten aus der Pädagogik oder den Sozialwissenschaften zusammen.

6. Welche Maßnahmen halten Sie in Bezug auf Ökosysteme für notwendig, um künftig besser auf Extremwetterereignisse vorbereitet zu sein?

Wir müssen vielfältige, gesunde **Ökosysteme** schützen – denn sie helfen die Folgen von Extremwettern abzuf puffern und machen die Lebewesen und die Natur widerstandsfähiger. Während **Feuchtgebiete** und künstlich angelegte **Schwammstädte** vor Überschwemmungen schützen, schützen Seegraswiesen und Muschelbänke die Küsten. Schlussendlich könnten viele Ökosysteme auch dazu beitragen den Klimawandel zu verlangsamen, da sie **CO₂** aufnehmen und langfristig speichern (wie z.B. Seegraswiesen, Moore oder Auwälder).

Glossar

Klimawandel: Die Erwärmung des weltweiten Klimas.

Biologische Fitness: Wie gut ein Lebewesen in seiner Umgebung überleben und sich fortpflanzen kann.

Abwehrsystem: Körperfunktionen, die uns vor Krankheiten und Keimen schützen

Abwehrzellen: Zellen im Körper, die Bakterien, Viren oder andere Fremdstoffe bekämpfen.

Konzept: Ein Plan oder eine Idee, wie etwas gemacht oder gelöst werden kann.

Studie: Eine Untersuchung, bei der Forscher etwas beobachten, messen oder testen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Ökosysteme: Lebensräume, in denen Pflanzen, Tiere und ihre Umgebung miteinander verbunden sind und sich gegenseitig beeinflussen.

Feuchtgebiete: Gebiete, in denen der Boden nass ist – wie Sümpfe, Moore oder Auen.

Schwammstädte: Städte, die Regenwasser schnell aufnehmen und speichern, um Überschwemmungen zu verhindern.

CO₂: Kohlenstoffdioxid – ein Gas in der Luft, das unter anderem von Autos und Fabriken produziert wird und zur Erwärmung der Erde beiträgt.



1. Warum ist die Erforschung von Extremwetter heute so wichtig?

Abgesehen davon, dass es wissenschaftlich wahnsinnig spannend ist, Extreme zu verstehen? Weil Extremwetter ein wichtiges Anzeichen für den **Klimawandel** sind, die das Problem „föhlbar“ machen. Die allermeisten Leute föhlen ein halbes Grad globaler Erwärmung nicht. Daraus entstehende **Hitzewellen**, **Dürreperioden**, Stürme und ähnliche Ereignisse nimmt die **Gesellschaft** aber sehr wohl wahr. Wetter- und Klimaextreme spielen somit eine wichtige Rolle, um den Klimawandel und seine möglichen Folgen verständlich zu machen.

2. Was untersuchen Sie im Zusammenhang mit Extremwetter?

Ich untersuche Verschiedenes im Bereich der Wetter- und Klimaextreme: Wie Extremwetter entstehen, wie viel häufiger sie durch den Klimawandel auftreten und welche Folgen sie für die Gesellschaft und die **Wirtschaft** haben. Ziel ist es, die Vorhersagen für die nächsten Monate und Jahre zu verbessern und zu verstehen, wie sich Extremwetter und die Gesellschaft gegenseitig beeinflussen.

3. Welche Methoden nutzen Sie für Ihre Forschung?

Ich arbeite vor allem mit Klimamodellen, also Rechenprogrammen, die das Verhalten von Klima und Extremwetter mit mathematischen Formeln nachbilden. Dafür nutze ich viele Beobachtungsdaten, etwa zu Temperaturen, Wind oder Wasserständen. So untersuche ich, wie sich Extremwetter auf Gesellschaft und Wirtschaft auswirkt. Zudem verbessere ich die Modelle immer weiter, um genauere Vorhersagen zu erhalten.

Neben diesen klassischen Modellen setzen wir Künstliche Intelligenz (KI) ein. Zusammen mit meiner Forschungsgruppe der Universität Hamburg habe ich ein KI-Modell entwickelt, das Sturmfluten an der Nordseeküste besser vorhersagen kann. Die KI wurde mit echten Messdaten aus Cuxhaven trainiert – also mit Informationen über **Pegelstände**, Windrichtung und Strömungen – und kann nun frühzeitiger und präziser vor Extremwettern warnen.

5. Was sind die größten Herausforderungen bei Ihrer Forschung?

Die Arbeit mit Extremereignissen ist sehr herausfordernd, da es sich um seltene Ereignisse handelt, die nur begrenzt zu beobachten und messen sind. Schwierig ist auch die Zusammenarbeit mit vielen anderen Fachrichtungen, weil jede ihre eigene Fachsprache hat. Trotz oder gerade wegen des unterschiedlichen Wissens ist es aber extrem wichtig zusammenzuarbeiten, um das Thema umfassend zu verstehen.

5. Mit welchen anderen Fachrichtungen arbeiten Sie in Ihrer Forschung zusammen?

Ich arbeite mit sehr vielen verschiedenen Fachrichtungen zusammen: Mit der Meteorologie (Wetterforschung), Ozeanographie (Meeresforschung) und auch mit dem Deutschen Wetterdienst, der das Klimawissen für Wettervorhersagen nutzt und anwendet. Außerdem untersuche ich mit der Soziologie, Ökonomie und den Kommunikations- und Agrarwissenschaften wie Extremwetter die Menschen, die Wirtschaft und die Landwirtschaft beeinflusst.

6. Welche Maßnahmen halten Sie für notwendig, um künftig besser auf Extremwetterereignisse vorbereitet zu sein?

Wir brauchen bessere Vorhersagen und **Frühwarnsysteme**, stabile **Infrastruktur** und mehr Fachwissen. Vor allem aber müssen wir das Bewusstsein in der Bevölkerung stärken – denn Widerstandsfähigkeit entsteht nur, wenn alle mithelfen und vorbereitet sind.

Glossar

Klimawandel: Die Erwärmung des weltweiten Klimas.

Hitzewelle: Eine längere Zeit, in der es ungewöhnlich heiß ist.

Dürreperioden: Eine lange Zeit ohne Regen, in der Böden austrocknen und Wasser knapp wird.

Gesellschaft: Alle Menschen, die zusammen in einem Land oder einer Gemeinschaft leben.

Wirtschaft: Alle Unternehmen, Arbeitenden und Aktivitäten, die Waren herstellen oder Dienstleistungen anbieten.

Pegelstand: Die Höhe des Wassers in Flüssen, Seen oder Meeren – gemessen an einer bestimmten Stelle.

Frühwarnsysteme: Geräte oder Programme, die frühzeitig melden, wenn Gefahr droht, z.B. bei Unwettern oder Hochwasser.

Stabile Infrastruktur: Gut funktionierende Einrichtungen wie Straßen, Stromleitungen, Wasserleitungen oder Internet, die auch bei Extremwetter zuverlässig bleiben.



1. Warum ist die Erforschung von Extremwetter heute so wichtig?

Es gibt zwei Hauptgründe: Erstens ist der **Klimawandel** ein langsamer Prozess, der im Alltag kaum bemerkt wird. **Hitzewellen** oder extreme Überschwemmungen zeigen jedoch deutlich, welche Schäden entstehen können. Die **Ahrtal-Katastrophe** im Juli 2021 mit über einhundert Toten in Deutschland hat gezeigt, dass wir dringend etwas gegen den Klimawandel und seine Auswirkungen unternehmen müssen.

Zweitens treten immer häufiger mehrere Extremwetterereignisse kurz hintereinander oder gleichzeitig auf - etwa Sturmfluten und Starkregenereignisse. Solche „Extremereignis-bündel“ können sehr große Schäden anrichten und müssen besser verstanden werden. Dabei wollen wir helfen.

2. Was untersuchen Sie im Zusammenhang mit Extremwetter?

Wir gehören zur gesellschaftlichen Klimaforschung und untersuchen, wie sich der Klimawandel auf die Menschen und ihren Alltag auswirkt. Uns interessiert, weshalb es in der **Gesellschaft** bislang nur begrenzt zu Anpassungen an den Klimawandel kommt; und wie wir die Mitbürgerinnen und -bürger darin unterstützen können. Dazu betrachten wir gesellschaftliche, politische und technische Möglichkeiten.

3. Welche Methoden nutzen Sie für Ihre Forschung?

Mithilfe von Umfragen und Interviews untersuchen wir, wie die Gesellschaft, die zuständigen **Behörden** und die politischen **Entscheidungsträger** den Klimawandel wahrnehmen und ihm begegnen. Eine besondere Form des Interviews ist das Spaziergangs-Interview. Dabei gehen wir mit den Befragten beispielsweise entlang eines Deiches und sprechen über ihre Erinnerungen an besondere Extremwetterereignisse.

Außerdem arbeiten wir in sogenannten „Real-Laboren“. Das sind Gemeinden im Küstenraum, mit deren Bewohnerinnen und Bewohner wir Extremwetterprobleme besprechen, Ideen sammeln und Lösungen erproben. Durch gemeinsames Handeln wissen die Menschen im Ernstfall besser, wie sie reagieren müssen, um Katastrophen zu verhindern.

5. Mit welchen anderen Fachrichtungen arbeiten Sie in Ihrer Forschung zusammen?

Wir arbeiten mit Fachleuten aus den Bereichen Meereswissenschaften, Klimawissenschaften, Geowissenschaften und Umweltwissenschaften zusammen. Diese erforschen Extremwetterereignisse wie Sturmfluten, Küstenabbrüche und Hochwasser. Die Biowissenschaften zeigen beispielsweise, wie Salz- und Seegraswiesen dabei helfen, Wellen und ihre Auswirkungen abzuschwächen. In Zusammenarbeit mit den Ingenieurwissenschaften und regionalen Partnern im Küstenbau erarbeiten wir neue Konzepte für den Küstenschutz - jenseits des klassischen Deiches - die von der Bevölkerung anerkannt werden.

4. Was sind die größten Herausforderungen bei Ihrer Forschung?

Die Arbeit mit Menschen erfordert gutes Zuhören und das Aufbauen von Vertrauen. Das kostet viel Zeit, ist aber die Grundlage für echte und ernstgemeinte Zusammenarbeit.

6. Welche Maßnahmen halten Sie für notwendig, um künftig besser auf Extremwetterereignisse vorbereitet zu sein?

Vor allem wollen wir die einzelnen Bürgerinnen und Bürger ins Handeln bringen und deutlich machen, dass die Verantwortung nicht nur beim **Staat** liegt. Es lässt sich auch selbst etwas tun und damit kann die **Widerstandsfähigkeit** der Bevölkerung gestärkt werden. Die Menschen müssen wissen, wie sie bei Extremwettern handeln können, um Katastrophen zu verhindern. Darum entwickeln wir gemeinsam Lösungen: Ein Beispiel sind Warnketten für Nachbarn, die sie anwenden können, wenn das Telefon- oder Handynetzausfällt. Ein weiteres Beispiel sind sogenannte „Wärme-Inseln“, als sichere Orte bei Kälte oder Stromausfall.

Glossar

Klimawandel: Die Erwärmung des weltweiten Klimas.

Hitzewelle: Eine längere Zeit, in der es ungewöhnlich heiß ist.

Ahrtal-Katastrophe: Ein dramatisches Hochwasser durch Starkregen, welches das Ahrtal in Deutschland schwer getroffen hat.

Gesellschaft: Alle Menschen, die zusammen in einem Land oder einer Gemeinschaft leben.

Behörden: Ämter oder Organisationen, die Regeln machen oder durchsetzen, z.B. die Polizei oder das Gesundheitsamt.

Entscheidungsträger: Menschen, die wichtige Entscheidungen treffen, z.B. Bürgermeister oder Minister.

Staat: Ein Land mit Bevölkerung, Regierung und Gesetzen.

Widerstandsfähigkeit: Die Fähigkeit, schwere Probleme oder Katastrophen zu überstehen und sich wieder schnell zu erholen.



1. Warum ist die Erforschung von Extremwetter heute so wichtig?

Extremwetter wie Stürme, Starkregen oder **Dürren** treten auch in Deutschland immer häufiger auf. Das ist wissenschaftlich messbar und nicht nur eine verstärkte Berichterstattung in den Medien. Diese Ereignisse haben direkte Auswirkungen auf Menschen, etwa durch Überschwemmungen oder Hitzebelastung.

Gleichzeitig verändern sie aber auch natürliche Kreisläufe wie den **Nährstoffhaushalt**, die Wasserqualität oder ganze **Ökosysteme**. Auch solche Veränderungen in der Natur wirken sich auf uns aus – auf unsere Trinkwasserqualität oder die Nutzung von Lebensräumen wie der Elbe oder die Nordsee.

2. Was untersuchen Sie im Zusammenhang mit Extremwetter?

Ich forsche zu Methan, einem starken **Treibhausgas**, das erheblich zur Erderwärmung beiträgt. Mich interessiert, wo Methan entsteht, in welchen Mengen es in die **Atmosphäre** gelangt und welche Umweltbedingungen dabei eine Rolle spielen. Wenn Extremwetter wie Hitze oder Starkregen auftreten, verändern sich die Umweltbedingungen – und damit auch die Freisetzung von Methan.

3. Welche Methoden nutzen Sie für Ihre Forschung?

Wir verwenden verschiedene Messmethoden, um Methan und andere Umweltfaktoren zu erfassen. Einerseits setzen wir Messgeräte ein, die dauerhaft unter Wasser verankert sind und **Daten** aufzeichnen. Andererseits arbeiten wir auf Forschungsschiffen und nehmen Wasserproben aus dem Meer, um größere Gebiete zu untersuchen.

Im Labor werden alle Daten ausgewertet, um herauszufinden, wann und wo Methan in die Atmosphäre gelangt – und wie Extremwetter diese Prozesse beeinflusst.

4. Was sind die größten Herausforderungen bei Ihrer Forschung?

Unsere Arbeit erfordert viel Planung und Organisation. Große Mengen an Daten müssen gesammelt, überprüft und ausgewertet werden.

Glossar

Dürre: Eine lange Zeit ohne Regen, in der Böden austrocknen und Wasser knapp wird.

Nährstoffhaushalt: Die Menge und Verteilung wichtiger Stoffe im Boden oder im Wasser, die Pflanzen und Tiere zum Leben brauchen.

Ökosystem: Ein Lebensraum, in dem Pflanzen, Tiere und ihre Umgebung miteinander verbunden sind und sich gegenseitig beeinflussen.

Treibhausgas: Ein Gas in der Luft, das Wärme speichert und dadurch zur Erwärmung des Planeten beiträgt.

Atmosphäre: Die Luftschicht, die die Erde umgibt und uns vor Kälte und Strahlung schützt.

Daten: Informationen oder Messwerte, die gesammelt und ausgewertet werden können.

Computermodelle: Programme, die mit Hilfe vieler Daten berechnen, wie sich bestimmte Dinge entwickeln könnten – zum Beispiel das Wetter.

Feuchtgebiete: Gebiete, in denen der Boden nass ist – wie Sümpfe, Moore oder Auen.

5. Mit welchen anderen Fachrichtungen arbeiten Sie in Ihrer Forschung zusammen?

Ich arbeite eng mit der Chemie, Biologie sowie Datenwissenschaften (Data Science) zusammen: die Chemie hilft, Proben zu analysieren; die Biologie zeigt, welche Organismen Methan produzieren oder abbauen; und die Datenwissenschaft wertet die großen Datenmengen mit speziellen **Computermodellen** aus.

6. Welche Maßnahmen halten Sie für notwendig, um künftig besser auf Extremwetterereignisse vorbereitet zu sein?

Ich denke, wir sollten der Natur mehr Raum geben. Wenn Flüsse, **Feuchtgebiete** und Küsten nicht zu stark verbaut sind, können sie Wasser und Hitze besser aufnehmen und so extreme Wasserstände oder Temperaturen abmildern. Gesunde, vielfältige Ökosysteme sind wie natürliche Schutzschilde, die helfen, die Folgen von Extremwetter zu verringern.



1. Warum ist die Erforschung von Extremwetter heute so wichtig?

Starke **Hitzewellen**, **Dürren**, Überschwemmungen und Stürme treten durch den **Klimawandel** immer häufiger und stärker auf. Sie bedrohen **Gesellschaft**, Umwelt, Wirtschaft und Bauwerke – insbesondere an der Küste. In den Ingenieurwissenschaften ist es unser Ziel, Schutzsysteme wie Deiche und Sperrwerke an diese neuen Bedingungen anzupassen, um heutige und zukünftige Schäden und Verluste bestmöglich zu verhindern.

2. Was untersuchen Sie im Zusammenhang mit Extremwetter?

Als Küsteningenieure arbeiten wir an der Grenze zwischen Land und Meer. Wir untersuchen, wie Sturmfluten und Hochwasser an Küsten entstehen und wirken, wie der Sand an Küstenabschnitten abgetragen wird (Erosion) und wie Schlick in sogenannten Ästuaren – Flussmündungen unter Gezeiteneinfluss – transportiert wird. Basierend auf diesen Erkenntnissen entwickeln und prüfen wir geeignete Küstenschutzmaßnahmen, wie z. B. den Bau und die Verstärkung von Deichen oder **Sandaufspülungen** an den Stränden der Inseln Sylt oder Wangerooge.

3. Welche Methoden nutzen Sie für Ihre Forschung?

Im Küsteningenieurwesen beobachten und messen wir zum einen direkt an der Küste, z. B. die Schutzwirkung von Salzwiesen oder wie gut Pflanzenwurzeln den Boden von Deichen fixieren und für ihre Stabilität sorgen. Vor allem nutzen wir aber **Modelle** und Laborexperimente: Am Computer **simulieren** wir, wie Wellen, Wind und Strömungen miteinander wechselwirken und welche Folgen dies hat. Auch testen wir **maßstabsgetreu** in unseren großen Forschungslaboren, z.B. am Großen Wellen-Strömungskanal in Hannover, wie sich Deiche oder Seegraswiesen unter kontrollierten Bedingungen verhalten. So erkennen wir ihre **Belastungsgrenzen** und Schutzwirkung.

4. Was sind die größten Herausforderungen bei Ihrer Forschung?

Modelle sind immer vereinfachte Abbildungen der Natur. Wir müssen überprüfen, wie genau unsere Berechnungen und Versuche in Wirklichkeit sind. Gleichzeitig verändern sich aber die Umweltbedingungen durch den Klimawandel. Der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt sich. Sturmfluten, Starkregen und Hochwasserereignisse treten in immer kürzeren Abständen auf und belasten die Schutzsysteme häufiger, als ursprünglich zum Zeitpunkt der Planung. Sie treten auch in Kombination als sogenannte „Ereignisbündel“ auf. Dadurch nehmen die Extremwasserstände an den Küsten zu. Die Schutzbauwerke müssen größere Belastung aushalten und baulich angepasst werden. All das muss in unseren neuen **Küstenschutzstrategien** und Maßnahmen berücksichtigt werden.

Glossar

Hitzewelle: Eine längere Zeit, in der es ungewöhnlich heiß ist.
Dürre: Eine lange Zeit ohne Regen, in der Böden austrocknen und Wasser knapp wird.
Klimawandel: Die Erwärmung des weltweiten Klimas.
Gesellschaft: Alle Menschen, die zusammen in einem Land oder einer Gemeinschaft leben.
Sandaufspülung: Sand wird an Strände oder Küsten geschüttet, damit sie breiter und sicherer werden.
Modelle: Nachbildungen von echten Dingen oder Prozessen.

5. Mit welchen anderen Fachrichtungen arbeiten Sie in Ihrer Forschung zusammen?

Wir arbeiten eng mit den Meeres- und Geowissenschaften zusammen, welche die natürlichen Prozesse an der Küste erforschen. Außerdem tauschen wir uns mit den Gesellschafts- und Sozialwissenschaften aus, um herauszufinden, wie die Menschen an den Küsten Extremwetterereignisse wahrnehmen und damit umgehen.

6. Welche Maßnahmen halten Sie für notwendig, um künftig besser auf Extremwetterereignisse vorbereitet zu sein?

Wir wollen in der Forschungsmission MareXtreme vor allem besser verstehen, wie Extremwetter entstehen und wie Extremwetter wirken – und dieses Wissen an die Gesellschaft weitergeben, um Schäden und Verluste zu reduzieren. Ganz nach dem Motto: „Living with floods“ (Leben mit den Fluten) versuchen wir, in der Bevölkerung ein stärkeres Bewusstsein für Extremereignisse und mögliche Anpassungsoptionen zu schaffen. Gleichzeitig entwickeln wir verbesserte **Frühwarnsysteme**, um die Widerstandsfähigkeit der Bevölkerung zu stärken und handlungsfähig zu bleiben.

Simulieren: Etwas am Modell oder Computer nachmachen, um zu sehen, wie es sich verhält.
Maßstabsgetreu: Wenn die Größe eines Modells mit dem Original übereinstimmt.
Belastungsgrenze: Wie viel etwas aushalten kann, bevor es nicht mehr funktioniert.
Küstenschutzstrategie: Ein Plan, wie man Küsten vor Hochwasser oder Sturm schützt.
Frühwarnsysteme: Techniken oder Geräte, die frühzeitig vor Gefahren wie Hochwasser oder Sturm warnen.

1. Recherchiere vorhandene Warn-Apps für folgende Bereiche:

A Wetterwarn-Apps

.....

.....

B Hochwasserwarnsysteme

.....

.....

C Katastrophenschutz

.....

.....

2. Stell dir vor, du bekommst diese Warnungen auf dein Handy. Wie reagierst du?



vor 8 Min.

Nottfallalarm

GEFAHRENDURCHSAGE, HOCH Do. 09.03.2023 - 22:30Uhr - Achtung! Amtliche Warnmeldung - für Hamburg, Gro? Borstel - Gefahr durch Lebensbedrohliche Lage - Folgen Sie den Anweisungen der Einsatzkräfte. - Weitere Hinweise auf <https://warnungen.bund.de/de/meldungen> - Herausgegeben von: Landeszentrum für Polizei Hamburg, Behörde für Inneres und Sport

- ☐ Gar nicht, ich klicke es weg.
- ☐ Ich befolge die Anweisungen.
- ☐ Es macht mir Angst.

- ☐ Gar nicht, ich klicke es weg.
- ☒ Ich befolge die Anweisungen.
- ☐ Es macht mir Angst.



vor 6 Min.

KATWARN

Hamburg Port Authority AöR (HPA) meldet: Schwere Sturmflut - Wsst. 0 am 02.01.2026 um 2:35 Uhr mit ca. 7,30 Metern über Normallhöhennull in Hamburg erwartet...



vor 10 Min.

Warnung!

WARNUNG MITTEL Mi. 7.01.2026, 09:30 Uhr. Achtung! Warnung Stromausfall für Berlin: Informieren Sie sich in bekannten Warnmedien. Weitere Infos auf <https://warnung.bun.de/m/T5yRG5SHSNxS> - Herausgegeben von: Land Berlin - Senatsverwaltung für Inneres und Sport

- ☐ Gar nicht, ich klicke es weg.
- ☐ Ich befolge die Anweisungen.
- ☐ Es macht mir Angst.

- ☐ Gar nicht, ich klicke es weg.
- ☒ Ich befolge die Anweisungen.
- ☐ Es macht mir Angst.



vor 30 Min.

Extreme Gefahr

GEFAHRENMITEILUNG, MITTEL Mi. 31.05.2023 - 20:52 Uhr - Achtung! Amtliche Warnmeldung - für Berlin - Gefahr durch Großbrand - Informieren Sie sich in bekannten Warnmedien. - Weitere Hinweise auf <https://warnungen.bund.de/meldungen> - Herausgegeben von: Land Berlin - Berliner Feuerwehr



vor 4 Min.

Neue Warnung!

Hochwasser Innenstadt und Travemünde - Hansestadt Lübeck

- ☐ Gar nicht, ich klicke es weg.
- ☐ Ich befolge die Anweisungen.
- ☐ Es macht mir Angst.

- ☐ Gar nicht, ich klicke es weg.
- ☒ Ich befolge die Anweisungen.
- ☐ Es macht mir Angst.



vor 4 Min.

Gefahreninformation

NIEDRIG Sa. 25.02.2023 - 08:42 Uhr - Achtung! Amtliche Warnmeldung - für Hansestadt Lübeck - Gefahr durch Hochwasser - Folgen Sie den Anweisungen der Einsatzkräfte. - Weitere Hinweise auf <https://warnung.bund.de/meldungen> - Herausgegeben von: Leitstelle Lübeck



„Das Wasser kommt!“

– Warum viele Menschen trotz Warnungen blieben

Hamburg. Dass das Hochwasser ein solches Ausmaß annehmen würde, konnten sich viele Menschen damals kaum vorstellen. Freunde warnten einander, Polizeibeamte klopfen energisch an Haustüren und riefen: „Das Wasser kommt!“ Dennoch blieben zahlreiche Anwohner in ihren Häusern. Überschwemmungen hatte es an der Elbe schließlich schon oft gegeben. Viele fragten sich: Was soll diesmal schon passieren?

Doch im Sommer 2002 entwickelte sich das Elbhochwasser zu einer der schwersten Naturkatastrophen der jüngeren deutschen Geschichte. Dutzende Menschen verloren ihr Leben, ganze Ortschaften standen unter Wasser. Lange galt das Elbhochwasser als Jahrhundertkatastrophe – bis die verheerenden Überflutungen im Ahrtal im Jahr 2021 neue Maßstäbe setzten. Dort starben nach offiziellen Angaben mehr als 170 Menschen infolge extremer Regenfälle und massiver Überschwemmungen.

Bis heute beschäftigt Experten die Frage, warum so viele Menschen trotz eindringlicher Warnungen nicht rechtzeitig reagierten. Bereits Tage vor den Katastrophen hatten Meteorologen vor schweren Unwettern gewarnt. Doch offenbar erreichten die Warnungen viele Betroffene nicht – oder die Prognosen von 6m Wasseranstieg wurden nicht ernst genommen.

Ein bekannter Geograf und Risikoforscher vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) beschäftigt sich seit Jahren mit dem Verhalten von Menschen in Naturkatastrophen. Nach seiner Einschätzung überstiegen Ereignisse wie die Flut im Ahrtal schlicht den „Erfahrungshorizont“ vieler Bewohner. Ähnlich sei es bereits 2002 an der Elbe gewesen. Die Menschen wussten zwar, dass Hochwasser drohte, handelten jedoch nicht konsequent danach. „Später konnten sie sich das selbst kaum erklären“, sagt er rückblickend.

Auch Sozialpsychologen sehen darin ein typisch menschliches Verhalten und erklären: „Menschen verdrängen Informationen, die nicht zu ihren bisherigen Erfahrungen passen.“ In Deutschland seien Naturkatastrophen vergleichsweise selten, weshalb viele davon ausgehen, dass extreme Ereignisse sie persönlich nicht treffen werden.

Gerade diese Fehleinschätzung kann schlimme Folgen haben. Warnungen werden häufig nicht ernst genommen oder gar ignoriert. Viele Menschen denken: Es wird schon nicht so schlimm werden. Andere hoffen schlicht darauf, dass „alles gut gehen“ werde.

Die Katastrophen an Elbe und Ahr zeigen jedoch deutlich, wie wichtig funktionierende Warnsysteme sind – aber auch, dass Warnungen nur dann Leben retten können, wenn sie ernst genommen werden.

Hinweis: Dieser Artikel ist fiktiv. Die dargestellten Fakten basieren auf dem Beitrag „Naturkatastrophen – Warum Warnen so schwierig ist“ von Alexandra Endres (Die Zeit, 23.07.2021).

3. Lies den Zeitungsartikel. Begründe in eigenen Worten, weshalb Warnmeldungen von vielen Menschen nicht ernst genommen werden.

[illegible]

4. Betrachte mit deinem neuen Wissen deine Antworten in Aufgabe 2. Würdest du wieder so entscheiden? Begründe deine Antwort.

This image shows a single sheet of white paper designed for handwriting practice. It features ten evenly spaced, horizontal dotted lines that run across the entire width of the page. The lines are intended to guide the placement of letters, typically serving as a baseline and a height guide for capital letters. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Projekttag Schwammstadt

Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Wissen über das Schwammstadt-Konzept, indem sie ein eigenes Stadtmodell bauen und testen. Sie setzen theoretische Inhalte praktisch um, untersuchen die Wasserspeicherfähigkeit verschiedener Materialien und vergleichen eine Schwammstadt mit einer stark versiegelten Stadt. Während des Projekts dokumentieren sie den Bauprozess, die Durchführung sowie ihre Beobachtungen.

Vorbereitungsphase

Die Klasse wird in zwei große Gruppen eingeteilt:

- Gruppe A baut eine **Schwammstadt**

Gruppe B baut eine stark **versiegelte Stadt**

Planungsphase

Die Kleingruppen entwerfen eine Skizze oder einen Bauplan ihrer Stadt. Dabei überlegen sie gezielt:

- a. Welche Materialien bilden die Flächentypen ab?
 - Wasserdurchlässig
 - Mittelmäßig wasserdurchlässig
 - Wasserundurchlässig
- b. Wie soll der Wassereintritt simuliert werden? (z. B. Gießkanne für Starkregen, Sprühflasche für Nieselregen)
- c. Wie wird Wasserspeicherung modelliert? (z. B. Schwämme, Erde, Sandbereiche)
- d. Wie soll Wasser abfließen oder zurückgehalten werden? (z. B. Loch im Kistenboden, kleine Brotbox als Rückhaltebecken)

Die Lehrkraft begleitet die Planung, stellt Impulsfragen und unterstützt bei der Materialauswahl.

Notizen 

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bauphase

Materialien für die Modelle: Die Lehrkraft stellt eine Auswahl bereit, aus der die Gruppen frei wählen können.

Wasserdurchlässig:

- Schwämme, Filterpapier, Küchenpapier, zerkleinertes Zeitungspapier, unterschiedlich grober Sand oder Erde, Moos

Mittelmäßig wasserdurchlässig:

- Pappe oder Stoff mit ausgeschnittenen Löchern, durchlässige Knetformen, dünne Schaumstoff- oder Filzreste

Wasserundurchlässig:

- Kunststofffolien, Frischhaltefolie, beschichtete Pappe / glatte Papierplatten, Ton oder fest modellierte Knete, Steinplatten



Stadtgrundlage

Eine Plastikkiste oder flache Kunststoffbox ist ideal, da am Boden ein Abflussloch eingeschnitten werden kann.

Zusätzliche Materialien

Schere, Kleber, Stifte, Textmarker, optional kleine Figuren, Bäume, Häuser (z. B. Lego, Schleich, Karton), Gießkannen oder Sprühflaschen, Stoppuhren, Temperaturmessgerät, Zollstock oder Messbecher

Die SuS gestalten nun ihre jeweilige Stadt entsprechend der Planungsphase und kleiden die Kiste mit den gewählten Materialien aus.

Experiment

Durchführung des Experimentes

- Beide Städte werden leicht schräg aufgestellt, damit Wasser in Richtung Abflussloch laufen kann.
- Unter das Abflussloch wird ein Eimer oder Messbecher gestellt.
- Die gleiche Wassermenge (z. B. 750 mL) wird über beide Modelle gegossen. Über 10 Minuten wird beobachtet:
Wie viel Wasser ist abgeflossen?
Wie viel wurde gespeichert?
- Abschließend werden die Oberflächentemperaturen verschiedener Materialien gemessen.

Beobachtung

- Welche Materialien haben Wasser besonders gut aufgenommen?
- Wo bildeten sich Pfützen, wo versickerte das Wasser?
- Wie unterscheiden sich Schwammstadt und versiegelte Stadt im Wasserverhalten?
- Wie viel Wasser landete im Auffangeimer?
- Welche Temperaturunterschiede sind erkennbar?



Reflexion

- Wie müssten Städte gestaltet sein, um künftig besser mit Extremwetter wie Starkregen oder Hitze umzugehen?
- Welche Schwierigkeiten könnten bei der Umsetzung des Schwammstadt-Konzepts entstehen (z. B. Kosten, Platz, Bestandsbauten)?
- Welche Verbesserungen würdet ihr an eurem Modell vornehmen?

Notizen 

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Zukunftswerkstatt – Szenario

Du befindest dich im Jahr 2100. Extremwetter sind keine Ausnahmen mehr, sondern Teil des Alltags in vielen Regionen der Welt. Häufige und intensive Hitzewellen (teils über 50 °C) führen zu langen Dürreperioden. Regional extrem auftretende Starkregenereignisse lassen die Flüsse anschwellen und verursachen Hochwasser. Starke Stürme in Kombination mit einem Meeresspiegelanstieg von ca. 0,8 – 1,2 Metern führen zu regelmäßigen Küstenüberflutungen. Die Folgen sind drastisch und betreffen nahezu alle Lebensbereiche: Ernährung, Wirtschaft, Gesundheit, Sicherheit und politische Stabilität.



Durchführung

1. Es werden 5 Gruppentische aufgestellt
2. Auf jedem Tisch befinden sich ein Plakat, eine Auswahl an farbigen Markern und ein Themenschild
3. Jeder Tisch beschäftigt sich mit einer der folgenden Rollen (Landwirt:in, Unternehmer:in, Städteplaner:in, Bürger:in, Politiker:in) und diskutiert drei Leitfragen:
 - Mit welchen Herausforderungen in Bezug auf Extremwetter bist du im Jahr 2100 konfrontiert?
 - Was sind geeignete Lösungsansätze?
 - Was würdest du deinen Kolleg:innen im Jahr 2026 dringend raten?
4. Die Impulskarten (M26) bieten der Lehrkraft mögliche Hilfestellungen zur Unterstützung der Gruppenarbeit
5. Jeder Tisch erstellt ein Plakat, das die Ergebnisse und Ideen anschaulich darstellt
6. Präsentation der Plakate



Abschluss

Zukunftskongress 2100: Auf Grundlage aller Präsentationen findet ein gemeinsamer Zukunftskongress statt.

Arbeitsauftrag

Entwickelt gemeinsam:

- eine Utopie – eine optimale, wünschenswerte Gesellschaft im Jahr 2100
- eine Dystopie – eine problematische, negative Gesellschaft im Jahr 2100
- ein realistisches Zukunftsszenario für das Jahr 2100

Berücksichtigt dabei insbesondere:

- den Alltag der Menschen, die Rolle von Technologie, den Umgang mit Ressourcen, Bildung und Arbeit und das Zusammenleben



hier
knicken



Landwirt:in		
Mit welchen Herausforderungen in Bezug auf Extremwetter bist du im Jahr 2100 konfrontiert?	Was könnten geeignete Lösungsansätze sein?	
Was würdest du deinen Kolleg:innen im Jahr 2026 dringend raten?		
Unternehmer:in (Bekleidungsindustrie)		
Mit welchen Herausforderungen in Bezug auf Extremwetter bist du im Jahr 2100 konfrontiert?	Was könnten geeignete Lösungsansätze sein?	
Was würdest du deinen Kolleg:innen im Jahr 2026 dringend raten?		



Städteplaner:in		
Mit welchen Herausforderungen in Bezug auf Extremwetter bist du im Jahr 2100 konfrontiert?	Was könnten geeignete Lösungsansätze sein?	
Was würdest du deinen Kolleg:innen im Jahr 2026 dringend raten?		
Bürger:in		
Mit welchen Herausforderungen in Bezug auf Extremwetter bist du im Jahr 2100 konfrontiert?	Was könnten geeignete Lösungsansätze sein?	
Was würdest du deinen Kolleg:innen im Jahr 2026 dringend raten?		

hier knicken

Politiker:in

Mit welchen Herausforderungen in Bezug auf Extremwetter bist du im Jahr 2100 konfrontiert?

Was würdest du deinen Kolleg:innen im Jahr 2026 dringend raten?

Was könnten geeignete Lösungsansätze sein?

?

Notizen



Landwirt:in

Herausforderungen

- Unzuverlässige Niederschläge, häufige Ernteausfälle Wassermangel oder Überschwemmungen
- Neue Schädlinge und Pflanzenkrankheiten
- Hohe Versicherungs- und Produktionskosten

Mögliche Lösungsansätze

- Anbau klimaresistenter Pflanzen (z. B. Trockenreis, salztolerante Sorten)
- Präzisionslandwirtschaft mit KI und Sensorik
- Mikro-Landwirtschaft in Gewächshäusern: vertikale Systeme und Automatisierung
- Wasserspeicherung
- Regionale Versorgungskreisläufe
- Mobile Produktionsanlagen (Bsp: fahrende Hühnerställe)

Rat an heutige Landwirt:innen

- Frühzeitig in nachhaltige Landwirtschaft investieren
- Böden, Wasser und Biodiversität schützen

?

?

Unternehmer:in

Herausforderungen

- Produktionsausfälle durch zerstörte Infrastruktur und Strommangel
- Lieferketten brechen durch Extremwetter zusammen
- Ressourcenknappheit
- Hoher Druck durch Klimagesetze

Mögliche Lösungsansätze

- Klimaneutrale Produktion
- Kreislaufwirtschaft (Wiederverwendung fast aller Materialien)
- Eigene Energieversorgung (Solar, Speicher, Wasserstoff)
- Umstrukturierung des Betriebs

Rat an heutige Unternehmer:innen

- Jetzt auf klimaneutrale Prozesse umstellen
- Abhängigkeiten von globalen Lieferketten reduzieren
- Langfristig denken statt kurzfristige Gewinne priorisieren

?

?

81



Herausforderungen

- Überhitzte Städte mit Gesundheitsrisiken
- Überflutete Stadtteile nach Starkregen
- Zerstörung von Infrastruktur durch Extremereignisse

Mögliche Lösungsansätze

- Schwammstädte (Begrünung, Wasseraufnahme, Rückhalteflächen)
- Hitzeschutz durch Grünflächen, helle Materialien, Beschattung
- Rückbau gefährdeter Gebiete
- Bau auf Stelzen oder schwimmende Quartiere
- Katastrophenschutz als Teil der Stadtplanung

Rat an heutige Städteplaner:innen

- Städte jetzt klimaresilient planen und umbauen/anpassen
- Versiegelung reduzieren, Natur zurück in die Städte holen
- Klimaanpassung genauso ernst nehmen wie Klimaschutz



④

Herausforderungen

- Gesundheitsbelastungen durch Hitze und schlechte Luft
- Ressourcenknappheit (Trinkwasser, Lebensmittel, Energie)
- Steigende Lebensmittel- und Energiepreise
- Klimabedingte Migration und soziale Spannungen
- Einschränkungen im Alltag (Mobilität, Wohnen)

Mögliche Lösungsansätze

- Anpassung des Lebensstils (Konsum, Ernährung, Mobilität)
- Lokale Selbstversorgung und Nachbarschaftsnetzwerke
- Politisches Engagement und Beteiligung

Rat an heutige Bürger:innen

- Klimaschutz als Teil persönlicher Verantwortung verstehen
- Solidarität anstatt Spaltung
- Politische Entscheidungen aktiv mitgestalten



Herausforderungen

- Dauerkrisenmanagement durch Extremwetter
- Konflikte um Wasser, Nahrung und Lebensraum
- Zunehmender Druck durch Bevölkerung und internationale Gemeinschaft

Mögliche Lösungsansätze

- Globale Kooperation bei Klimaanpassung und Katastrophenschutz
- Gerechte Verteilung knapper Ressourcen
- Verbindliche Klimaanpassungs- und Resilienzstrategien
- Schutz besonders vulnerabler Gruppen

Rat an heutige Politiker:innen

- Jetzt konsequent handeln, nicht vertagen
- Klimapolitik sozial gerecht gestalten
- Internationale Verantwortung übernehmen



Notizen



Modul 1

M3

Aufgabe 1: Niederschlag, Monate, Böden, Ernteaufträge, Waldbränden, Dürreperioden, Schifffahrt, Trockenperioden, Hohlräumen, Niederschlagsmangel, Trinkwasserknappheit, Klimawandel, extremer

Aufgabe 2:

Landwirtschaft: Dürre → Pflanzen vertrocknen und Ernten fallen schlechter aus → Futtermangel und Wassermangel für Nutztiere → geringere Produktion von Lebensmitteln → Lebensmittel und Futtermittel werden knapper und teurer.

Natur: Dürre → Böden trocknen aus → Wasserstände sinken → Waldbrandgefahr steigt → Fische und andere Tiere sterben, Ökosysteme werden geschädigt.

Leben und Gesellschaft: Dürre / Hitze → hoher Bedarf an Kühlung → steigender Energieverbrauch und höhere Kosten → Wassermangel in Haushalten und Betrieben → Einschränkungen der Wasserversorgung → gesellschaftliche Konflikte um knappe Ressourcen

Gesundheit: Dürre → Keimbelastung in Gewässern nimmt zu → Hitzebelastung und Gesundheitsprobleme nehmen zu → Beeinträchtigung von Freizeit- und Erholungsangeboten → mehr Menschen müssen medizinisch versorgt werden → Belastung des Gesundheitssystems

M4

Aufgabe 1: Niederschlag, Schmelzwasser, gesättigt, versiegelt, gefroren, Pegelstände, Überflutungen, Tage, Wochen, Sturzflut, Starkregen, Klimawandel, Extremwetterereignisse

Aufgabe 2:

Landwirtschaft: Hochwasser → Felder und Weiden werden überflutet → Nutztiere und Ernten werden geschädigt oder gehen verloren → Ernteaufträge und wirtschaftliche Verluste für landwirtschaftliche Betriebe → Lebensmittel werden knapper und teurer.

Natur: Hochwasser → Lebensräume von Pflanzen und Tieren werden überflutet → Tiere verlieren Nistplätze und Rückzugsräume → Ufer werden abgetragen (Erosion) → Landschaften und Ökosysteme werden dauerhaft verändert oder zerstört.

Leben & Gesellschaft: Hochwasser → Häuser und Siedlungen werden überflutet → Menschen müssen ihre Wohnungen verlassen oder evakuiert werden → Straßen, Brücken und andere Infrastruktur werden beschädigt → Verkehrswege werden gesperrt

Gesundheit: Hochwasser → Schäden an Wasser-, Strom- und Heizungsversorgung → Belastung der Bevölkerung durch Kälte und schlechte hygienische Bedingungen → Stress, psychische Belastungen und Krankheiten nehmen zu → höhere Belastung des Gesundheitssystems

M5

Aufgabe 1: Hochwasser, Land, Wasseroberfläche, Überschwemmungen, Sturmflut, Wasserstände, Ebbe, Schäden, Deiche, Warndienste, Klimawandel, Forschende

Aufgabe 2: siehe Aufgabe 2 (M4) und ersetze Hochwasser durch Sturmflut

Modul 2

M7

Aufgabe 1: Flachwasserzone, Marschwiesen, Röhricht, Süßwasserwatt, Tide-Auwald

Aufgabe 2 (A-C):

Flachwasserzone

A: Fische B: Sauerstoffversorgung der Elbe; Laichgebiet für Fische C: Fischfang

Marschwiesen

A: Zugvögel, wie die Weißwangengans B: Brut- und Rastgebiet für Zugvögel
C: Landwirtschaftliche Nutzung, da Böden sehr fruchtbar sind

Röhricht

A: geschützte Vogelarten (Röhrichtbrüter), Insekten wie Asseln, Käfer, Spinnen
B: Nistplatz geschützter Lebensraum
C: Küstenschutz; natürliche Klärfunktion des Wassers

Süßwasserwatt

A: Watvögel, Kleinstlebewesen wie Würmer B: wichtig für die Nahrungsaufnahme der Wat- und Zugvögel C: natürliche Filterung des Elbwassers

Tide-Auwald

A: Seeadler B: struktureicher Lebensraum, Brutgebiet C: Hohe Speicherkapazität von Wasser, vor allem wichtig bei Hochwasserereignissen

M8

Aufgabe 1:

- Ein Ästuar ist ein trichterförmiges Flussmündungsgebiet, in dem Süßwasser aus dem Fluss und Salzwasser aus dem Meer aufeinandertreffen.
- Ästuare sind stark von den Gezeiten (Ebbe und Flut) beeinflusst. Dadurch gibt es zyklische Schwankungen des Wasserspiegels: Bei Flut steigt der Wasserstand, bei Ebbe sinkt er.
- Durch das tägliche Hin- und Herströmen des Wassers vermischen sich das Süßwasser des Flusses mit dem Salzwasser des Meeres. Dadurch entstehen ausgeprägte Brackwasserzonen – also Bereiche mit Mischwasser.
- In Ästuaren entstehen seltene Lebensräume, die an der Elbe unter besonderem Schutz stehen. Das Gebiet ist ökologisch besonders wertvoll und wird gleichzeitig stark vom Menschen genutzt.

Aufgabe 2: entspricht der Lösung 2 (A-C) in M7

Aufgabe 3: Der Schierlings-Wasserfenchel ist endemisch. Das heißt er kommt weltweit nur an einem einzigen Ort vor: an der Tide-Elbe. Diese Pflanze benötigt die strömungsberuhigten Süßwasser-Schlickböden am Rande der Auwälder.

M9

Aufgabe 1:

- Natürliche Flächen werden für Industrieanlagen genutzt.
- Die Fahrrinne wird stark vertieft, damit große Containerschiffe fahren können.
- Natürliche Überflutungsflächen werden durch einen Deich vom Hauptstrom getrennt und urbar gemacht. Das heißt sie werden trocken gelegt, damit sie landwirtschaftlich und baulich genutzt werden können.
- Natürliche Wälder verschwinden und werden durch Städte und Straßen ersetzt.

Aufgabe 2:

- A. Die natürlichen Überflutungsflächen des Ästuars wurden im Laufe der Zeit durch Deiche und Bebauung stark reduziert/verkleinert. Dadurch können die Wassermassen bei Flut oder Hochwasser schlechter ausweichen – der Wasserspiegel steigt stärker an.
- B. Bei einem hohen Wasserstand kann es zu starken Überschwemmungen kommen. Besonders betroffen wären an den Fluss angrenzende Städte, Industrien und Wohngebiete.

M10

Aufgabe 1:

- A. Die natürlichen Überschwemmungsgebiete haben deutlich abgenommen, da die Deiche über weite Strecken direkt am Flussufer errichtet wurden.
- B. Die Wattflächen haben zugenommen. Aufgrund eines stärkeren Sedimenttransport innerhalb des Wassers, ausgelöst durch Uferbebauung und Fahrrinnenvertiefung, haben sich ehemalige Flachwasserbereiche mit Schlick zugesetzt.
- C. Die Flachwasserbereiche sind seltener geworden, da viele dieser Bereiche vertieft wurden oder sich infolge veränderter Strömungs- und Sedimentationsbedingungen zurückgebildet haben.
- D. Das natürliche Stromdelta der Elbe mit seinen Nebenarmen und Nebenrinnen ist durch die Begradigung und den Ausbau der Elbe weitgehend verloren gegangen.

Die Wassertiefe der Elbe hat deutlich zugenommen. Grund dafür ist der Ausbau des Hamburger Hafens und die wiederholte Vertiefung der Fahrrinne.

Aufgabe 2:

A-B: entspricht den Lösung 2 (A-B) in M9

C: Der Schierlings-Wasserfenchel ist an die besonderen Bedingungen seines tide-beeinflussten Lebensraumes angepasst und verträgt nur geringe Salzgehalte und strömungsberuhigte Standorte. Eine Zunahme von Sturmfluten würde die Salzkonzentration und auch die Strömungsstärke im Süßwasserbereich erhöhen. Dies könnte zu einem Rückgang der Bestände und damit zu einer Verringerung der Artenvielfalt führen.

Modul 3

M11

Aufgabe 1:

- A. Die natürlichen Überschwemmungsgebiete haben deutlich abgenommen, da die Deiche über weite Strecken direkt am Flussufer errichtet wurden.
- B. Die Wattflächen haben zugenommen. Aufgrund eines stärkeren Sedimenttransport innerhalb des Wassers, ausgelöst durch Uferbebauung und Fahrrinnenvertiefung, haben sich ehemalige Flachwasserbereiche mit Schlick zugesetzt.
- C. Die Flachwasserbereiche sind seltener geworden, da viele dieser Bereiche vertieft wurden oder sich infolge veränderter Strömungs- und Sedimentationsbedingungen zurückgebildet haben.
- D. Das natürliche Stromdelta der Elbe mit seinen Nebenarmen und Nebenrinnen ist durch die Begradigung und den Ausbau der Elbe weitgehend verloren gegangen.
- E. Die Wassertiefe der Elbe hat deutlich zugenommen. Grund dafür ist der Ausbau des Hamburger Hafens und die wiederholte Vertiefung der Fahrrinne.

Aufgabe 2:

Dürre: Ja, es lässt sich eine Veränderung erkennen. Der Fischbestand nimmt stark ab, da die Sauerstoffkonzentration im Wasser sehr gering ist.

Sturmflut: keine Veränderung des Fischbestandes

Flusshochwasser: Ja, es lässt sich eine Veränderung erkennen. Eingeschwemmte Schadstoffe aus den umliegenden Flächen können zu einer Abnahme des Fischbestands führen.

Sturmflut + Flusshochwasser: keine Veränderung des Fischbestandes

M12

Aufgabe 2:

Dürre: starke Erhöhung der Wassertemperatur durch Hitze / starke Abnahme des Sauerstoffgehaltes durch hohe Wassertemperaturen und eine geringe Durchmischung des Wasserkörpers

Sturmflut: Die Temperatur sinkt, durch die starke Durchmischung des Wasserkörpers / keine Veränderung des Sauerstoffgehaltes

Flusshochwasser: Keine Veränderung der Temperatur / des Sauerstoffgehaltes

Sturmflut + Flusshochwasser: Die Temperatur sinkt, durch die starke Durchmischung des Wasserkörpers / keine Veränderung des Sauerstoffgehaltes

M13

Aufgabe 2:

Sturmflut + Flusshochwasser

→
Sturmflut oder Flusshochwasser ←

←
Dürre

Aufgabe 3:

B: Wenn Sturmflut und Flusshochwasser in Kombination auftreten, ist der Wasserstand am höchsten. Da der starke Wind Meerwasser in die Flussmündung drückt, können die Wassermassen aus dem Fluss nicht mehr in die Nordsee fließen. In diesen seltenen Fällen entstehen besonders schwere Überschwemmungen.

M14

Aufgabe 2: Dürre = 4, Sturmflut = 5, Flusshochwasser = 1, Sturmflut + Flusshochwasser = 3

Aufgabe 3:

B: Bei Sturmflut ist der Salzgehalt der Elbe am höchsten, da der Sturm große Mengen Salzwasser aus der Nordsee flussaufwärts in die Elbe befördert.

M15

Ein Dürreereignis hat besonders schwerwiegende Folgen für die Elbe, da die hohen Wassertemperaturen den Sauerstoffgehalt des Wassers senken (die Gründe sind in der Einleitung beschrieben). Der entstehende Sauerstoffmangel kann das Ökosystem erheblich beeinträchtigen und zu Fischsterben führen.

Modul 4

M21: Frag doch mal die Forschung

- Gemeinsamkeiten in den Antworten der Forschenden:
Erforschung von Extremwetter als Folge des Klimawandels sehr relevant, Verständnis hilft bei der Auswahl geeigneter Schutz- und Anpassungsmaßnahmen für eine resilientere Umwelt und Gesellschaft, Interdisziplinäre Zusammenarbeit
- Unterschiede in den Antworten der Forschenden:
wissenschaftliche Fragestellungen zu dem Thema Extremwetter, wissenschaftliche Methoden
- Interdisziplinäre Forschung ist wichtig, weil Extremwetter viele Bereiche gleichzeitig betrifft: Natur, Gesellschaft, Wirtschaft, Städte und Küsten. Eine einzelne Fachrichtung kann immer nur einen Teil davon untersuchen. Erst wenn verschiedene Fachrichtungen zusammenarbeiten, entsteht ein vollständigeres Bild. Jede Perspektive liefert dabei ein wichtiges Puzzleteil, um Extremwetter besser zu verstehen und passende Lösungen zu entwickeln.

M22: Alarmstufe Rot

Einstiegsfrage: Beispiele für Vorhersagen (basierend auf Modellen) im Alltag sind zum Beispiel Wettervorhersagen, Navigation & Verkehr, Aktien

Aufgabe 1:

Warn-Apps in Deutschland

1. WarnWetter: die App des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zeigt amtliche Warnmeldungen bis auf Gemeindeebene
2. NINA: die Warn-App vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
3. Meine Pegel: amtliche Wasserstands- und Hochwasser-Informationen-App
4. KATWARN: verbreitet Gefahrenmeldungen der Kommunen, Länder und des Bundes
5. BIWAPP: Bürger-Info und Warn-App für Katastrophenmeldungen und lokale Hinweise
6. Cell Broadcast: ein Warnsystem, das Warnmeldungen seit dem Jahr 2023 direkt auf das Handy schickt. Zum Testen des Systems gibt es jedes Jahr den Bundesweiten Warntag.

- ! Wichtig! Es ist keine App, die installiert werden muss.
Die Warnung erreicht auch Handys ohne Internetzugang.

Quellen und Infos

Modul 1 Extremwetter und Klimawandel

Deutscher Wetter Dienst et al. (2025): Faktenpapier 2025 zu Extremwetter in Deutschland. Was wir 2025 über das Extremwetter in Deutschland wissen. URL: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/250924/faktenpapier_extremwetterkongress.html

Deutscher Wetter Dienst (2026): Zeitreihen und Trends - Deutscher Wetter Dienst. URL: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>

IPCC (2026) Chapter 11: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/>

Heinrich Böll Stiftung: Was wir über Extremwetter wissen müssen. URL: <https://www.boell.de/de/klima-der-krise-was-wir-ueber-extremwetter-wissen-muessen>

S. Rahmstorf: Meinung: Unwetter am Mittelmeer: Wie das Clausius-Clapeyron-Gesetz die Wetterextreme erklärt. Der Spiegel, Sep. 09, 2023. URL: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/clausius-clapeyron-gesetz-wie-sich-das-extremwetter-am-mittelmeer-durch-formel-erklaeren-laesst-a-228942e0-99ba-4cf6-b1ce-fc23f79d9372>

Collins et al. (2024): Emerging signals of climate change from the equator to the poles: new insights into a warming world. Frontiers of Marine Science, Volume 2 - 2024 | URL: <https://doi.org/10.3389/fsci.2024.1340323>

WWF (2023): Klimaforschung: Extremwetter sind Folgen des Klimawandels. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/klimaschutz/klimapolitik-international/klimaforschung-extremwetter-sind-folgen-des-klimawandels>

Kornhuber et al. (2019): Wetterextreme durch Riesenwellen im Jetstream. URL: <https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/wetterextreme-im-sommer-2018-waren-verbunden-durch-stockende-riesenwellen-im-jetstream>

ARD Alpha (2023): Mehr Extremwetter durch schwächere Winde. URL: <https://www.ardalpha.de/wissen/umwelt/klima/jetstream-wind-extremwetter-wetter-klimawandel-ozon-100.html>

Hinweis: Informationsfilm für Lehrkräfte
Max Planck Society: Extremwetter - Ist das der Klimawandel? URL: <https://www.youtube.com/watch?v=4HnZYEosFdM>

Modul 2 Das Elbe-Ästuar

Universität Hamburg (2020): Was sind Ästuar? URL: <https://www.biologie.uni-hamburg.de/forschung/grk2530/blog/2020/1026-estuaries.html>

WWF (2021): Lebensraum Elbeästuar. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/tideelbe/naturschutz-grossprojekt-krautsand/lebensraum-elbeaestuar>

NABU SH: Das Elbeästuar. URL: <https://schleswig-holstein.nabu.de/natur-und-landschaft/nabu-schutzgebiete/haseldorfer-binnenelbe-elbvorland/natur/03311.html>

Natura 2000: Das Gebiet des Elbeästuars. URL: <https://www.natura2000-unterelbe.de/hintergrund-Das-Elbeaestuar.php>

Natura 2000: Der Naturraum Elbeästuar. URL: https://www.natura2000-unterelbe.de/hintergrund_naturraum.php

Natura 2000: Das Elbeästuar – eine erfolgreiche Region. URL: <https://www.natura2000-unterelbe.de/hintergrund-Wirtschaftsraum.php>

Ratter und Weig (2012): Die Tide-Elbe – ein Kultur-, Natur und Wirtschaftsraum aus Sicht der Bevölkerung, HZG Report 2012-4. ISSN 2191-7833

Schmidt-Wygasch, Heuner, et. al. (2018): Die Ufer der Tideelbe im Wechselspiel von Mensch und Umwelt. Vegetation, Boden und deren Ökosystemleistungen. BfG-Bericht 1970. DOI: 10.5675/BfG_Tideelbe_ElbService_tibass

Stiftung Lebensraum Elbe. URL: <https://www.stiftung-lebensraum-elbe.de/>

Modul3 ElbeXtreme

Wetz, Yoskowitz (2013): An extreme future for estuaries? Effects of extreme climatic events on estuarine water quality and ecology, Marine Pollution Bulletin 69(1-2), DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.01.020

Große, Fabian (2025): Die Sauerstoffentwicklung in der Tideelbe in den Jahren 2011 – 2024. Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz. 70 Seiten. BfG-2215. DOI: 10.5675/BfG-2215.

mareXtreme (2025): Sauerstoffmangel in der Tideelbe. URL: <https://www.marextreme.de/post/ad-hoc-felduntersuchungen-des-sauerstoffmangels-in-der-tideelbe>

Fan et al. (2025): Effects of heatwave events on dissolved oxygen in the Elbe Estuary. Water Research, Volume 286, DOI: 10.1016/j.watres.2025.124125

Purkiani, K. (2025). Temperature Data Set, 30 years (1988-2023), Tidal Elbe, nine selected stations for Marine and Fluvial Heatwaves Analysis. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15123736>

Theilen et al. (2025): Environmental factors shaping fish fauna structure in a temperate mesotidal estuary: Periodic insights from the Elbe estuary across four decades”, Estuarine Coastal and Shelf Science, Volume 318, URL: https://www.uni-hamburg.de/en/newsroom/forschung/2025/0925-fischbestaende-elbe.html?utm_source=chatgpt.com

BUND (2025): Jährliches Fischsterben in der Tideelbe droht. URL: <https://www.bund-hamburg.de/service/presse/detail/news/jaehrliches-fischsterben-in-der-tideelbe-droht/>

Modul 4 Extremwetter-Forschung

Projekt: mareXtreme. URL: <https://www.marextreme.de/>
Projekt: climXtreme. URL: <https://www.climxtreme.de/>
Projekt: WaX – Wasser Extremereignisse. URL: <https://www.bmbf-wax.de/>

Projekt: Extremwert. URL: https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Klimawandel/Strategische-Behoerdenallianz/Projekt-Extremwert/projekt-extremwert_node.html

Frühwarnsysteme

ClimateAdapt: Frühwarnsysteme. URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/de/observatory/topics/other-topics/early-warning-systems>

Warn-App NINA, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, URL: https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Warn-App-NINA/warn-app-nina_node.html

KATWARN, URL: <https://warnungen.katwarn.de/>
Warn-Wetter-App, DWD (Deutscher Wetterdienst), URL: https://www.dwd.de/DE/leistungen/warnwetterapp/warnwetter-app_node.html

Cell Broadcast, URL: https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Warnung-in-Deutschland/So-werden-Sie-gewarnt/Cell-Broadcast/cell-broadcast_node.html

Schwammstadt

Zukunftsinitiative Klimawerk: Schwammstadt Ruhr. URL: <https://www.klima-werk.de/visionblau-gruen/schwammstadt>

Schwammstadt: ein Zukunftsmodell im Städtebau. URL: <https://www.gruen-in-die-stadt.de/schwammstadt/>

Umweltbundesamt: Schwammstadt – Zukunfts-konzept für klimaresiliente und lebenswerte Städte. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-kommunaler-ebene/schwammstadt-zukunfts-konzept-fuer-klimaresiliente>

KONTAKT

Kieler Forschungswerkstatt
Am Botanischen Garten 16i | 24118 Kiel
Tel. +49 (0)431 880 - 5916
info@forschungs-werkstatt.de

www.forschungs-werkstatt.de

Deutsche Allianz Meeresforschung e.V.
Markgrafenstraße 22 | 10117 Berlin
Tel. +49 (0) 30 23 59 627-0
kontakt@allianz-meeresforschung.de

www.allianz-meeresforschung.de



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik



GEOMAR
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel



2021
2030 Vereinte Nationen Dekade
der Meeresforschung
für nachhaltige Entwicklung



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

