



Klimahaus®
Bremerhaven | 8° Ost



EXPERTENGESPRÄCHE

Eine Handreichung für Lehrkräfte der Sekundarstufe 2
zu den Expertengesprächen mit Klimahaus-Wissenschaftlern

Januar 2017

INHALTSVERZEICHNIS

3 EINFÜHRUNG

4 KLIMAWANDEL **AUF 8° OST**

- 4 Bezug zum Lehrplan
- 4 Lernziele und Kompetenzen
- 5 Hintergrundinformationen
- 6 Während des Besuchs: „Expertengespräch“
- 7 Nachbereitung: Hintergrundinformationen aus der Ausstellung
- 9 Internetlinks und Literaturtipps

10 KLIMAWANDEL UND **BIODIVERSITÄT**

- 10 Bezug zum Lehrplan
- 10 Lernziele und Kompetenzen
- 11 Hintergrundinformationen
- 12 Während des Besuchs: „Expertengespräch“
- 13 Nachbereitung: Hintergrundinformationen aus der Ausstellung
- 15 Internetlinks und Literaturtipps

16 KLIMAWANDEL UND **EXTREMWETTER**

- 16 Bezug zum Lehrplan
- 16 Lernziele und Kompetenzen
- 17 Hintergrundinformationen
- 18 Während des Besuchs: „Expertengespräch“
- 19 Nachbereitung: Hintergrundinformationen aus der Ausstellung
- 20 Internetlinks und Literaturtipps

Diese Handreichung wurde zur intensiven Auseinandersetzung mit den Themen „Klimawandel“, „Extremwetter“ oder „Biodiversität“ zur Vor- und Nachbereitung eines Besuchs im Klimahaus Bremerhaven entwickelt. Dabei wird der Lehrplanbezug berücksichtigt und es werden Hintergrundinformationen sowie Tipps zu passender Literatur und Internetseiten gegeben. In den Expertengesprächen mit Klimahaus-Wissenschaftler/innen haben Schüler/innen die Möglichkeit offene Fragen zu klären.

Die Folgen des Klimawandels sind schon jetzt weltweit spürbar. Dazu gehören extreme Wetterereignisse aber auch bereits signifikante Rückgänge im Ertrag wichtiger Grundnahrungsmittel. Tierarten wandern in Richtung Polarregionen, um der Erwärmung auszuweichen - soweit es ihnen möglich ist. Pflanzen ändern ihr Verhalten im Verlauf der Jahreszeiten, sie blühen zum Beispiel früher im Jahr. In der Folge sind wiederum Auswirkungen auf die Tierwelt zu verzeichnen.

Diese Entwicklung birgt Risiken für Gesellschaften und Ökosysteme. Wie schwerwiegend diese Risiken im Einzelnen sein werden, hängt unter anderem von der Höhe der zukünftigen Kohlendioxid-Emissionen ab. Der Mensch ist Hauptverursacher der globalen Erwärmung. Der hohe und weiter steigende Verbrauch von Ressourcen und fossilen Energieträgern, die für alle menschlichen Aktivitäten benötigt werden, ist dabei das größte Problem. Weitere Faktoren sind die CO₂-Freisetzung im Verkehr und in der Landwirtschaft und die zunehmende Rodung von Waldflächen. Auch der rasche Bevölkerungswachstum und die Bedürfnisse nach Konsum und Wohlstand beeinflussen Umwelt- und Klimabelastungen.

Der Klimawandel führt weltweit auch verstärkt zu Extremwetterlagen und gravierenden Veränderungen an gewohnten Wetterlagen. Sintflutartige Regenfälle einerseits, anhaltende Trockenperioden andererseits, weltweit ansteigende Durchschnittstemperaturen sowie grundlegende Veränderungen in den bislang üblichen Wetterabläufen eines Jahres – das sind die Entwicklungen, die von Wissenschaftlern weltweit als schwer wiegende Indizien für den fortschreitenden Klimawandel bewertet werden.

Schließlich sind die biologische Vielfalt und das Klima eng miteinander verbunden und beeinflus-

sen einander gegenseitig. Der gegenwärtige und zukünftige Klimawandel stellt eine der größten Bedrohungen für die Vielfalt des Lebens auf der Erde dar. Arten können durch den Klimawandel in ihrer Existenz bedroht sein, wenn z.B. ihr potenzielles Verbreitungsgebiet schrumpft oder ganz verloren geht. Weitere Ursachen für den derzeitigen gravierenden Artenverlust stellen die hohe Bevölkerungszahl und der Bevölkerungszuwachs der Menschen dar. Verantwortlich sind dabei die Ausmaße der Landwirtschaft, der Industrie, des Tourismus und des internationalen Handels. Zu den anfälligsten Lebensräumen weltweit zählen Korallenriffe, Mangrovenwälder und Feuchtgebiete.

Quellen:

- <http://ipcc-wg2.gov/AR5/>

- <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38470/der-mensch-als-klimaveraenderer>

Das Klimahaus hat seine außerschulische Bildungsarbeit im Einklang mit dem Ansatz „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ der UNESCO konzipiert. Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) vermittelt zukunftsfähiges und verantwortungsbewusstes Denken und Handeln. Sie versetzt Schülerinnen und Schüler in die Lage, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen und dabei abzuschätzen, wie sich das eigene Handeln auf künftige Generationen oder das Leben in anderen Regionen der Erde auswirkt. Unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklungsziele der vereinten Nationen werden in den Bildungsprogrammen des Klimahaus Themen wie Klimawandel, nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster, Wasser- und Land-Ökosysteme und Erneuerbare Energien aufgegriffen.

Die 17 nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) stehen im Mittelpunkt der 2030-Agenda für nachhaltige Entwicklung. Diese neue Entwicklungsagenda wurde im September 2015 von 193 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen (UN) beschlossen. Die SDGs basieren auf den universellen Menschenrechten und decken die soziale, ökologische und ökonomische Dimension nachhaltiger Entwicklung ab. Ihnen sind fünf Kernbotschaften als handlungsleitende Prinzipien vorangestellt: Mensch, Planet, Wohlstand, Frieden und Partnerschaft.*

* http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030_agenda/index.html



BEZUG ZUM LEHRPLAN

Da Schulen aus verschiedenen Bundesländern das Klimahaus als außerschulischen Lernort nutzen, werden an dieser Stelle Themenbereiche genannt, die sich auf unterschiedliche Lehrpläne beziehen lassen.

- Gefährdung von Geosystemen
- Ursachen und Folgen neuzeitlicher Klimaveränderungen
- Folgen der globalen Temperaturerhöhung
- Verknappung von Ressourcen
- Einfluss des Menschen auf Natur und Klima
- Eingriffe in Ökosysteme
- Aspekte des Klimawandels



LERNZIELE UND KOMPETENZEN

Zur Verwirklichung nachhaltiger Entwicklungsprozesse wurde das Konzept der Gestaltungskompetenz ausformuliert. Damit wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung

anwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. (Quelle: Deutsche UNESCO-Kommission e.V.)

Bezug zu den Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz nach dem Konzept: Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

- Vorausschauend denken und handeln
- Empathie und Solidarität für Benachteiligte zeigen können
- Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen



HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

Prima Klima oder Katastrophe? Vom Klimawandel und seinen Folgen auf 8° Ost

Der schwedische Nobelpreisträger Svante Arrhenius entdeckte Ende des 19. Jahrhunderts, dass der durch die Industrialisierung verursachte Anstieg der Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre zu einer Erwärmung führt. Damals handelte es sich um einen sehr langsamen Prozess und Arrhenius hielt eine Erwärmung, aus seiner Sicht als Skandinavier, für eine gute Sache. Um zu zeigen, wie wir das Thema heute betrachten, wird zunächst der weltweite Klimawandel betrachtet und dann dessen Folgen in einigen Reisesationen des Klimahaus.

Die globale Mitteltemperatur ist seit der Zeit von Arrhenius um ca. 1°C angestiegen. Es werden immer wieder Temperaturrekorde gebrochen. Dabei ist nicht jedes Jahr wärmer als das vorige, aber der Trend zeigt deutlich nach oben. Es gibt viele unabhängige Hinweise darauf, dass das Verhalten des Menschen diese Erwärmung verursacht. Dazu gehören zum Beispiel, dass sich die Temperatur im Winter schneller erhöht als im Sommer, und dass die Temperaturen nachts stärker ansteigen als tagsüber.

Auch Modellrechnungen mit Klimamodellen über das 20. Jahrhundert zeigen, dass sich der Temperaturanstieg zumindest seit den 70er Jahren nicht ohne den menschlichen Einfluss erklären lässt. Wenn man sich die Bevölkerungsentwicklung, den globalen Energieverbrauch und andere Maße für den menschlichen Einfluss auf die Umwelt anschaut, sieht man, dass es ungefähr seit den 50er Jahren einen deutlichen starken Anstieg in allen diesen Einflussfaktoren gibt.

Auch die zukünftige Entwicklung lässt sich mit Klimamodellen betrachten. Dazu müssen allerdings Annahmen über die zukünftige Entwicklung der menschlichen Einflussfaktoren gemacht werden. Es zeigt sich, dass sich das im Abkommen von

Paris gesteckte Ziel, die Erwärmung auf maximal 2 °C, besser noch 1,5 °C über der vorindustriellen Zeit zu begrenzen, nur mit Technologien erreichen lässt, die heute noch nicht funktionieren.

Die Erwärmung macht sich jetzt schon in vielen Regionen bemerkbar. In den Alpen werden die Gletscher kleiner, nicht nur weil es wärmer wird, sondern auch, weil im Winter häufiger Regen statt Schnee fällt. Dies hat nicht nur Folgen für den Skitourismus sondern kann auch, zum Beispiel durch Schlammlawinen, Straßen und Dörfer gefährden.

Die Region mit der stärksten Erwärmung auf der Erde ist die Arktis. Die auffälligste Folge dort ist der Rückgang der sommerlichen Meereisbedeckung. Da das Meereis durch die Reflexion von Sonnenstrahlung einen abkühlenden Effekt hat, wirkt der Rückgang als selbstverstärkender Mechanismus. Der Verlust des sommerlichen Meereseis hat Folgen für die Fauna der Region, z.B. Eisbären. Die Menschen an den Küsten der Arktis sind zusätzlich durch das Tauen des Permafrostbodens und den Meeresspiegelanstieg betroffen. Die stärkere Erwärmung der Arktis hat außerdem auch jetzt schon spürbare Auswirkungen auf das Wetter in Europa.

Der Meeresspiegelanstieg wird durch die Wärmeausdehnung des Meerwassers und immer mehr durch Eisverluste in Grönland und der Antarktis verursacht. Er hat sich über die vergangenen 100 Jahre beschleunigt. Nicht alle Gebiete sind gleichermaßen davon betroffen. Zu den am stärksten betroffenen Gebieten zählt die Südseeregion in der auch die Reisesation Samoa liegt. Noch stärker als Samoa sind jedoch kleine Atollinseln vom Meeresspiegelanstieg betroffen. Sie kämpfen zusätzlich mit der Ozeanversauerung, dem Trinkwassermangel und stärkeren Wirbelstürmen. Auf einer solchen Insel hat auch das erste Säugetier

gelebt, das nachweislich durch den Klimawandel ausgestorben ist, die Bramble Cay Mosaikschwanzratte.

Zusammenfassend zeigt sich, dass wir die Folgen des Klimawandels bereits heute in vielen Regionen spüren, und auch Europa und Deutschland jetzt schon davon betroffen sind. Insgesamt

überwiegen die negativen Folgen. Hätte Svante Arrhenius das damals schon gewusst, hätte er sicher auch eine andere Meinung zu dem Thema gehabt.

(Quelle: Dipl. Geophysikerin Dr. Susanne Nawrath, Wissenschaftliche Ausstellungsleitung im Klimahaus Bremerhaven 8° Ost)



BESUCH IM KLIMAHaus: „EXPERTENGESPRÄCH“

Beim Expertengespräch stehen Wissenschaftler/innen des Klimahaus Rede und Antwort. Das Gespräch besteht aus einer halbstündigen Einführung mit Feedbackgespräch, in dem sie über ein Thema informieren. Zur Vertiefung recherchieren die Schüler/innen mit Fragebögen anschließend in der Ausstellung.

In dem Vortrag „Klimawandel auf 8° Ost“ geht es um die Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel der Orte, die im Klimahaus im Ausstellungsbereich „Reise“ besucht werden können. Der Vortrag kann dem Niveau der jeweiligen Gruppe individuell angepasst werden.





NACHBEREITUNG

Antworten zum Fragebogen „Klimawandel auf 8° Ost“ beim Expertengespräch

1. Wie äußert sich der Klimawandel in den Schweizer Alpen?

Sowohl an der Oberfläche als auch in der Sohle der Gletscher sind Unmengen von Schutt enthalten, die das Eis wie Klebstoff zusammenhalten. Durch die Erderwärmung schmelzen die Gletscher zunehmend ab und ihre Nährgebiete schrumpfen von unten her. Die bisher gebundenen Geröllmassen werden freigesetzt und führen immer häufiger zu Steinschlägen und Murgängen. Neben Muren und Steinschlägen wächst auch die Anzahl von ausbrechenden Gletscherseen, die sich an Eisdämmen und Moränen stauen können. Die Dämme dieser glazialen Seen sind extrem instabil. Brechen sie, dann fließt das Gletscherwasser mit gigantischen Schuttmengen in einer riesigen Flutwelle binnen kurzer Zeit talabwärts.

2. Warum wird Trockenheit in manchen Ländern zu einem Problem? Wie gehen die Menschen dort damit um?

Klimabedingt und durch Menschen verstärkt schrumpfen die Süßwasservorräte in den heißen und trockenen Sommermonaten bedenklich. Die Vegetation trocknet bedrohlich aus, die Waldbrandgefahr steigt stetig, Ackerbau ist oft nur mit künstlicher Bewässerung möglich und die Wasserpegel von Flüssen und Seen sinken so stark, dass manchmal sogar das Wasser rationiert werden muss. Trinkwasser wird ein knappes Gut und muss oft über Hunderte von Kilometern via Tanklaster und Schiff herangeschafft werden.

Wüsten breiten sich immer weiter aus. Die Weideflächen werden immer weniger. Müssen aber immer mehr hungrigen Viehmäulern standhalten. Weil es ja weniger Weiden gibt. Also wird jeder Grashalm, jedes Strauchblatt, jeder Baumtrieb abgefressen. Bis alles kahl ist und auch hier das sprichwörtliche Gras nicht mehr wachsen kann. Das Land versteppt zunehmend und wird ebenfalls zur Wüste.

3. Inwiefern ist der Klimawandel am Nord- und Südpol schon jetzt spürbar? Welche Auswirkungen hat das auf die Menschen und Tiere vor Ort?

Durch einen Temperaturanstieg von etwa 2,5 °C innerhalb der letzten 50 Jahre schmilzt in der Antarktis das Oberflächeneis und das Schelfeis geht von Norden her zurück. Aber auch das Südpolarmeer verändert sich. Durch stärkere Winde hat in den letzten zwei Jahrzehnten die CO₂-Aufnahme des Meeres deutlich nachgelassen.

Die Nahrungskette der Nordpolarregion ist kurz und besteht aus wenigen Gliedern. Fehlt ein Glied oder mindert sich der Bestand, kann das gesamte Ökosystem zusammenbrechen. Algen werden vom Krill gefressen. Krill dient Fischen und Walen als Futter. Von Fischen ernähren sich Robben. Wale und Robben gehören zum Speiseplan der Eisbären. Danach kommt nur noch der Mensch. Das späte Zufrieren und frühe Schmelzen des Eises in jüngster Zeit hat erhebliche Auswirkungen auf alle Organismen des Arktischen Ozeans. Zum Beispiel sinkt der Salzgehalt des Meeres durch großflächiges Abschmelzen der Gletscher, die zu den größten Süßwasserspeichern der Erde gehören. Die Lebensbedingungen für bislang gut angepasste Arten verändern sich radikal.

4. Weshalb wird der Meeresspiegelanstieg zur Bedrohung für die Bevölkerung küstennaher Gebiete?

Zyklone haben auf Samoa in den letzten Jahren heftige Spuren hinterlassen. Wälder wurden zerstört, Land überschwemmt, Ernten vernichtet, Dörfer binnen Sekunden von der Landkarte gefegt und Korallenriffe zu Kalkstaub zermahlen. Die wirtschaftlichen Folgen sind für Samoa jedes Mal katastrophal. Damit ein Zyklon entstehen kann, braucht es eine Meerestemperatur von mindestens 27 °C, damit genügend Wasser verdunsten kann und Energie vorhanden ist. Die zunehmende Meerereswärmung begünstigt diesen Fall. Außerdem führt sie zum Absterben der Korallenriffe. Die Funktion als Wellenbrecher zerfällt wie die Korallenriffe selber. Die Küsten sind schutzlos den Gewalten des Meeres ausgesetzt. Früher schwammen hier viele Fische und es gab bunte Korallenriffe. Mit der steigenden Wasser-

temperatur verblassen die Korallen und sterben. Schon auf kleinste Veränderungen in ihren Lebensbedingungen reagieren Korallen mit Stress, der zum Absterben führen kann. Lebewesen, die auf die Korallen angewiesen sind, werden in Mitleidenschaft gezogen. Es ist kaum Regeneration zu erkennen.

Hallig Langeneß: Bis zu 50 mal im Jahr werden die Marschlandinseln bei Sturmflut unter Wasser gesetzt. Schutz vor Sturmfluten und Hochwasser finden die Bewohner der Halligen seit Jahrhunderten auf den Warften. Warften sind künstlich aufgeschüttete und meist runde Hügel, auf denen die Häuser und Ställe gebaut sind. Früher gab es „Land unter“-Alarm nur zwischen 10 bis 20 mal im Jahr und eigentlich auch nur im Winter. Ursache für die Steigerung heute ist der Meeresspiegel, der in dieser Region in den letzten 100 Jahren über 30 cm angestiegen ist.



INTERNETLINKS UND LITERATURTIPPS

Internetseiten

- Der Hamburger Bildungsserver:
<http://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel/>
- Der Wiki-Bildungsserver:
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hauptseite>
- Das Portal Klimafakten:
<https://www.klimafakten.de/>
- Das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung:
<https://www.pik-potsdam.de/forschung/klimawirkung-vulnerabilitat/projekte/projektseiten/pikee/unterrichtsmaterialien/neue-uebersicht>
- Das Klimaportal des Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH:
<http://www.klimanavigator.de/>
- Das Internetportal „Chat der Welten“:
<https://gc21.giz.de/ibt/gc21/area=portal/style=myso/paint=myso/de/usr/modules/gc21/ws-chat-derwelten/info/ibt/portal/themen/klimawelten/start.sxhtml>
- Unterrichtsmaterial zum Klimawandel:
<http://germanwatch.org/rio/ab-allg.pdf>

Bücher

- Stefan Rahmstorf, Hans-Joachim Schellnhuber: Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie 2012, Verlag: C.H. Beck, München
- Karl-Heinz Ludwig (2007) – Eine kurze Geschichte des Klimas. Von der Entstehung der Erde bis heute. Verlag C. H. Beck, München (12,95 EUR)
- Karsten Schwanke, Nadja Podbregar, Harald Frater (2008) – Wetter, Klima und Klimawandel. Wissen für eine Welt im Umbruch. Springer Verlag, Heidelberg (29,95 EUR)
- Prof. Dr. Mojib Latif: Herausforderung Klimawandel - Was wir jetzt tun müssen. 2007, Wilhelm Heyne Verlag, München
- Martin Voss (Hrsg.): Der Klimawandel. Sozialwissenschaftliche Perspektiven. 2010, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden



BEZUG ZUM LEHRPLAN

Da Schulen aus verschiedenen Bundesländern das Klimahaus als außerschulischen Lernort nutzen, werden an dieser Stelle Themenbereiche genannt, die sich auf unterschiedliche Lehrpläne beziehen lassen.

- Folgen der globalen Erwärmung für die Tier- und Pflanzenwelt
- Anpassung von Tieren und Pflanzen an Lebensräume
- Einfluss des Menschen auf Natur und Klima
- Eingriffe in Ökosysteme
- Aspekte des Klimawandels



LERNZIELE UND KOMPETENZEN

Zur Verwirklichung nachhaltiger Entwicklungsprozesse wurde das Konzept der Gestaltungskompetenz ausformuliert. Damit wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung

anwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. (Quelle: Deutsche UNESCO-Kommission e.V.)

Bezug zu den Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz nach dem Konzept: Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

- Vorausschauend denken und handeln
- Empathie und Solidarität für Benachteiligte zeigen können
- Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen



HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

Biodiversität und Klimawandel

Der Begriff Biodiversität umfasst die Vielfalt innerhalb von Arten, die Vielfalt zwischen den Arten sowie die Vielfalt der Ökosysteme. Auch die genetische Vielfalt ist Teil der Biodiversität. Ökosysteme bestehen aus einer Lebensgemeinschaft von Organismen mehrerer Arten (Biozöosen) und ihrer unbelebten Umwelt (auch Biotop genannt). Letzteres können Flüsse, Wüsten, Moore etc. sein.

Die Zahl der auf der Erde existierenden Arten schwankt je nach wissenschaftlicher Untersuchung zwischen einigen Millionen bis hin zu über 100 Millionen. Aktuell geht man von Gesamtartenzahlen von rund 5 (bis vielleicht 20) Millionen Arten aus. Der Wissenschaft sind lediglich zirka 2 Millionen Arten bekannt.

Alle Schätzungen hängen in extremer Weise von Untersuchungen in den tropischen Regenwäldern ab. Zusammen mit den tropischen Korallenriffen bilden diese die artenreichsten Gebiete; oftmals mit endemischen Arten (sogenannte Biodiversitäts-Hotspots). Obwohl nur sieben Prozent der eisfreien Landmassen von tropischen Regenwäldern bedeckt sind, finden sich hier schätzungsweise 90% aller Tier- und Pflanzenarten der Erde.

Klimazonen und Ökosysteme haben sich im Verlauf der Erdgeschichte und seit dem Auftreten von Lebewesen vor knapp 2 Milliarden Jahren deutlich verändert – dies war und ist ein natürlicher Vorgang. Durch das Auftreten des Menschen vor ca. 200.000 Jahren, mit dem Aufkommen der Landwirtschaft und vor allem der Industrialisierung seit dem 18. Jahrhundert greift der Mensch massiv in die Umwelt und damit in das Klimasystem ein.

Die Ursachen des heutigen Artensterbens sind mannigfaltig und häufig beschleunigen sie den Klimawandel bzw. sind Folgen der bereits eingetretenen Veränderungen: die Zerstörung natürlicher

Lebensräume (beispielsweise Waldrodung, Abbau der Moore), die Übernutzung von Ökosystemen (beispielsweise durch die Landwirtschaft oder Fischerei), die Verschmutzung (durch Müll eintrag und den Einsatz von Pestiziden), die Verdrängung einheimischer durch invasive Arten und die Verbreitung von Pathogenen (beispielsweise die Chytridiomykose bei Amphibien).

Bedrohlich am menschengemachten Klimawandel ist zum einen das (in natürlichen Zeiträumen betrachtete) extreme Tempo der Veränderung, dass die Anpassungsfähigkeit vieler Arten überfordert. Außerdem sind fatale Wechselwirkungen zwischen Klimaveränderungen und Habitatzerstörung anzunehmen (z.B. Desertifikation oder Schmelzen der Polarregionen).

Sollte durch die globale Erwärmung der Meeresspiegel in den nächsten Jahren in der Karibik um nur 50 Zentimeter ansteigen, würden rund ein Drittel aller Strände dort verschwinden, womit die Schildkröten keine Eiablage mehr hätten.

Erhöhte Wassertemperaturen führen zu dem Phänomen „coral bleaching“ (Korallenbleiche), dem nahezu 100%igem Ausbleichen und folglich dem Absterben der Steinkorallen, bei anhaltenden Temperaturen des Wassers über Monate von 1 bis 3 °C über dem Durchschnitt. Zudem wird die Bildung von Kalk durch die Versauerung der Ozeane erschwert. Der hohe CO₂-Gehalt der Atmosphäre führt in den Ozeanen zu einer Senkung des pH-Wertes wodurch Muscheln, Schnecken- und kalkbildende Steinkorallen mangelnde Festigkeit aufweisen.

Der Eisbär ist zum Symbol des Klimawandels geworden. Denn an den Polen, wo das Eis schmilzt, zeigen sich die klimatischen Veränderungen besonders deutlich. Der Eisbär braucht das Eis für die Jagd auf Robben. Aber nicht nur in der Arktis zeigt sich der Klimawandel - auch die Königs-

pinguine in der Antarktis können ihrem Brutgeschäft ohne Eis nicht nachkommen.

Rentiere und Feldmäuse reagieren ähnlich auf milde Winter und damit einhergehende Regenfälle. Regen statt Schneefall führt zu mehr Boden eis im Winter. Das Eis bedeckt die Futterpflanzen,

sodass die Tiere weniger zu fressen finden und verhungern.

(Quelle: Dipl. Biologe Dr. Lutz Fischer, Leitung Aquaristik/Terraristik im Klimahaus Bremerhaven 8° Ost)



BESUCH IM KLIMAHHAUS: „EXPERTENGESPRÄCH“

Beim Expertengespräch stehen Wissenschaftler/innen des Klimahaus Rede und Antwort. Das Gespräch besteht aus einer halbstündigen Einführung mit Feedbackgespräch, in dem sie über ein Thema informieren. Zur Vertiefung recherchieren die Schüler/innen mit Fragebögen anschließend in der Ausstellung.

Der rasant voranschreitende Klimawandel überfordert die Anpassungsmöglichkeiten der Natur

bei weitem. Die Lebensräume werden sich großräumig verschieben und viele Arten kaum mehr geeignete Klimabedingungen vorfinden. Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf Ökosysteme und damit auf die Biodiversität? Wie lassen sich Arten und Lebensräume schützen? Der Vortrag „Klimawandel und Biodiversität“ gibt Antworten auf diese und weitere Fragen. Der Vortrag kann dem Niveau der jeweiligen Gruppe individuell angepasst werden.



Foto: © Maclatz / pixelio.de



Foto: © Jürgen Freund / WWF



Foto: © Cornerstone / pixelio.de



Foto: © Anton Vorauer / WWF



NACHBEREITUNG

Antworten zum Fragebogen „Klimawandel und Biodiversität“

1. Weshalb ist der Verlust des Regenwaldes für die Artenvielfalt so dramatisch?

Weil der Regenwald so unheimlich viele verschiedene Arten von Tieren und Pflanzen beherbergt. Auf 1257 km² wachsen allein über 400 verschiedene Baumarten bis in Höhen von 50 m. Außerdem ist er die größte Apotheke der Erde. Nur leider schwindet mit jedem Quadratmeter abgeholztem Wald auch die Hoffnung auf Heilung von Krankheiten wie Krebs oder Aids.

Schätzungsweise 90 % aller Tier- und Pflanzenarten der Erde leben im tropischen Regenwald, ein großer Teil davon ist noch gar nicht erforscht. Insekten machen den Hauptanteil der Regenwaldtiere aus, von denen ebenfalls viele Arten bis heute unbekannt sind. Aber auch Fledermäuse, Kolibris, Papageien, Gorillas, Schimpansen und sogar Elefanten sind in Regenwäldern heimisch. Der Regenwald in Korup ist wohl eine der größten WGs der Welt, dessen Bewohner in diesem einzigartigen Ökosystem durch perfektes Zusammenspiel der Natur ihr Refugium gefunden haben. Auf den vier Etagen dieses Urwaldes leben unzählige Pflanzen- und Tierarten.

2. Konzentriert euch nun auf die Bedrohung des Regenwaldes durch den Menschen. In welchem Ausmaß und aus welchem Grund zerstört der Mensch die Regenwälder?

Wenn wir Menschen die Regenwälder im bisherigen Tempo zerstören, wird es spätestens 2060 keinen einzigen mehr geben. Weil wir Klopapier, Servietten, Essstäbchen, Blockflöten, Türen und Parkett als wichtiger erachten, und weil wir auf Tabak, Kakao, Kaffee, Rinderhack und Margarine nicht verzichten wollen.

Für Möbel aus edlen Hölzern werden heute die wenigsten Bäume gefällt. Sie fallen vielmehr der Produktion von Sägemehl und Spanplatten

zum Opfer, die man eigentlich auch aus schnell wachsenden Hölzern gewinnen könnte. Auf den Raubzügen der nichtafrikanischen Holzindustrie werden bis zu 70 m breite Straßenschneisen in den Wald geschlagen, bevor der Kahlschlag überhaupt richtig losgeht.

Noch vor knapp 50 Jahren machte der Regenwald weltweit 12 % der Landfläche aus. Heute ist es noch nicht einmal die Hälfte, Tendenz weiter schrumpfend. Jede Sekunde fallen Baumflächen in Fußballfeldgröße den Kettensägen der Holz- und Nahrungsmittelindustrie zum Opfer.

3. Geht zum Dorf und recherchiert zum Thema „bushmeat“. Was verbirgt sich hinter diesem Begriff und was hat das mit dem Verlust der Artenvielfalt zu tun?

Heute wird kaum noch allein zur Selbstversorgung gejagt, sondern vor allem aus kommerziellen Gründen. Das Fleisch der Urwaldtiere, das „bushmeat“, ist begehrte Handelsware auf fast allen afrikanischen Märkten.

Allein in Kameruns Hauptstadt Yaoundé werden jeden Monat zwischen 70 – 90 t davon an den Mann gebracht, obwohl die Jagd und der Handel in Kamerun offiziell verboten sind.

Hungrige Abnehmer des „bushmeat“ sind vor allem Arbeiter der Holzindustrie und Minengesellschaften, die gerade einmal für einen Apfel und ein Ei schufteten. In den ländlichen Regionen ist es immer noch billiger als das Fleisch aus der Nutztierhaltung, die es sowieso kaum gibt.

Jagd und Handel mit „bushmeat“ führt zu Dezimierung der gejagten Spezies, greift in das bestehende Ökosystem ein und führt zum Verlust der Artenvielfalt.

4. Wodurch ist das Ökosystem vor der Küste Samoas bedroht?

Auch wenn die Korallenriffe nur 1 % der gesamten Meeresfläche ausmachen, so findet man hier über 30 % der Meeresbewohner. Ein Paradies, aber ein Paradies in ernster Gefahr. Schon auf kleinste Veränderungen in ihren Lebensbedingungen reagieren Korallen mit Stress, der zum Absterben führen kann. Die zunehmende Erd- und Meereseerwärmung ist ein Grund für das coral bleaching, das sogenannte Korallensterben.

Schon der kleinste Anstieg der Meerestemperatur bringt die Korallen aus ihrem ökologischen Gleichgewicht. Aber auch andere Faktoren wie Überfischung, Umweltverschmutzung oder Überdüngung führen zum Tod der Korallenriffe. Ebenso trägt der Tourismus Mitschuld an der Katastrophe in den Meeren.

Die Korallen leben in enger Symbiose mit Algen, die ihren Wirt mit Nähr- und Sauerstoff versorgen. Erhöht sich die Wassertemperatur nur um 1 °C, verändert sich der Salzgehalt des Meeres minimal oder ist das Wasser nur ein wenig stärker getrübt – Korallen reagieren sofort darauf, indem sie die Algen abstoßen und damit ihren Tod besiegeln. Zurück bleibt nur ein ausgebleichtes Korallenskelett. Normalisieren sich die Bedingungen nicht binnen weniger Wochen, beginnt der Untergang der Riffe. Den anderen Riffbewohnern wird nach und nach der Lebensraum genommen und sie verschwinden. Die Funktion als Wellenbrecher zerfällt wie die Korallenriffe selber. Die Küsten sind schutzlos den Gewalten des Meeres ausgesetzt.

5. Was beeinflusst den Rückgang der Fischbestände im pazifischen Ozean?

Früher noch reich an Fischbeständen, sieht es heute im Pazifik rund um Samoa leider ziemlich mager aus. Schuld ist die Überfischung. Internationale Fangflotten, illegale Fangmethoden wie viel zu engmaschige Netze oder Dynamit- und Gifffischerei, Nichteinhaltung von Fangquoten und Sperrgebieten machen den Fischen schwer zu schaffen. Die oberen Meeresschichten sind komplett abgefischt, die Fangnetze bleiben leer.

Nichts ist einfacher, als in die Tiefe zu gehen und mit beschwerten Netzen den Meeresgrund abzugrasen. Die Gewichte der Netze wirken wie ein Bulldozer und zerstören in wenigen Minuten die Tiefseekorallen-Kolonien, die Jahrtausende zum Wachsen gebraucht haben.

Natürlich ist der Rückgang der Fischbestände auch Folge des weltweiten Klimawandels. Durch zunehmende Erwärmung der Meere gerät das Ökosystem mehr und mehr in Gefahr. Die Temperatur des Pazifiks um Samoa ist binnen kürzester Zeit um 1 °C angestiegen, was z.B. zu explodierenden Algenteppichen voller Gift geführt hat, die Korallenriffe und Lebensraum der Fische zerstören.

6. Aus welchem Grund leiden Eisbären besonders stark unter dem Klimawandel?

Der Klimawandel schmilzt Lebensraum und Jagdgebiete einfach weg. Eisbären jagen mit Beginn des arktischen Winters bis Frühlingsende auf dem Packeis vor allem Robben, indem sie an deren Atemlöchern lauern. Nur etwa jeder 20. Versuch wird mit Beute belohnt.

Durch die zunehmende Erderwärmung friert das Packeis immer später zu und taut immer früher auf. Die Zeit zum Anfuttern des lebensnotwendigen Fettes wird immer kürzer – jede Woche ohne Packeis bedeutet 10 kg fehlendes Gewicht. Keine Fettreserven = kein Nachwuchs. Denn erst wenn die Weibchen über genügend Fettpolster verfügen, nistet sich das befruchtete Ei im Uterus ein.

7. Findet heraus, wie der Klimawandel den Artenreichtum des Nordpolarmeers beeinflusst.

Algen werden vom Krill gefressen. Krill dient Fischen und Walen als Futter. Von Fischen ernähren sich Robben. Wale und Robben gehören zum Speiseplan der Eisbären. Danach kommt nur noch der Mensch. Die Nahrungskette der Nordpolarregion ist verdammt kurz und besteht aus wenigen Gliedern. Fehlt ein Glied oder mindert sich der Bestand, kann das gesamte Ökosystem zusammenbrechen.

Der Artenreichtum im Nordpolarmeer hält sich in Grenzen. Die hier lebenden Tiere haben sich den frostigen Bedingungen perfekt angepasst. Kleinste, für menschliche Augen kaum sichtbare Organismen spielen dabei eine der wichtigsten Rollen. Denn Algen, Zooplankton, Würmer und Krebstiere bilden den Anfang der Nahrungskette.

Das späte Zufrieren und frühe Schmelzen des Eises in jüngster Zeit hat erhebliche Auswirkungen auf alle Organismen des Arktischen Ozeans. Zum Beispiel sinkt der Salzgehalt des Meeres durch großflächiges Abschmelzen der Gletscher, die zu den größten Süßwasserspeichern der Erde gehören. Die Lebensbedingungen für bislang gut angepasste Arten verändern sich radikal.



INTERNETLINKS UND LITERATURTIPPS

Internetseiten

- Kompaktes Wissen für Schule und Studium zum Thema Korallenriffe:
<http://www.biologie-schule.de/oekosystem-korallenriff.php>
- Der Wiki-Bildungsserver:
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Korallenriffe>
[http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Deforestation_\(Tropen\)](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Deforestation_(Tropen))
- Der Hamburger Bildungsserver:
<http://bildungsserver.hamburg.de/korallen-und-riffe/>
- Das Umweltbundesamt:
<https://www.umweltbundesamt.de/das-uba/was-wir-tun/forschen/umwelt-beobachten/biodiversitaet#textpart-9>

Bücher

- Carsten Neßhöver: Biodiversität – Unsere wertvollste Ressource.
Herder-Verlag, 2013



BEZUG ZUM LEHRPLAN

Da Schulen aus verschiedenen Bundesländern das Klimahaus als außerschulischen Lernort nutzen, werden an dieser Stelle Themenbereiche genannt, die sich auf unterschiedliche Lehrpläne beziehen lassen.

- Tropische Zirkulation
- Ursachen und Folgen neuzeitlicher Klimaveränderungen
- Folgen der globalen Temperaturerhöhung
- Einfluss des Menschen auf Natur und Klima
- Aspekte des Klimawandels



LERNZIELE UND KOMPETENZEN

Zur Verwirklichung nachhaltiger Entwicklungsprozesse wurde das Konzept der Gestaltungskompetenz ausformuliert. Damit wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung

anwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. (Quelle: Deutsche UNESCO-Kommission e.V.)

Bezug zu den Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz nach dem Konzept: Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

- Vorausschauend denken und handeln
- Empathie und Solidarität für Benachteiligte zeigen können
- Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen



HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

Extremwetter und Klimawandel

Die Erwärmung des Erdklimas durch anthropogene Effekte ist inzwischen unübersehbar. Mit 2014, 2015 und 2016 stellten gleich drei Jahre in Folge einen neuen Rekord der globalen Temperatur auf – eine noch nie dagewesene Serie in den Wetteraufzeichnungen seit mindestens 1880. Die Erwärmung seit vorindustrieller Zeit beläuft sich inzwischen auf knapp über 1 °C.

Ursache für die beobachtete Erwärmung ist ein schon 1859 von John Tyndall nachgewiesener Effekt verschiedener Spurengase der Erdatmosphäre, die die vom Boden ausgehende Wärmestrahlung auf dem Weg ins All aufhalten. Dieser Effekt wird als Treibhauseffekt bezeichnet und wird im Wesentlichen von der in der Atmosphäre vorhandenen Menge an Kohlenstoffdioxid (CO₂) bestimmt. Andere wichtige sogenannte Treibhausgase sind dabei Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und verschiedene Industriegase (z.B. FCKW, SF₆). Andere anthropogene Effekte, die die Erde indirekt aufheizen, stammen von einer grundsätzlichen Umgestaltung der Umwelt durch uns Menschen, die zu einer Verminderung der natürlichen CO₂-Speicher führt. Weitere Effekte, die ebenfalls zu einer Verstärkung der Erwärmung führen, fasst man unter den sogenannten positiven Rückkopplungen zusammen. Dazu gehört z.B. die Verringerung des Arktischen Meereises, welche dem Arktischen Ozean erlaubt mehr Sonnenlicht als früher zu absorbieren, sich entsprechend verstärkt zu erwärmen was nachfolgend zu mehr Eisschmelze führt – und so weiter.

Durch die Umgestaltung der Erdoberfläche und dem größeren Energiegehalt der erwärmten Luft und der erwärmten Ozeane, wurde schon vor Jahrzehnten von der Klimaforschung eine Verstärkung und Häufung extremer Wetterlagen vorhergesagt – und inzwischen ganz eindeutig beobachtet.

Die Anzahl und Intensität von Hitzewellen nimmt zu, während sehr kaltes Wetter seltener wird. Die Häufigkeit und Intensität sowohl extremer Niederschläge als auch extremer Dürren steigt. Die Stärke der stärksten tropischen Wirbelstürme steigt – im Pazifik sind das vor allem die, die auf Land treffen.

In den letzten 15 Jahren hat man auf der Nordhalbkugel auch noch interessante Änderungen des Jetstreams festgestellt, der ein mäandrierendes Band starker Winde in der oberen Troposphäre ist und an der Grenze der polaren Luftmassen zu denen der gemäßigten Breiten entsteht. Dieser Jetstream hat sich abgeschwächt und hat jetzt häufiger als früher Mäander mit großer Amplitude, die dazu neigen sich nicht mehr weiterzubewegen – eine blockierte Wetterlage entsteht. Solche blockierten Wetterlagen können wochenlang anhalten und – je nach Lage – zu langanhaltender Hitze oder Kälte führen. An der Grenze zwischen warm und kalt entstehen zudem teils extreme Niederschläge. Diese Änderung des Jets kann inzwischen mit dem starken Rückgang des arktischen Meereises in Verbindung gebracht werden und wäre somit ein anthropogener Effekt, der bei uns extremere Wetterlagen bringt.

(Quelle: Dipl. Meteorologe Dr. Michael Theusner, Wissenschaftliche Ausstellungsleitung im Klimahaus Bremerhaven 8° Ost)



BESUCH IM KLIMAHaus: „EXPERTENGESPRÄCH“

Beim Expertengespräch stehen Wissenschaftler/innen des Klimahauses Rede und Antwort. Das Gespräch besteht aus einer halbstündigen Einführung mit Feedbackgespräch, in dem sie über ein Thema informieren. Zur Vertiefung recherchieren die Schüler/innen mit Fragebögen in der Ausstellung.

Eine Begleiterscheinung der von uns Menschen verursachten, globalen Erwärmung ist das ver-

mehrte Auftreten von extremem Wetter. Dass wir das selbst in Deutschland heute schon merken und wie das mit der Erwärmung zusammenhängt wird im Vortrag „Klimawandel und Extremwetter“ anhand diverser Extremwetterbeispiele aus jüngster Vergangenheit erklärt und die dahinter stehende Physik erläutert.

Der Vortrag kann dem Niveau der jeweiligen Gruppe individuell angepasst werden.



Foto: Michael Theusner



Foto: Justin Hobson, Wikipedia



Foto: Tomas Castelazo, Wikimedia



Foto: NASA EOL/JSC



Foto: US Army, Wikimedia



Foto: Ed Roberts, Wikimedia



NACHBEREITUNG

Antworten zum Fragebogen „Klimawandel und Extremwetter“

1. Geht zur Dose in Sardinien und findet heraus, wie Wind, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit die Wetterverhältnisse beeinflussen. Welche Auswirkungen haben Extremwetter-Ereignisse in Sardinien?

80 % der Jahresniederschläge fallen von November bis März. Und dann sintflutartig. Straßen werden unpassierbar, die sonst wasserarmen Flüsse werden zu reißenden Strömen und viele Gebiete stehen unter Wasser, trotz vieler künstlicher Stauseen, die als Auffangbecken dienen. Geröll-, Schlamm- und Wassermassen verursachen jedes Jahr Schäden in Millionenhöhe. Da kann der ausgedörrte Boden nach den langen, trockenen Sommermonaten noch so nach jedem Tropfen Regen lechzen, ihm tun die starken Regenfälle gar nicht gut. Denn durch Abholzung der Wälder, Zerstörung der restlichen Vegetation, Landwirtschaft und Bebauung bietet der Boden kaum noch Widerstand gegen die Abtragung und wird großflächig weggeschwemmt.

Im Sommer herrscht Gluthitze mit geringer Aussicht auf einen erfrischenden Regenschauer. Das tägliche Leben der Sarden richtet sich nach den Temperaturen. Viele Einheimische ziehen sich während der Sommerhitze in die kühleren Bergregionen zurück, wo die Temperaturen halbwegs erträglich sind. Die Vegetation trocknet bedrohlich aus, die Waldbrandgefahr steigt stetig, Ackerbau ist oft nur mit künstlicher Bewässerung möglich und die Wasserpegel von Flüssen und Seen sinken so stark, dass manchmal sogar das Wasser rationiert werden muss. Die Vegetation ist ein gefundenes Fressen für Feuersbrünste. Olivenhaine, Nadelwälder, Eukalyptusbäume und Macchia sind aufgrund des Ölgehaltes, des Harzreichtums und vieler ätherischen Substanzen extrem feuergefährdet.

2. Warum wird Desertifikation in der Sahara zu einem Problem? Welchen Einfluss hat das auf die Menschen dort?

Durch die Ausbreitung der Wüste werden die Weideflächen immer weniger. Sie müssen aber immer mehr hungrigen Viehmäulern standhalten. Weil es ja weniger Weiden gibt. Also wird jeder Grashalm, jedes Strauchblatt, jeder Baumtrieb abgefressen. Bis alles kahl ist und auch hier das sprichwörtliche Gras nicht mehr wachsen kann. Das Land versteppt zunehmend und wird ebenfalls zur Wüste. Die Tuareg müssen sich aus weit entfernten Brunnen mit dem für sie so lebensnotwendigen Wasser versorgen, das zudem fast immer mit Dreck und Tierexkrementen verschmutzt ist. Kinder und Frauen müssen mit dem Esel mit unzähligen Wasserschläuchen, Plastikkanistern und Kalebassen beladen und meist nur mit Flip-Flops an den Füßen oft stundenlang bei extremen Temperaturen zum nächsten Brunnenplatz marschieren. Wasser finden die Brunnenbauer überall in der Wüste. Aber dafür müssen sie tief graben. Wenn sie Glück haben nur 10 m, in der Regel aber 50 – 70 m. Bei viel Pech heißt es auch schon einmal bis zu 120 m tief graben.

3. Inwiefern beeinflusst der Klimawandel die Auswirkungen von Zyklonen auf Südseeinseln wie Samoa? Was bedeutet das für das Leben auf der Insel?

Zyklone haben auf Samoa in den letzten Jahren heftige Spuren hinterlassen. Wälder wurden zerstört, Land überschwemmt, Ernten vernichtet, Dörfer binnen Sekunden von der Landkarte gefegt und Korallenriffe zu Kalkstaub zermahlen. Die wirtschaftlichen Folgen sind für Samoa jedes Mal katastrophal. Damit ein Zyklon entstehen kann, braucht es eine Meerestemperatur von mindestens 27 °C, damit genügend Wasser verdunsten kann und Energie vorhanden ist. Die

zunehmende Meereseerwärmung begünstigt diesen Fall. Außerdem führt sie zum Absterben der Korallenriffe. Die Funktion als Wellenbrecher zerfällt wie die Korallenriffe selber. Die Küsten sind schutzlos den Gewalten des Meeres ausgesetzt. Früher schwammen hier viele Fische und es gab bunte Korallenriffe. Mit der steigenden Wassertemperatur verblassen die Korallen und sterben. Schon auf kleinste Veränderungen in ihren Lebensbedingungen reagieren Korallen mit Stress, der zum Absterben führen kann. Lebewesen, die auf die Korallen angewiesen sind, werden in Mitleidenschaft gezogen. Es ist kaum Regeneration zu erkennen.

4. Welches Extremwetter-Ereignis betrifft das Leben auf den Halligen immer öfter? Wie gehen die Menschen damit um?

Bis zu 50 mal im Jahr werden die Marschlandinseln bei Sturmflut unter Wasser gesetzt. Schutz vor Sturmfluten und Hochwasser finden die Bewohner der Halligen seit Jahrhunderten auf den Warften. Warften sind künstlich aufgeschüttete und meist runde Hügel, auf denen die Häuser und Ställe gebaut sind. Früher gab es „Land unter“-Alarm nur zwischen 10 bis 20 mal im Jahr und eigentlich auch nur im Winter. Ursache für die Steigerung heute ist der Meeresspiegel, der in dieser Region in den letzten 100 Jahren über 30 cm angestiegen ist.





INTERNETLINKS UND LITERATURTIPPS

Internetseiten

- Der Hamburger Bildungsserver:
<http://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel/>
- Der Wiki-Bildungsserver:
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hauptseite>
- Das Portal Klimafakten:
<https://www.klimafakten.de/>
- Das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung:
<https://www.pik-potsdam.de/forschung/klimawirkung-vulnerabilitat/projekte/projektseiten/pikee/unterrichtsmaterialien/neue-uebersicht>
- Das Klimaportal des Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH:
<http://www.klimanavigator.de/>
- Das Internetportal „Chat der Welten“:
<https://gc21.giz.de/ibt/gc21/area=portal/style=myso/paint=myso/de/usr/modules/gc21/ws-chatderwelten/info/ibt/portal/themen/klimawelten/start.sxhtml>
- Unterrichtsmaterial zum Klimawandel:
<http://germanwatch.org/rio/ab-allg.pdf>

Bücher

- Stefan Rahmstorf, Hans-Joachim Schellnhuber: Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie, 2012, Verlag: C.H. Beck, München
- Karl-Heinz Ludwig (2007) – Eine kurze Geschichte des Klimas. Von der Entstehung der Erde bis heute. Verlag C. H. Beck, München (12,95 EUR)
- Karsten Schwanke, Nadja Podbregar, Harald Frater (2008) – Wetter, Klima und Klimawandel. Wissen für eine Welt im Umbruch. Springer Verlag, Heidelberg (29,95 EUR)
- Prof. Dr. Mojib Latif: Herausforderung Klimawandel - Was wir jetzt tun müssen. 2007, Wilhelm Heyne Verlag, München
- Martin Voss (Hrsg.): Der Klimawandel. Sozialwissenschaftliche Perspektiven. 2010, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden



INFORMATIONEN UND KONTAKT

Klimahaus® Betriebsgesellschaft mbH

Am Längengrad 8
27568 Bremerhaven
Tel.: 0471 902030-0
Fax: 0471 902030-99

bildung@klimahaus-bremerhaven.de
www.klimahaus-bremerhaven.de



ÖFFNUNGSZEITEN

April bis August

Mo. – Fr. 09:00 – 19:00 Uhr
Sa. – So., Feiertag 10:00 – 19:00 Uhr

September bis März

Mo. – Fr. 10:00 – 18:00 Uhr
Sa. – So., Feiertag 10:00 – 18:00 Uhr

Am 24., 25., 31.12. und am 1.1. geschlossen.
Letzter Einlass 90 Minuten vor Schließung.



ANFAHRT

Adresse für Navigationssysteme

H.-H. Meier-Straße, 27568 Bremerhaven

A27 Abfahrt Bremerhaven Zentrum. Orientieren Sie sich am Parkleitsystem Richtung „Havenwelten“ (Parkhaus Havenwelten, direkt unter dem Klimahaus) oder nutzen Sie den ÖPNV (Haltestelle „Havenwelten“).

Mit freundlicher Unterstützung von:

westermann



Das Klimahaus wurde 2016 für die strukturelle Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung von der Deutschen UNESCO-Kommission und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgezeichnet. (www.bne-portal.de)