



Der Klimawandel ist nicht mehr nur Thema von Experten und Umweltpolitikern. Längst hat das Schlagwort einen hohen Bekanntheitsgrad, wozu Naturereignisse wie die „Jahrhundertflut“ von Elbe und Mulde im Jahr 2002, Artikelserien in großen Zeitungen und nicht zuletzt der Hollywood-Film „The Day After Tomorrow“ ihren Beitrag geleistet haben dürften. Die konkreten Vorstellungen der Bürgerinnen und Bürger sind aber überwiegend verschwommen und zerrbildhaft, von wirklichem Wissen soll hier gar nicht die Rede sein. Wer kennt schon die Berichte des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) oder Forschungsergebnisse des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK), obwohl diese im Internet teils frei zugänglich sind?

Die vorliegende Unterrichtseinheit soll helfen, aus Zerrbildern und Bruchstücken naturwissenschaftliche Kenntnisse zu entwickeln bzw. vorhandenes Wissen zu schärfen. Sie bietet enge Bezüge zu Physik, Chemie und Biologie. Die Schülerinnen und Schüler diskutieren über den Film und erkennen in Zeitungsschlagzeilen Hinweise auf den Klimawandel. Im Experiment erfahren sie, wie sich die Erwärmung der Erdatmosphäre auf den Meeresspiegel auswirken wird und welche Folgen dies z. B. für die Nordseeküste haben kann. Schließlich wird ein globaler Blick auf die unterschiedlichen Auswirkungen in Nord und Süd vermittelt. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten interdisziplinär, erkennen Risiken für die Zukunft und gewinnen Planungs- und Umsetzungs-kompetenz.



LEHRPLANANBINDUNG

- Eigenschaften und Wirkungen der Weltmeere; Beeinflussung des Klimas, der Flora und Fauna durch Golfstrom und Humboldtstrom
- Zusammenhang zwischen Klima, Vegetation und Nutzung
- Bedeutung von Klimaveränderungen für Landschaft und Mensch
- Wird sich das Klima verändern?: Interessen der Menschen in betroffenen Regionen und Interessen der Wirtschaft und eigener Konsum
- Bedeutung von Klima und Klimaveränderung
- Konsequenzen im persönlichen und gesellschaftlichen Bereich
- Die Verstärkung des Treibhauseffektes: Zunahme der Treibhausgase, globale und regionale Folgen
- Boden und Klima als Grundlage für die Landwirtschaft
- Friedenssicherung, Konflikte und Möglichkeiten der Konfliktbearbeitung: Klimaveränderung/Knappheit der Ressourcen/Welternährung
- Wärmelehre; Temperatur und ihre Messung; Auswirkungen von Temperaturänderungen; Ausdehnung von Flüssigkeiten, Temperaturabhängigkeit des Volumens von Flüssigkeiten; Anomalie des Wassers und Bedeutung in der Natur



- Wärmeausbreitung
- Statistik
- Chemische Reaktionen: Stoffe und ihre Eigenschaften
- Umwelt und Technik; Wetter und Klima: Auswirkungen von Wettergeschehen auf die Vegetation, auf das ökonomische Gefüge und die Lebensgewohnheiten von Menschen
- Ursachen und Zusammenhänge von Wettergeschehen
- Einblicke in Vorgänge der Natur und Technik: Wetter, Klima
- Ökosystem: Störung des biologischen Gleichgewichts und die Folgen; Ursachenanalyse, Einfluss des Menschen, Naturkatastrophen, Klimaänderung ...
- Ökologische Forschung über globale Zusammenhänge von Umweltbelastungen



VERLAUFVORSCHLAG

1. Für den Einstieg in die Thematik bietet der Film „The Day After Tomorrow“ einige Ansatzpunkte. Dabei ist es nicht unbedingt erforderlich, dass alle Schülerinnen und Schüler den Film gesehen haben. Die unter www.bmu.de/bildungsservice vorliegenden Materialien reichen als Basis für eine Diskussion aus. Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit der Fragestellung auseinander, wie realistisch das Filmszenario ist.
2. Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich dann mit Anzeichen eines Klimawandels, die es heute schon gibt, indem sie die Zeitungsschlagzeilen auf Arbeitsblatt 1 zuordnen. Sie suchen in Zeitungsarchiven nach weiteren Beispielen. Ist eine geeignete Bibliothek am Ort, können dort vorhandene Zeitungsbande in die Recherche einbezogen werden. Ansonsten dienen Zeitungsarchive auf CD-ROM (soweit vorhanden) oder im Internet als Quellen. Die elektronischen Archive der Wochenzeitung „Die Zeit“ und der Tageszeitung „Die Welt“ zum Beispiel sind im Netz frei zugänglich (siehe Kasten).
Dieser Teil des Projekts ist auch als Hausaufgabe geeignet. Die Schülerinnen und Schüler recherchieren individuell oder in Kleingruppen mit den Schwerpunkten: Wettermeldungen, Klimawandel bei uns, Klimawandel anderswo in der Welt. Die Ergebnisse werden in der folgenden Unterrichtsstunde im Unterrichtsgespräch zusammengetragen, sortiert und in eine Tabelle wie auf Arbeitsblatt 2 eingeordnet.
Ein zusätzlicher Arbeitsauftrag könnte sein, dass die Schülerinnen und Schüler anhand ihrer Textsammlung/Film ganz allgemein mögliche ökologische (z. B. Naturkatastrophen, Anstieg des Meeresspiegels), soziale (z. B. Armut, Hunger, Obdachlosigkeit) und ökonomische (z. B. Grundstückspreise, Niedergang, Armut) Folgen des Klimawandels identifizieren.
3. In einer weiteren Arbeitsphase wird der Anstieg des Meeresspiegels als Beispiel für eine Folge der Klimaerwärmung intensiver behandelt. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten über verschiedene Arbeitsblätter/Versuche, welche ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen der Anstieg des Meeresspiegels im Einzelnen hat.



4. Anmerkungen zu den Arbeitsblättern:

Arbeitsblatt 1

- Zeitungsarchive im Internet:
DIE ZEIT www.zeit.de
Die Welt www.welt.de
Handelsblatt www.handelsblatt.de (teilweise kostenlos)
Frankfurter Allgemeine Zeitung www.faz.net (nur Online-Angebote kostenlos, sonst Gebühr)
Der Spiegel www.spiegel.de (nur Spiegel Online kostenlos)
Focus www.focus.de
Tipp: Regionale Zeitungen bieten oft ihren Abonnenten einen kostenfreien Zugang zum Archiv an. Überschriften und Artikelanfänge sind fast überall kostenlos einsehbar.

Arbeitsblatt 2

- Zunächst vermuten die Schülerinnen und Schüler, welche Ursachen für den Anstieg des Meeresspiegels verantwortlich sein könnten und überprüfen dann, welche Gebiete weltweit am meisten davon betroffen wären.

Arbeitsblatt 3

- Der Eiswürfel-Schmelzversuch soll auf einfache Weise im Physik- oder Chemieunterricht veranschaulichen, wie sich der Eintrag von Eismassen auf den Meeresspiegel auswirkt.

Arbeitsblatt 4

- Die Schülerinnen und Schüler wenden ihr Wissen jetzt auf die Frage an, welche Auswirkungen ein Anstieg des Nordsee-Meeresspiegels zur Folge hätte. Die Karte soll helfen, die Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs auf die Küstenlandschaft der Nordsee zu verdeutlichen. Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden nach verschiedenen Betroffenheiten (ökonomisch, ökologisch, sozial). An dieser Stelle können die Folgen zeitweiliger wie dauerhafter Überflutung auf menschliche Siedlungen diskutiert werden. Eine Exkursion bietet sich an.

Arbeitsblatt 5

- Die Thesen auf Arbeitsblatt 5 stammen aus dem Bericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung). Die Schülerinnen und Schüler ordnen sie den beiden Kontinenten zu.

MATERIAL:

- Einleitungsblatt und Infoblatt zum Film „The Day After Tomorrow“
- ggf. der Film auf Video oder DVD
- Arbeitsblätter 1 bis 5
- Gerätschaften im Fachraum für Physik oder Chemie
- Computer mit Zugang zum Internet

TIPP

Im Bildungsservice des Bundesumweltministeriums stehen unter www.bmu.de/bildungsservice weitere Unterrichtsmaterialien zum kostenlosen Download zur Verfügung. Zur Anknüpfung an das Thema Klimaschutz wird besonders der Bereich „Erneuerbare Energien“ empfohlen.



KLIMAWANDEL UND MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN AUF DIE DEUTSCHE NORDSEEKÜSTE

Die Prognosen zeigen: In den nächsten Jahrzehnten wird die Durchschnittstemperatur der Erde im Mittel um 2 bis 3°C ansteigen. In den Küstenregionen muss als Folge dieses Klimatrends mit einem mittleren Meeresspiegelanstieg von etwa 50 cm/Jh. (bisher 20 cm/Jh.) und einer Erhöhung der Extremwasserstände bei Sturmfluten gerechnet werden.

Speziell den Küstenräumen wird im Zusammenhang mit dem Klimawandel besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da sie einerseits dem direkten Meereseinfluss unmittelbar ausgesetzt sind (z. B. Hochwassergefährdung, Landverluste bei Sturmfluten etc.), andererseits durch ihre vielfältigen Funktionen von größter Bedeutung sind.

Der bisherige Anstieg des Meeresspiegels wird, bedingt durch den Treibhauseffekt, vermutlich deutlich beschleunigt. Nach den neuesten Berechnungen des IPCC wird dieser Anstieg bis zum Jahr 2100 zwischen 20 cm und 95 cm im globalen Mittel betragen, wobei der wahrscheinliche Trend mit 50 cm angegeben wird (IPCC 1995). Regional, so z. B. in flachen Randmeeren wie der Nordsee, kann die Erhöhung des Meeresspiegels aber signifikant über dem mittleren globalen Wert liegen, weil hier der Effekt der thermischen Ausdehnung des Oberflächenwassers im Vergleich zu den Weltozeanen überproportional hoch ist; eine Beschleunigung um etwa das Dreifache des bisherigen Anstiegs gilt daher als realistisch. Eine Verstärkung des Seegangs in den küstennahen Bereichen ist ebenso als wahrscheinlich anzunehmen wie ein höheres Auflaufen der Extremwasserstände an der Küste.

Als wichtigste Prozesse, die eine potenzielle Gefährdung des Küstenraums erzeugen, sind demnach zu nennen:

- steigende mittlere und extreme Wasserstände
- zunehmende Wellenhöhen
- Deichbrüche und die Gefahr der Überflutung tiefliegender Gebiete
- fortschreitender Abtrag (Erosion) von Ufer und Meeresboden
- Boden- und Grundwasserversalzung



LÖSUNGEN UND HINWEISE ZU DEN AUFGABEN AUF DEN ARBEITSBLÄTTERN

Einleitung

Klimaforscher: Fakten verzerrt; in Tagen spielt sich ab, was eigentlich Jahre dauert; falsche Zusammenhänge hergestellt; Zuschauer könnten aber für Klimathematik sensibilisiert werden.

Produzent: fantastischer Film, keine wissenschaftliche Abhandlung; Zeiträume verkürzt, um Spannung zu erzeugen; wahre Tatsachen „überdramatisiert“.

Arbeitsblatt 1

Schlagzeile	Wetter	Klimawandel
Unwetter werden noch schlimmer		x
Das Weltklima wird immer instabiler und extremer		x
Zehn Tonnen Kohlenstoffdioxid pro Person sind zu viel		x
Heute bleibt uns die feuchte und kalte Witterung erhalten	x	
Hochwasser nur ein Vorgeschmack		x
Hitze wird zum Dauergast		x
Wüstenwind verdrängt Waldesluft		x
Heute trocken mit Höchsttemperaturen bis zu 30 °C	x	
54 Tote bei Unwetter in Japan	x	(x)
Ein Traumsommer mit schmerzlichen Folgen	x	(x)
Als Europas Heizung plötzlich ausfiel: Vor 8200 Jahren versiegte der Golfstrom		x
Sachsen wird heiß	(x)	x
Tsunami verwüstet Südostasien	Meldung hat nichts mit dem Wetter oder dem Klimawandel zu tun.	



Arbeitsblatt 2

Frage 1: Welche Aussage ist richtig?

Antwort: Aussagen B, D und F

Frage 2: Welche Länder sind am meisten betroffen?

Antwort (eine kleine Auswahl):

Niederlande, Gambia, Indien und Bangladesch, Malediven, Pazifische Inselstaaten.

Eine Übersicht findet sich im Internet unter www.hamburger-bildungsserver.de > Suche: Meeresspiegelanstieg > Dokument 4 (Meeresspiegelanstieg). Weitere ausführliche Informationen zum Thema beim Hamburger Bildungsserver unter dem Suchwort Klimawandel.

Arbeitsblatt 3

Was passiert mit dem Wasserstand im Glas?

Antwort: Versuch 1: Der Wasserspiegel steigt. Versuch 2: Der Wasserspiegel verändert sich nicht – es gilt das archimedische Prinzip!

Frage 1: Die Schlussfolgerungen aus dem Versuch

Antwort: Das Schmelzen auf dem Meer treibender Eisberge und Eismassen beeinflusst den Meeresspiegel nicht. Für den Wasserstand ist es egal, ob das Wasser flüssig vorliegt oder als Eis auf dem Meer schwimmt. Entscheidend ist der Eintrag der Eismassen aus dem Festlandbereich in die Meere. Dies führt zum Anstieg des Meeresspiegels.

Frage 2: Um wie viel steigt der Meeresspiegel bei einem vollständigen Abschmelzen der Eisschilde in Grönland und der Antarktis?

Antwort: Ein Schmelzen der Antarktiseismassen würde den Meeresspiegel um ca. 65,5 m steigen lassen, das Schmelzen des Grönlandeises um ca. 7,2 m.

Arbeitsblatt 4

Aufgabe 1: Die Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs der Nordsee auf die küstennahen Gebiete

Antwort (eine kleine Auswahl):

Küstenschutz (Deichbauten und Sperrwerke), Wattenmeer, Landwirtschaft, Tourismus, Energiegewinnung (Windkraftanlagen auf See), Erosion von Inseln, Überflutungen in Großstädten (Hamburg), Schifffahrt und Fährverkehr, Fischerei, Landverluste etc.

Tipp: Simulation des Meeresspiegelanstiegs mit GIS

Im Internetdienst www.lehrer-online.de finden Sie das kostenlose und sehr empfehlenswerte GIS-Tool ArcExplorer, mit dem Ihre Schülerinnen und Schüler den Anstieg des Meeresspiegels simulieren und seine Folgen beurteilen können. Dazu wird Ihnen ein Verlaufsplan der Unterrichtseinheit zur Verfügung gestellt. www.lehrer-online.de/dyn/9.asp?url=389162.htm

Arbeitsblatt 5

Aufgabe 1: Zuordnung der Buchstaben zu den Kästchen

Antwort: Europa mit A, D, E, G, I, K, M und Afrika mit B, C, F, H, J, L, N

Manche Thesen können doppelt auftreten, die Schülerinnen und Schüler sollen ihre Zuordnung begründen.