



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

KLIMA- FORSCHUNG

Eine Zeitreise durch das Klima



WETTER ODER KLIMA?

Klimaforschung Einleitung Seite 1/1



© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



„Das ist aber ein langes Teil, Viona!“, feixt Manuel. „Was hast du denn damit vor?“ Viona bleibt ernsthaft: „Das ist ein Eisbohrkern.“ Sie zeichnet weiter bunte Ringe auf das „Ding“, das fast so lang ist wie das Klassenzimmer. „So ein Quatsch“, geht Aysche dazwischen, nachdem sie es angefasst hat. „Das ist doch aus Pappe!“ „Ist ja auch nur ein Modell“, gibt Viona zurück.

Geduldig zieht sie weiter Ring um Ring. Manuel ist das zu langweilig. Er schaut zu Felix, aber der ist auch beschäftigt. Er schneidet aus Papierbögen kleine Kärtchen aus. „Ja, ist denn heute Bastelstunde?“, fragt Manuel. Felix nickt und hält ihm eine Schere hin. Aber Manuel hat keinen Bock.

Wenig später steht Manuel neben Aysche am Fenster. „So ein Mistklima!“, schimpft er. Der Regen perlt an den Scheiben herunter. „Wetter, Schätzchen“, korrigiert Aysche, „Wetter!“ „Aber es ist doch schon seit Tagen so!“, hält der Junge dagegen. „Schon länger als eine Woche!“ „Mit einem längeren Zeitraum sind schon ein paar Tage mehr gemeint. Genau genommen mindestens 30 Jahre.“ „Und was ist dann Wetter im Gegensatz zu Klima, du wandelndes Lexikon?“, fragt Manuel. Aysche antwortet wie gelernt: „Wetter ist ein augenblicklicher Zustand. Man kann es messen. Zum Beispiel Temperatur, Wind, wie viel es regnet und wie lange die Sonne scheint.“ Das Mädchen holt tief Luft, so dass Manuel weiter fragen kann. „Und Klima? Das kann man wohl nicht messen?“ Jetzt muss Aysche ein bisschen überlegen. Aber Viona hat den beiden wohl die ganze Zeit zugehört – und weiß weiter: „Klima wird errechnet. Auf Grundlage der Wetterwerte. Man sagt auch, Klima sei die Statistik des Wetters.“

„Ist Klima eigentlich immer gleich?“, fragt Manuel und schaut Aysche an. „Normalerweise verändert es sich über Jahrhunderte oder Jahrtausende.“ „Genau“, ergänzt Viona, „in Eiszeiten wird es besonders kalt.“ „Ich bin beeindruckt“, sagt Manuel und grinst dabei. „Aber woher wissen wir denn, wie das Klima früher war? Also ganz, ganz früher. Da hat doch noch keiner was aufgeschrieben?“ „Vielleicht doch“, sagt Viona geheimnisvoll und malt den letzten Ring auf das Papprohr.

ARBEITSAUFTRAG:



1. Was hat es mit dem Eisbohrkern auf sich? Nutzt das nachfolgende Infoblatt und sammelt weitere Informationen aus Büchern, Zeitschriften und aus dem Internet! Schreibt auf und heftet eure gesammelten Informationen in euren Ordner.
2. Tragt zusammen, was ihr über Eiszeiten und Warmzeiten wisst! Beantwortet die Frage, welche Folgen die Eiszeiten für das Leben auf der Erde hatten.
3. Stellt eure Ergebnisse in der Klasse vor und vergleicht sie miteinander.

WOHER WISSEN WIR ETWAS ÜBER DAS KLIMA FRÜHER?

Klimaforschung Infoblatt Seite 1/1

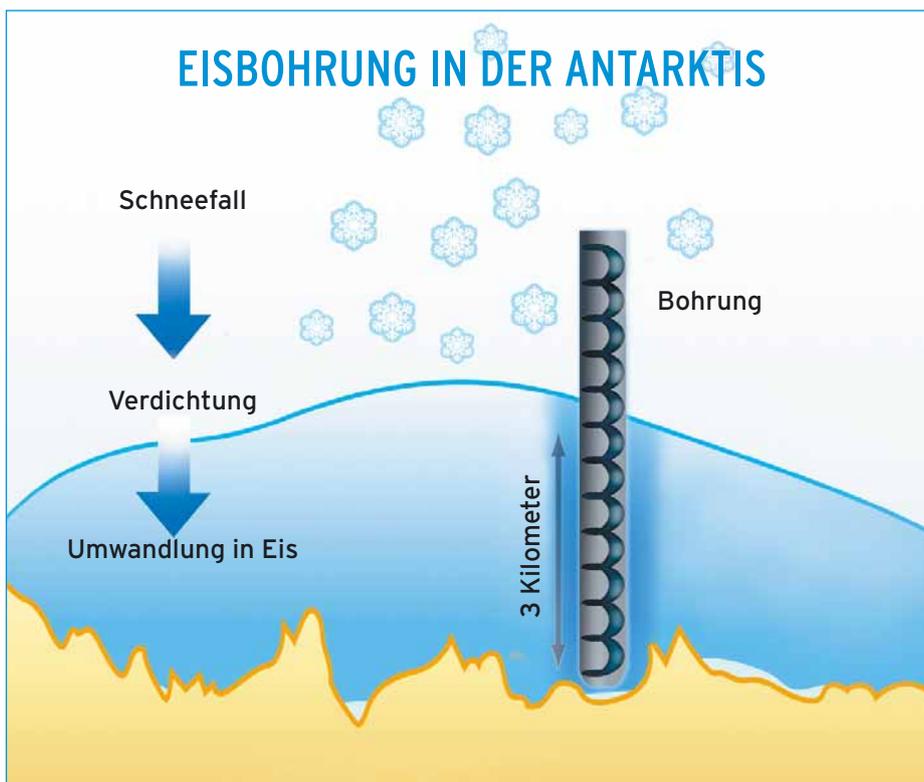


© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Spuren der Vergangenheit finden sich eigentlich auf jeder Großbaustelle. Soll zum Beispiel in eurer Stadt mal wieder eine neue Tiefgarage gebaut werden, rücken mit den Baggern auch die Archäologen an. Sie schauen, ob sie ein paar Ablagerungen aus den vergangenen 500 bis 1.000 Jahren finden, zum Beispiel in Form von Tonkrügen, Schmuckgegenständen oder Knochen. Wer in die Vergangenheit zurückblicken will, muss in die Tiefe graben. Auskunft geben auch Jahresringe von Korallen und Bäumen.

Beim Klima geht es freilich um ganz andere Zeiträume, das Prinzip ist aber dasselbe. Zum Beispiel wurde im Jahr 2004 in den Grund des Nordpolarmeeres ein 340 Meter tiefes Loch gebohrt. Aus den Ablagerungen konnte man Erkenntnisse über das Klima der letzten 55 Millionen Jahre gewinnen!

Eine sichere Datenbank schließlich liefern Bohrungen direkt ins „ewige Eis“. Am Südpol ist der Eispanzer über 400.000 Jahre alt. Das sind zwar keine Millionen Jahre, aber dafür ist jede Schicht aus dem gleichen Material entstanden – aus Schnee.



Damit kann man fast wie auf einer Skala wichtige Werte ablesen: War es wärmer oder kälter als heute, als der Schnee fiel? Wie viel Kohlenstoffdioxid (CO₂) war in der Luft? Gab es Vulkanausbrüche? Temperaturunterschiede sind sogar direkt messbar. Kleine Luftblasen geben Auskunft über die Anteile von CO₂. Die Dicke der einzelnen Jahresschichten lässt Rückschlüsse darüber zu, ob es viel oder wenig geschneit hat. Vulkanausbrüche hinterlassen dünne Staubschichten im Eis.

Die meisten anderen Werte müssen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aber mit komplizierten Formeln ausrechnen. Wer herausbekommen will, wie alt das Eis in welcher Tiefe ist, muss zum Beispiel beachten, dass die Schichten weiter unten durch die riesigen Massen darüber zusammengestaucht sind. In 30 Meter Tiefe entspricht ein Meter 30 Jahren, in 3.000 Meter Tiefe sind es 270 Jahre!

Sehr wichtig ist die Frage, ob die Luft früher wärmer oder kälter war als heute. Das verraten die Konzentrationen einer speziellen Ausprägung des Sauerstoffs, nämlich des Sauerstoffisotops-18 (¹⁸O), und des sogenannten schweren Wasserstoffs (ein Isotop des Wasserstoffs, ein anderer Name dafür ist Deuterium). Ist zum Beispiel die Konzentration von ¹⁸O niedriger, deutet dies auf eine höhere Temperatur hin.

WIR ANALYSIEREN EINEN EISBOHRKERN



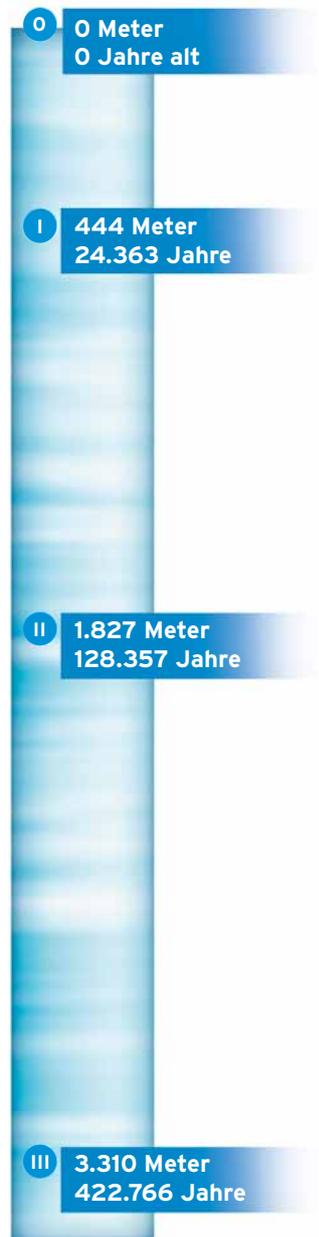
Viona, Aysche, Manuel und Felix betrachten andächtig die mit Ringen bemalte Papprolle. Das Modell eines Eisbohrkerns hat Felix gebastelt. „Da wisst ihr ja nun schon ganz gut Bescheid“, stellt der Junge fest, „was es mit Bohrkernen im Allgemeinen auf sich hat. Deshalb nun zu einem konkreten Beispiel. Das ist der Eisbohrkern ‚Vostok‘ aus der Antarktis. Am Grund der Bohrung war das Eis rund 420.000 Jahre alt.“ Die vier Jugendlichen schauen nun noch ein bisschen andächtiger auf das untere Ende.

An die Tafel hat Felix eine Tabelle gezeichnet und einige Zahlen eingetragen. „Und was ist das?“, will Aysche wissen. „Das sind einige Werte aus dem Bohrkern“, antwortet Felix. „Anteil an schwerem Wasserstoff, man nennt es auch Deuterium, und am Sauerstoffisotop-18.“ Viona stellt fest, dass eine Spalte leer ist. Darauf Felix: „Da sollen Temperatur-Werte rein: War es in der Höhe, in der damals die Schneewolken entstanden, wärmer oder kälter als heute?“

Zeitstufe (t)	Konzentration Deuterium (D) c (D)	Konzentration Sauerstoffisotop-18 (¹⁸ O) c (¹⁸ O)	Δ T (Kelvin)
0	-438,0	0	0
I	-488,3	0,790212	
II	-416,6	0,240387	
III	-436,6	0,001637	

$$\Delta T = [(D_{(t)} - D_{(0)} - 8 \cdot ({}^{18}O_{(t)})) / 6,03]$$

„Und wie kriegt man das raus?“, fragt Manuel. „Rechnen!“, rufen alle im Chor. Die Formel hat Felix auch schon an die Tafel geschrieben. Die hat er sich natürlich nicht selbst ausgedacht, sondern aus einem klugen Buch herausgesucht.



ARBEITSAUFTRAG:



- Überlegt gemeinsam in eurer Gruppe, wie die Formel anzuwenden ist. Errechnet dann die Temperaturunterschiede im Vergleich zu heute (Zeitstufe 0)! Tragt die Ergebnisse unter T in die Tabelle ein!
- Erarbeitet ein geeignetes Diagramm und tragt die vier Werte als Punkte ein!
- Betrachtet die Kurve und versucht den Temperaturverlauf zu interpretieren! Welche Ursachen könnte es für den Verlauf geben? Besprecht eure Ideen!

DER TREIBHAUSEFFEKT

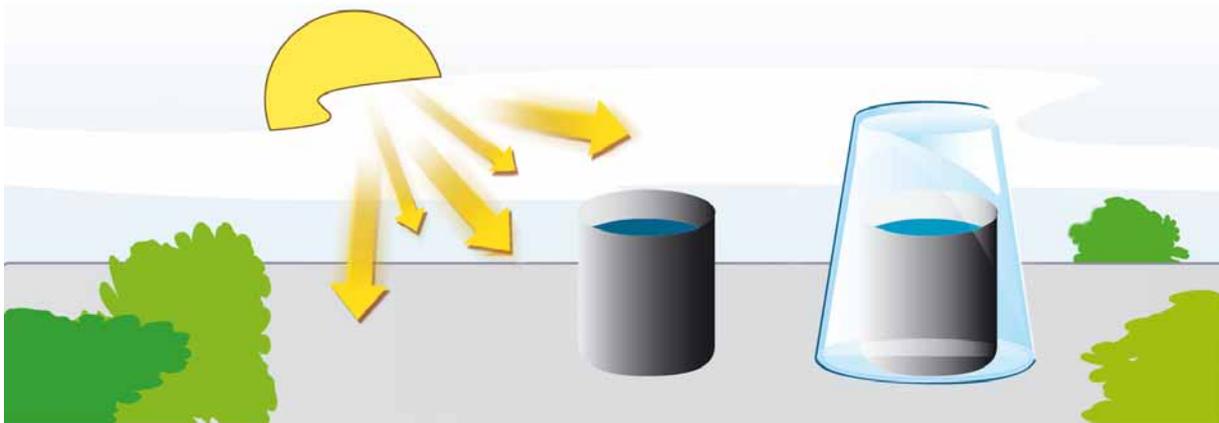


„Was hast du eigentlich ständig mit diesen Treibhausgasen?“, will Viona von Felix wissen. „Gibt es denn in Gewächshäusern besondere Gase?“ „Klar, wenn du deine Tomaten vergammeln lässt“, wirft Manuel belustigt ein. „Naja“, sagt Felix, „das ist gar nicht mal so falsch. Wenn Pflanzen verfaulen, wird ja zum Beispiel auch CO_2 freigesetzt. Aber darum geht ...“ Aysche unterbricht ihn. „Die Frage ist doch erst einmal: Warum werden Tomaten oder Salat im Treibhaus früher reif? Obwohl es draußen kalt ist.“ „So eine blöde Frage!“, amüsiert sich Viona. „Weil es da drin wärmer ist!“

Aber warum? Geht der Sache auf den Grund! Besorgt euch:

- zwei schwarze, mit Wasser gefüllte Filmdöschen, ohne Deckel;
- ein Thermometer;
- ein Wasserglas, das ihr über eines der beiden Filmdöschen stellt.

Messt mit dem Thermometer alle drei bis fünf Minuten die Temperatur in den beiden Filmdöschen und tragt die Werte in die Tabelle ein. Vorsicht: Es kann heiß werden!



 Zeit	 Temperatur Dose 1 (°C)	 Temperatur Dose 2 (°C)

ARBEITSAUFTRAG:



1. Überlegt, warum es in einem der beiden Filmdöschen wärmer geworden ist! Schreibt eure Ideen auf.
2. Auch in der Erdatmosphäre gibt es einen Treibhauseffekt. Wie kommt er zustande – die Erde ist schließlich keine Glaskugel? Sammelt Informationen, schaut in Büchern und im Internet nach!
3. Welche Bedeutung hat der natürliche Treibhauseffekt für das Leben auf der Erde? Was wäre, wenn es ihn nicht gäbe? Schreibt mindestens drei Antworten auf!

DER TREIBHAUSEFFEKT

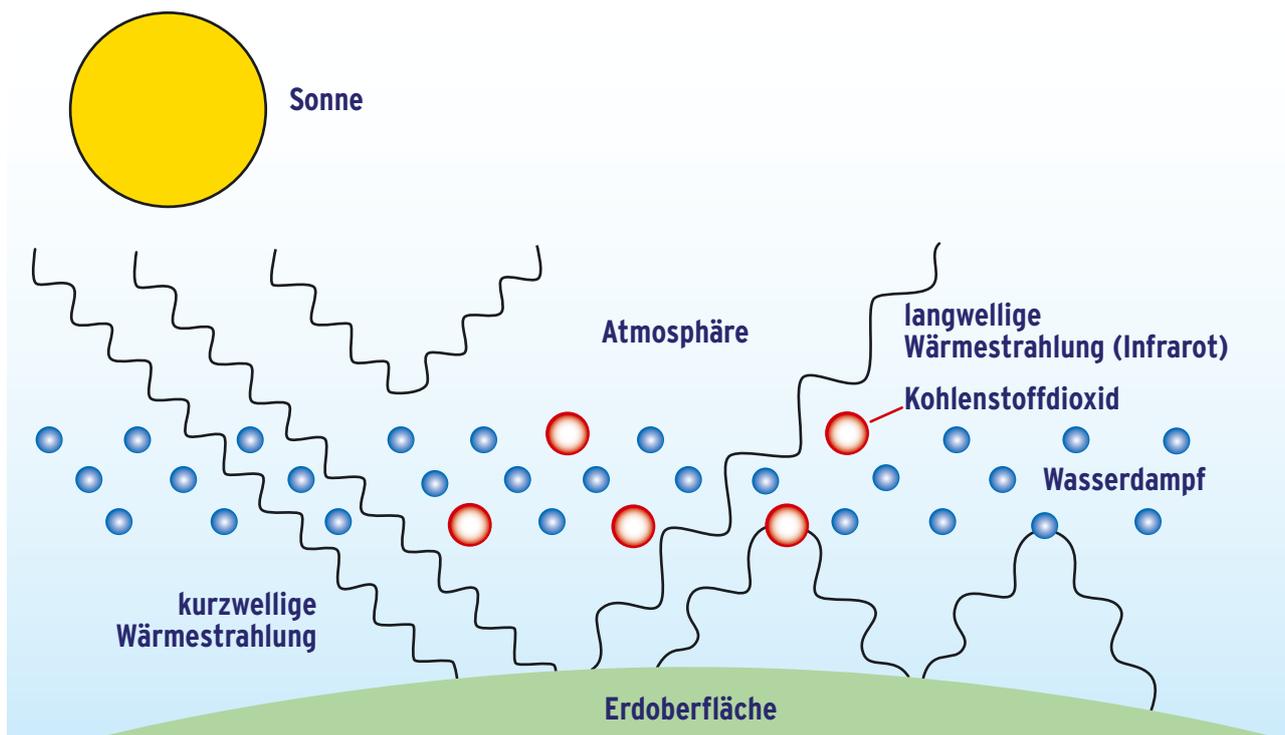
Klimaforschung Arbeitsblatt 2 Seite 2/2



© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Klar: Die Erde ist kein Treibhaus. Trotzdem muss es etwas geben, das die Temperatur auf der Erde in einem Bereich hält, der Leben ermöglicht. So ähnlich eben wie im Treibhaus. Schließlich herrscht im Weltraum eine Temperatur von -273 °C , während die tiefste jemals auf der Erde gemessene natürliche Temperatur bei ca. -90 °C lag. Was schützt uns vor der Kälte da draußen? Das ist vor allem die Atmosphäre. Diese besteht aus Gasen, die wie eine schützende Glocke die Wärme auf der Erde zurückhalten. Man nennt diese Gase auch Treibhausgase, weil sie ähnlich wirken wie das Glasdach eines Treibhauses. Sie lassen die Wärmestrahlung der Sonne passieren, halten aber die von der Erdoberfläche reflektierte Wärmestrahlung zurück.

Das wichtigste Treibhausgas ist Wasserdampf, er hat den größten Anteil. Das vom Menschen in die Atmosphäre geblasene Kohlenstoffdioxid (CO_2) kommt da mengenmäßig gar nicht mit. Aber: Das CO_2 hat eine viel größere Wirkung, es ist effizienter. Schaut euch die Zeichnung an. Der Wasserdampf hält einen Großteil der Wärme auf, die die Erde zurück in den Weltraum strahlen will. Aber es gibt auch Lücken im Spektrum der Wärmestrahlung der Erde, in der die Atmosphäre durchlässig ist für langwellige Strahlung. Und genau diese Lücken verkleinern oder schließen die anderen Treibhausgase wie zum Beispiel das CO_2 .



ARBEITSAUFTRAG:



1. Was geschieht mit der durchschnittlichen Temperatur auf der Erde, wenn sich der Anteil des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre erhöht?

- Die Temperatur bleibt unverändert.
- Die Temperatur steigt.
- Die Temperatur sinkt.

Begründet eure Antwort!

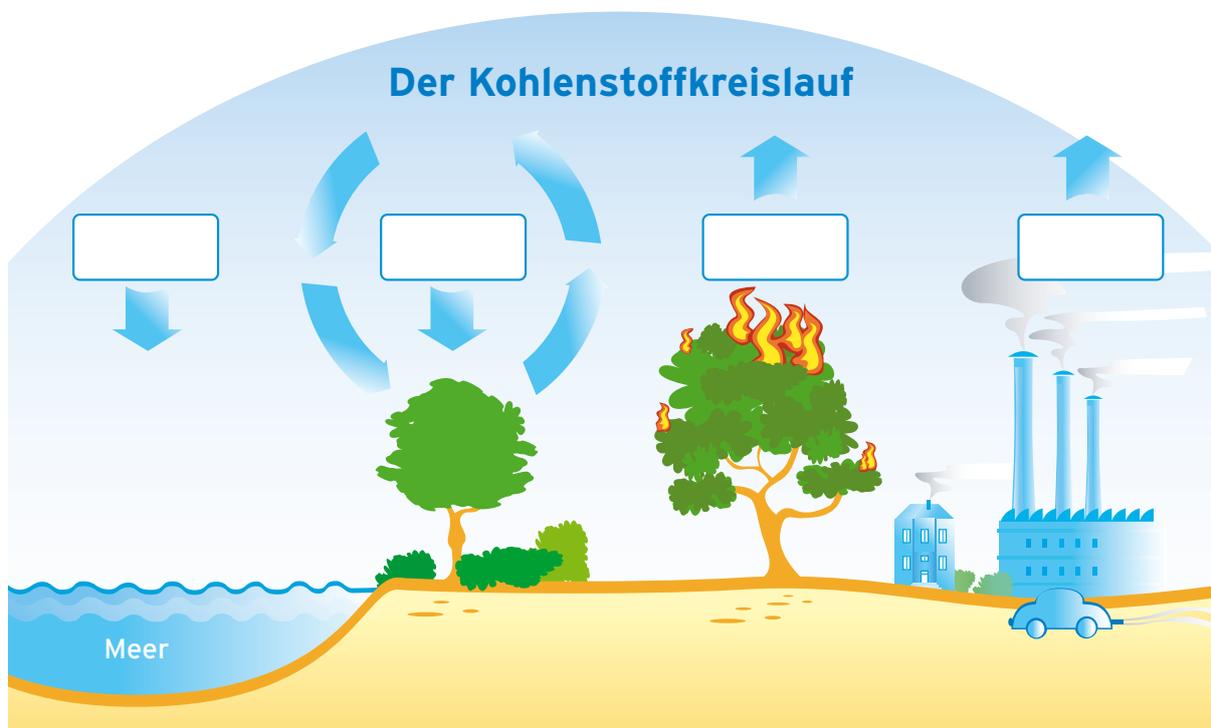
KOHLENSTOFFDIOXID UND DIE GLOBALE ERDERWÄRMUNG

Klimaforschung Arbeitsblatt 3 Seite 1/1



© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Alles Leben auf der Erde basiert auf Kohlenstoffverbindungen. Wenn diese zum Beispiel durch Verbrennen oder Verwesen abgebaut werden, entsteht überwiegend Kohlenstoffdioxid als Endprodukt, das in die Atmosphäre abgegeben wird. Auf der Erde gibt es deshalb seit Millionen Jahren den natürlichen Kreislauf des Kohlenstoffs. Seit dem Beginn der Industrialisierung vor mehr als 150 Jahren nimmt der Mensch jedoch in entscheidendem Maße Einfluss auf diesen Kreislauf. Er nutzt fossile Bodenschätze, also Kohle, Erdöl und Erdgas zur Energiegewinnung und setzt durch deren Verbrennung zusätzliches Kohlenstoffdioxid frei. Da CO_2 für den Treibhauseffekt eine so große Rolle spielt, stellt sich die Frage, wie es eigentlich in die Atmosphäre gelangt.



Quellen und Senken für Kohlenstoff (in Milliarden Tonnen pro Jahr)

Quelle: PIK

- Eintrag in die Atmosphäre durch Nutzung fossiler Brennstoffe (6,3 Mrd. t/J)
- Aufnahme in die Weltmeere (2,3 Mrd. t/J)
- Eintrag in die Atmosphäre durch Verbrennung von Biomasse (1,7 Mrd. t/J)
- Speicherung in lebender Biomasse (2,4 Mrd. t/J)

ARBEITSAUFTRAG:

1. Ordne die Begriffe dem Schaubild zu. Trage in die Kästchen jeweils den entsprechenden Zahlenwert ein.
2. Rechne aus, wie viele Milliarden Tonnen Kohlenstoffdioxid jährlich in diesem Kreislauf „übrig bleiben“, also in die Atmosphäre freigesetzt werden!

Eintrag von CO_2 (t/J) _____

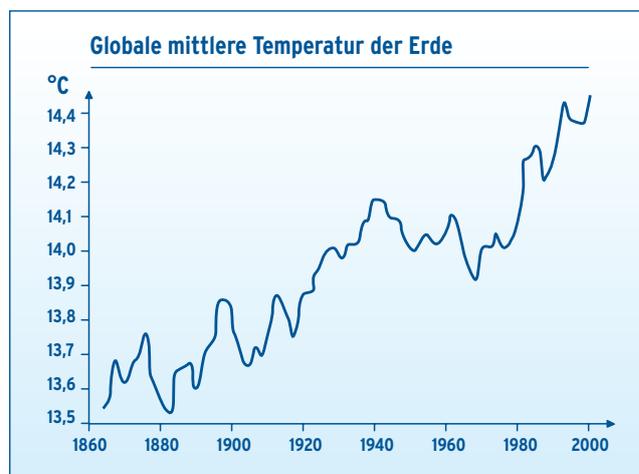
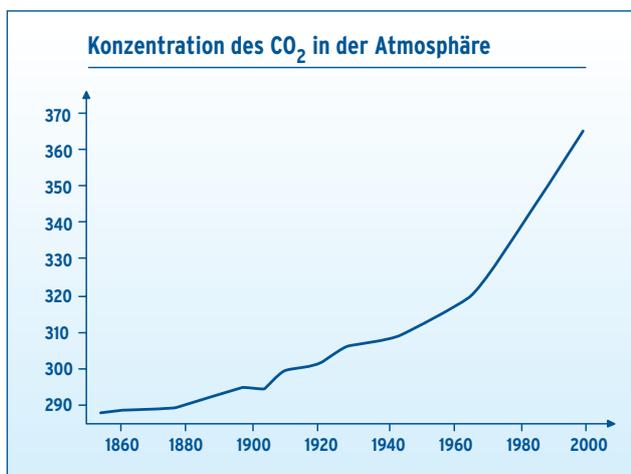
KOHLENSTOFFDIOXID UND DIE GLOBALE ERDTEMPERATUR

Klimaforschung Arbeitsblatt 4 Seite 1/3



© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Der Eisbohrkern „Vostok“ hat es an den Tag gebracht: Die Temperaturen auf der Erde und damit das Klima haben sich in der Vergangenheit sehr extrem verändert. Zwischen den Spitzenwerten der Kalt- und Warmzeiten liegen bis zu zehn Grad Celsius Unterschied! Doch normalerweise ziehen sich solche Veränderungen über Jahrtausende hin, Tiere und Pflanzen haben Zeit, sich anzupassen. Seit 1860 geht es jedoch sehr viel schneller. Allein im vergangenen Jahrhundert ist die durchschnittliche Temperatur an der Erdoberfläche (das ist der Durchschnitt aus der Lufttemperatur über dem Land und der Temperatur der Meeresoberfläche) um etwa 0,6 Grad Celsius gestiegen. Das war ungefähr so viel wie in den 1.000 Jahren vorher.



Quelle: IPCC

Über die Ursachen gibt es keine absolut gesicherten Erkenntnisse. Manche sagen, das seien nur ganz natürliche Veränderungen. Die habe es schon immer gegeben. Die ganz große Mehrheit der Expertinnen und Experten sowie die meisten Regierungen auf der Welt meinen jedoch, dass der verhältnismäßig steile Anstieg der Durchschnittstemperatur in den letzten 150 Jahren im Wesentlichen durch den Menschen verursacht wurde. Das legt der Blick auf die Entwicklung des Kohlenstoffdioxid-Anteils in der Atmosphäre in den letzten 1.000 Jahren nahe.

ARBEITSAUFTRAG:



1. Wieso machen Fachleute den Anstieg des CO₂ in der Atmosphäre für den Anstieg der globalen mittleren Erdtemperatur verantwortlich?
 2. Welchen Anstieg der Erdtemperatur erwarten Fachleute für dieses Jahrhundert?
- Informationen findest du im Internet, u. a. bei:
www.ipcc.ch/pub/nonun.htm > Deutsch > Bericht Arbeitsgruppe II (PDF)



ANTHROPOGEN* ODER NATÜRLICH?

Klimaforschung Arbeitsblatt 4 Seite 2/3

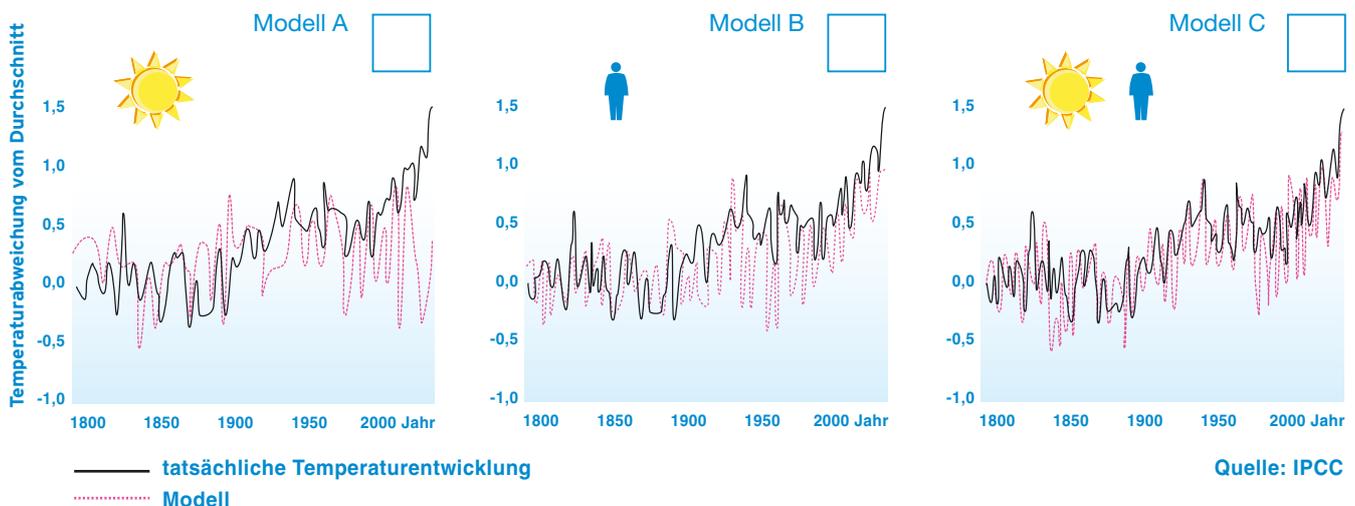
© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

*vom Menschen verursacht

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) haben in drei verschiedenen Szenarien ausgerechnet, wie sich die Temperatur zwischen 1858 und 2000 entwickelt hätte, wenn man nur bestimmte Faktoren betrachtet. Dazu fütterten sie ihre Computer mit allen möglichen Daten. Eine Berechnung legt nur natürliche Ursachen des Klimawandels (Sonne, Vulkane etc.) zugrunde, eine andere Berechnung berücksichtigt nur den Einfluss des Menschen auf das Klima (anthropogene Ursachen) und die dritte Berechnung kombiniert die natürlichen und menschlichen Einflüsse.

IPCC

Zwischen Januar und September 2001 wurde im Rahmen der Vereinten Nationen ein neuer Bericht über den aktuellen Wissensstand zu den Ursachen und möglichen Auswirkungen globaler Klimaveränderungen verabschiedet. Der Bericht wird von dem international anerkannten Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen, dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), erstellt und ist der dritte seiner Art (Third Assessment Report = TAR). Das IPCC wurde 1988 durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründet. Die Ergebnisse der Arbeiten sind die Basis für die internationalen Klimaverhandlungen im Rahmen der Vereinten Nationen.



ARBEITSAUFTRAG:



1. **Kreuze an, welche der drei Grafiken mit den tatsächlichen Beobachtungen des Weltklimas am besten übereinstimmt!**
2. **Warum ist die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre seit Mitte des 19. Jahrhunderts angestiegen? Diskutiert in der Klasse, was der Mensch damit zu tun hat!**
3. **Im Jahr 1991 ist auf den Philippinen der Vulkan Pinatubo ausgebrochen. Überlegt, auf welche Modellsimulation (A oder B) sich dieses Ereignis ausgewirkt hat und wie! Welchen Einfluss hatte der Vulkanausbruch auf die gemessene Temperaturkurve? Besprecht euch in der Gruppe. Was meint der Rest der Klasse zu euren Ideen?**

WIE WIRKT SICH DIE WELTPOLITIK AUF DIE CO₂-EMISSIONEN AUS?

Klimaforschung Arbeitsblatt 4 Seite 3/3



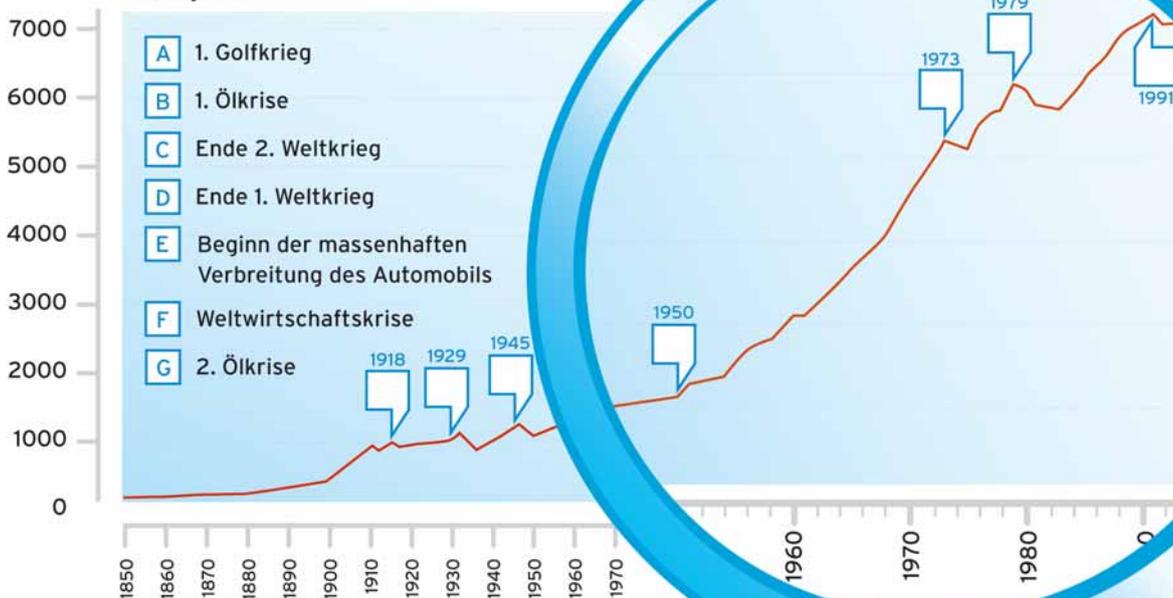
© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Viona fragt noch einmal nach: „Felix, du sagst doch, dass in der Atmosphäre immer mehr Kohlenstoffdioxid herumschwirrt. Wie ist es denn dahin gekommen?“ „Na, das ist doch klar“, sagt Aysche, „das blasen zum Beispiel Schornsteine und Auspuffe raus!“ „Richtig“, weiß auch Manuel, „immer, wenn etwas verbrennt, entsteht CO₂.“ So viele kluge Sprüche auf einmal! Das regt Viona auf. Denn Letzteres hat sie natürlich gewusst. „Übrigens, der wichtigste Brennstoff ist Öl!“, gibt nun sie zum Besten. Doch was ist mit Felix? Warum sagt der nichts? Er hat sich mal wieder an die Tafel gestellt und mit fetten Buchstaben ein Wort daran geschrieben: EMISSIONEN.

Was bedeutet das? Kleiner Tipp: Viona, Aysche und Manuel schlagen in einem Duden, einem Fremdwörterbuch und einem Lexikon nach.

CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen in Mio. Tonnen

Ereignisse:



Quelle: PIK

ARBEITSAUFTRAG:



1. Seht euch das Diagramm an. Was fällt euch auf?
2. Wie ist das Zickzack zu erklären? Warum sind die CO₂-Emissionen nicht dauernd gestiegen, sondern immer mal wieder ein Stück gesunken?
3. In den Kästchen sind Ereignisse der vergangenen rund 100 Jahre aufgeführt. Welchen Einfluss hatten sie auf die CO₂-Emissionen?
Ordnet die Ereignisse den Jahreszahlen zu und vergleicht im Diagramm, ob sich die Emissionen wirklich so entwickelt haben, wie ihr vermutet.
Hinweis: Nicht jedes Ereignis führte unmittelbar zu Veränderungen der Emissionen, manchmal traten die Folgen erst ein bis zwei Jahre später ein.

KLIMA UND CHEMIE – DAS KOHLENSÄUREGLEICHGEWICHT

Klimaforschung Arbeitsblatt 5 Seite 1/2



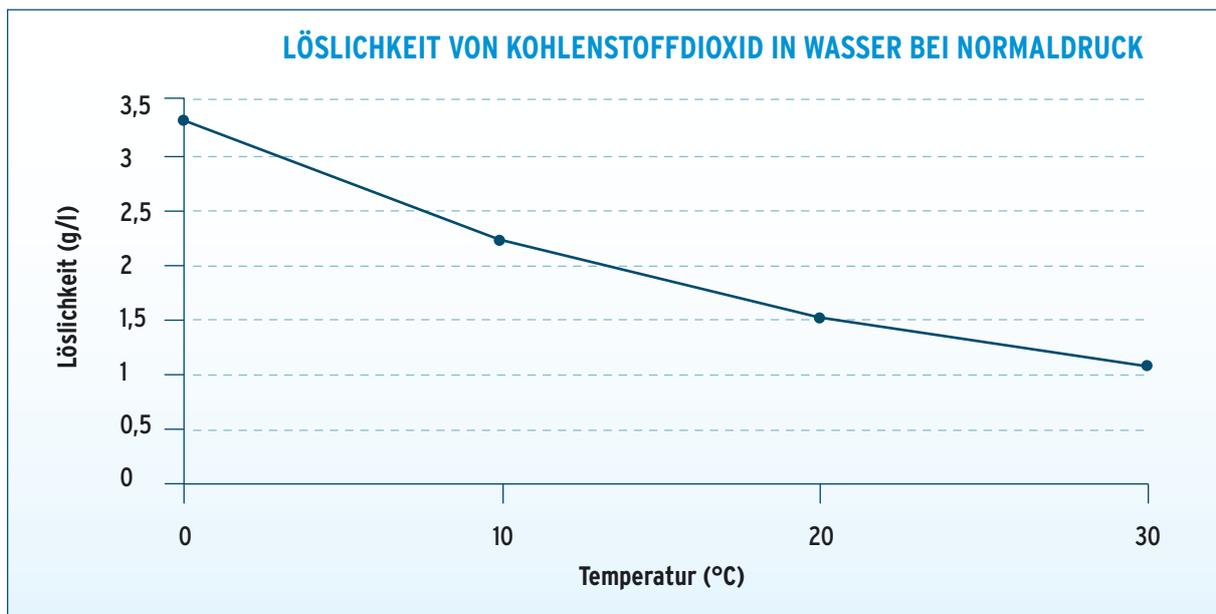
© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Zisch! Als Manuel die Mineralwasserflasche aufschraubt, sprudelt sie wie vor Begeisterung über. Aysche kann gerade noch ihren Hefter beiseite ziehen, bevor sich auf der gemeinsamen Schulbank eine große Pfütze bildet. „Mann, Manuel“, ruft sie, „musst du immer dieses Blubberwasser trinken? Kannst du nicht Stilles Wasser nehmen?“ „Und überhaupt“, mischt sich Viona ein, „verpestest du die Luft mit noch mehr CO₂! Damit das Wasser sprudelt, wird nämlich Kohlensäure hinzugegeben. Machst du die Flasche auf, zerfällt der größte Teil in Wasser und Kohlenstoffdioxid.“ Manuel guckt ganz schuldbewusst auf die Flasche. „War nur ein Scherz!“, beruhigt ihn Viona. „Mineralwasser ist bestimmt nicht schuld am Klimawandel.“ Manuel denkt trotzdem eine Weile nach. Dann scheint er einen Geistesblitz zu haben. „Geht das vielleicht auch umgekehrt?“

Was meinst du?

Richtig!

CO₂ reagiert mit Wasser zu Kohlensäure: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$



Kohlenstoffdioxid gehört sogar zu den Gasen, die sich besonders gut in Wasser lösen. Weil es im Salzwasser mit dem Element Kalzium zu weiteren Reaktionen kommt, kann das Meer sogar noch mehr CO₂ aufnehmen. Aber löst sich damit das Treibhausgas-Problem gleich mit auf? Nur zum Teil, wenn nämlich das aufgelöste Kohlenstoffdioxid weit in die Tiefe sinkt. Verbleibt es jedoch in den oberen Schichten, wandert es mit den Meeresströmungen rund um die Welt.

ARBEITSAUFTRAG:



1. Betrachte das Schaubild! Was geschieht, wenn das Wasser wärmer wird?
2. Überlege, welche Auswirkung die Erderwärmung auf die CO₂-Aufnahmefähigkeit der Meere haben könnte!

KLIMA UND CHEMIE – DAS KOHLENSÄUREGLEICHGEWICHT

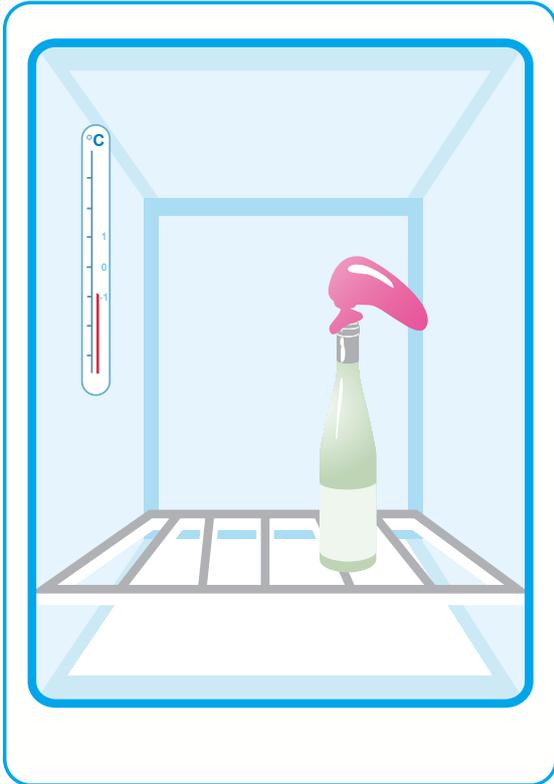
Klimaforschung Arbeitsblatt 5 Seite 2/2



© 2006 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Experiment:

Öffne zwei gut gekühlte Flaschen Sprudelwasser und ziehe sofort je einen Luftballon über den Flaschenhals. Stell eine Flasche samt Luftballon wieder in den Kühlschrank und die andere an einen warmen Ort.



ARBEITSAUFTRAG:



1. *Vergleiche die beiden Luftballons. Beschreibe, ob sie sich unterscheiden. Wenn ja, versuche zu erklären warum. Notiere deine Beobachtungen und Ergebnisse in dein Heft.*
2. *Nun wird gerechnet: Die Nordsee hat ein Wasservolumen V von ca. 93.830 km^3 . Wie viel CO_2 könnte rein rechnerisch darin gelöst werden?*
 - a) *bei einer Wassertemperatur T von $0 \text{ }^\circ\text{C}$*
 - b) *bei einer Wassertemperatur T von $25 \text{ }^\circ\text{C}$*

(Hinweis: Der Einfachheit halber werden bei dieser Berechnung Strömungen, lokale Temperaturabweichungen und der Zeitfaktor nicht berücksichtigt!)

