



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

# KLIMASCHUTZ UND KLIMAPOLITIK

Materialien für Schülerinnen und Schüler



## **IMPRESSUM**

- Herausgeber:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin  
E-Mail: [service@bmu.bund.de](mailto:service@bmu.bund.de) · Internet: [www.bmu.de](http://www.bmu.de)
- Text:** Peter Wiedemann, Sabine Preußner
- Redaktion:** Dr. Korinna Schack, Achim Schreier, Referat ZG II 1 (BMU)  
Frank J. Richter, Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH
- Wissenschaftliche Beratung:** Prof. Dr. Gerhard de Haan, Freie Universität Berlin, Fachbereich Erziehungswissenschaft  
und Psychologie, Arbeitsbereich Erziehungswissenschaftliche Zukunftsforschung  
Dr. Gerhard Petschel-Held, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
- Gestaltung:** Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH, Berlin
- Druck:** Druck Center Meckenheim
- Abbildungen:** Zeitbild / Oedekoven
- Stand:** April 2008
- 1. Auflage:** 10.000 Exemplare



## KLIMAFORSCHUNG 3

### Eine Zeitreise durch das Klima

- Wetter oder Klima?
- Woher wissen wir etwas über das Klima früher?
- Wir analysieren einen Eisbohrkern
- Der Treibhauseffekt
- Kohlenstoffdioxid und die globale Erderwärmung
- Anthropogen oder natürlich?
- Wie wirkt sich die Weltpolitik auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus?



## WER RETTET DIE WELT? 39

### Klimaschutz und Klimapolitik in Deutschland und weltweit

- Zurück in die Gegenwart
- Wer rettet die Welt?
- Klimakonferenz
- SOS Klima: Das Kyoto-Protokoll
- Verbieten oder belohnen?
- Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
- Wer kennt sich aus im Klimaschutz? Das Quiz



## PATIENT WELTKLIMA 17

### Welche Folgen hat der Klimawandel?

- Einleitung
- Eine unbequeme Wahrheit
- Der Wetterbericht
- Der Anstieg des Meeresspiegels
- Eisschmelze und Meeresspiegelanstieg
- Läuft die Nordsee über?
- Die Folgen des Klimawandels



## EINMAL ZUKUNFT UND ZURÜCK 53

### Szenarien für die Entwicklung unseres Klimas

- Die Szenariotechnik
- Kann man die Zukunft ausrechnen?
- So leben wir zum Beispiel im Jahr 2020
- Das Klima steht auf dem Spiel
- Positives Extremszenario – Deutschland 2050
- Negatives Extremszenario – Deutschland 2050
- Trendszenario – Deutschland im Jahr 2050



## WOHER KOMMT DIE DICKE LUFT? 27

### CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Verursacher

- Einleitung
- CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Deutschland
- CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Haushalt
- Länder im Vergleich
- Stromsparen im Schlaf
- Auf die CO<sub>2</sub>-Bremsen treten
- Energiesparen – Klima schützen



## DER KOMPETENZCHECK 65

### Fit für Pisa?

- Aufgabenstellungen

# KLIMA- FORSCHUNG

Eine Zeitreise durch das Klima





# WETTER ODER KLIMA?

Klimaforschung Einleitung Seite 1/1



© 2008 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, sodass 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

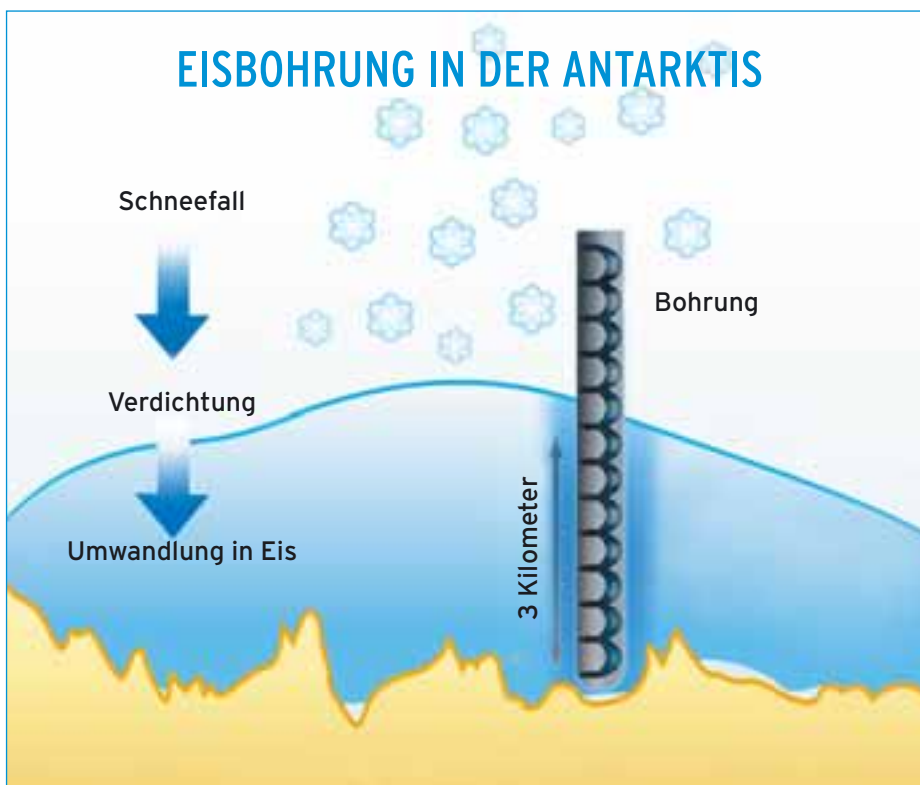


© 2008 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

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 (CO<sub>2</sub>) war in der Luft? Gab es Vulkanausbrüche? Temperaturunterschiede sind sogar direkt messbar. Kleine Luftblasen geben Auskunft über die Anteile von CO<sub>2</sub>. 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 (<sup>18</sup>O), und des sogenannten schweren Wasserstoffs (ein Isotop des Wasserstoffs, ein anderer Name dafür ist Deuterium). Ist zum Beispiel die Konzentration von <sup>18</sup>O 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 andächtig 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 ( <sup>18</sup> O) c ( <sup>18</sup> 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

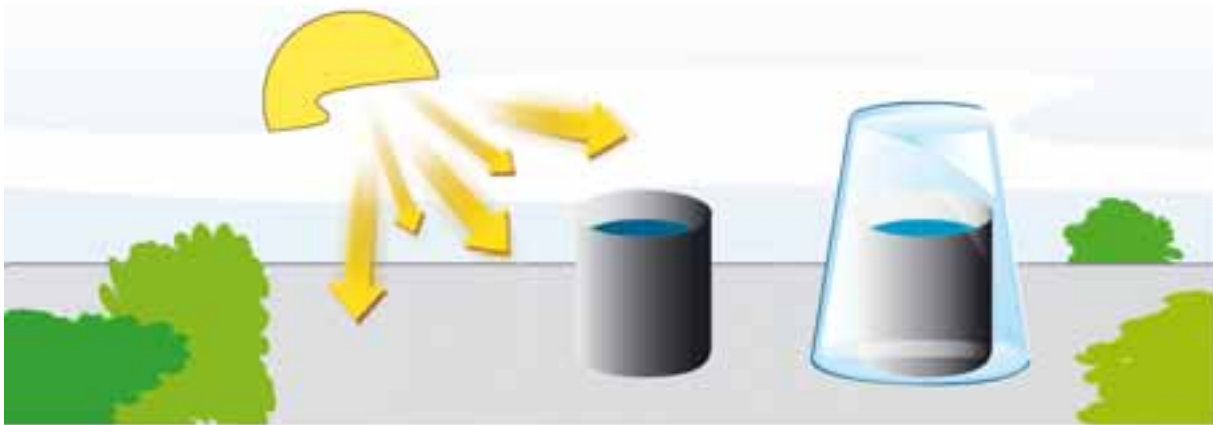





„Was hast du eigentlich ständig mit diesen Treibhausgasen?“, will Viona von Felix wissen. „Gibt es denn in Gewächshäusern besondere Gase?“ „Klar, wenn du deine Tomaten vergammeln lässt“, wirft Manuel belustigt ein. „Naja“, sagt Felix, „das ist gar nicht mal so falsch. Wenn Pflanzen verfaulen, wird ja zum Beispiel auch CO<sub>2</sub> 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

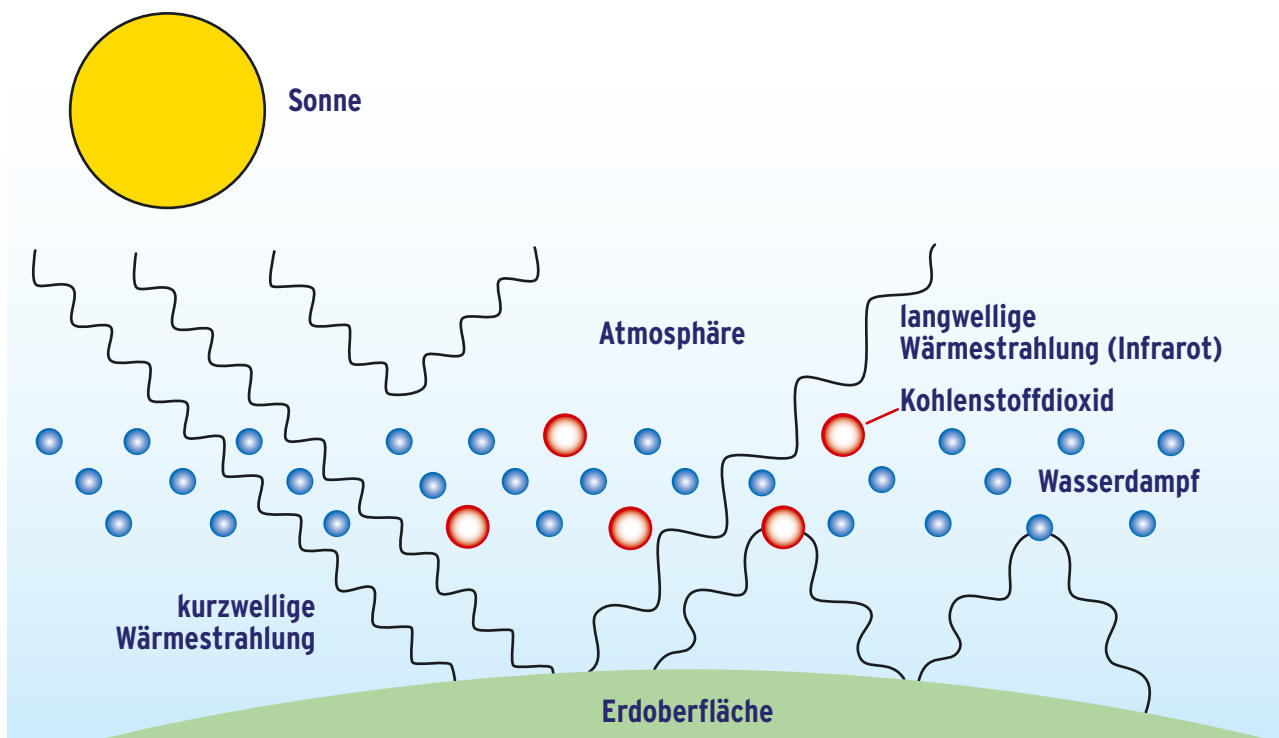
Klimaforschung Arbeitsblatt 2 Seite 2/2



© 2008 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  $-273\text{ °C}$ , während die tiefste jemals auf der Erde gemessene natürliche Temperatur bei ca.  $-90\text{ °C}$  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 ( $\text{CO}_2$ ) kommt da mengenmäßig gar nicht mit. Aber: Das  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ .



## 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.



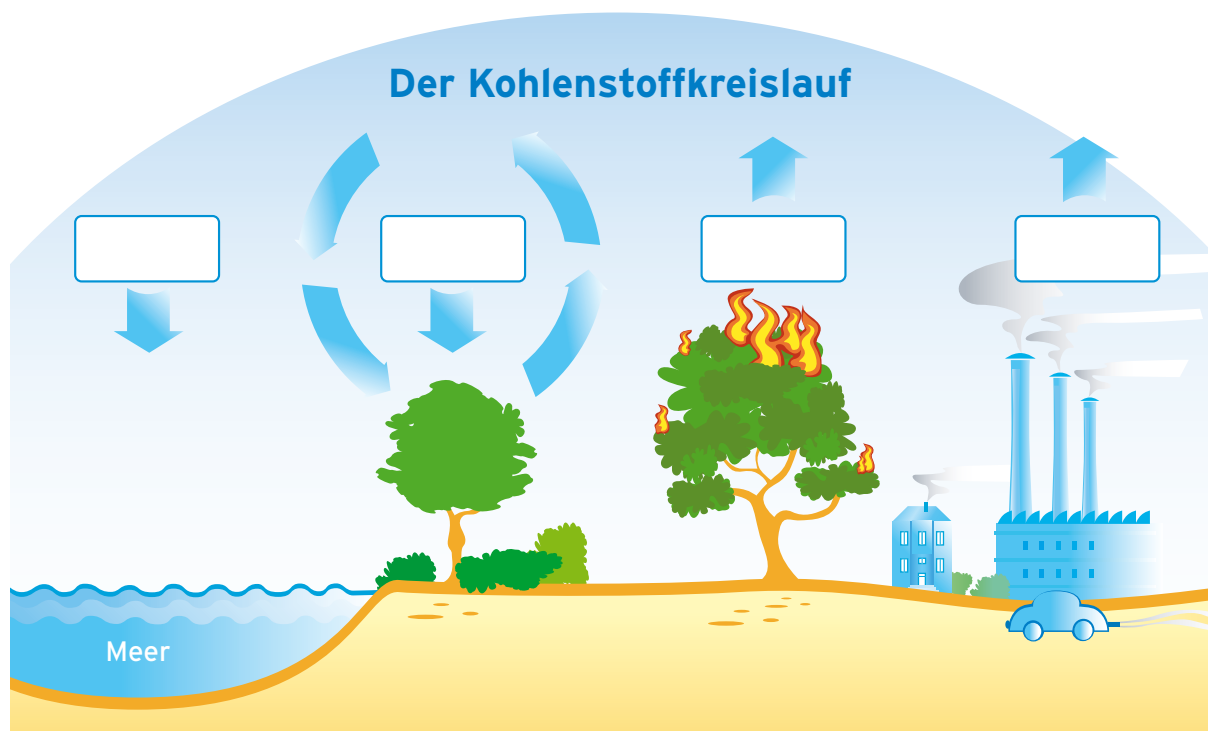
# KOHLENSTOFFDIOXID UND DIE GLOBALE ERDERWÄRMUNG

Klimaforschung Arbeitsblatt 3 Seite 1/1



© 2008 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  $\text{CO}_2$  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)

- 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  $\text{CO}_2$  (t/J) \_\_\_\_\_



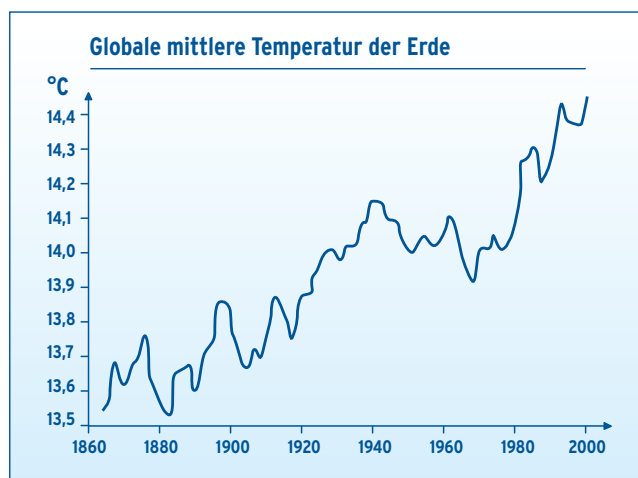
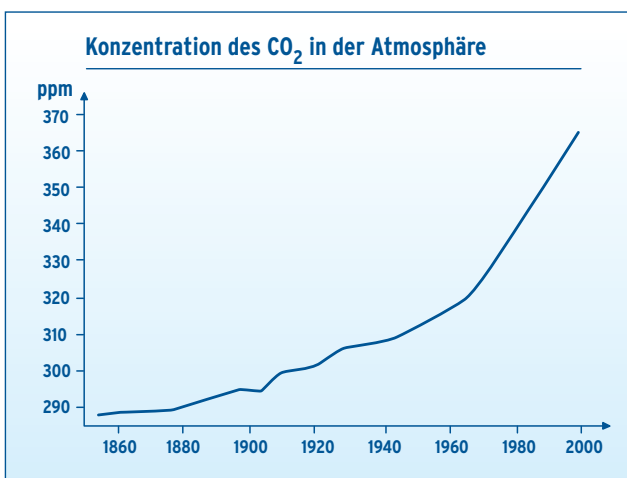
# KOHLENSTOFFDIOXID UND DIE GLOBALE ERDTEMPERATUR

Klimaforschung Arbeitsblatt 4 Seite 1/3



© 2008 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 CO<sub>2</sub> 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](http://www.ipcc.ch/pub/nonun.htm) > Deutsch > Bericht Arbeitsgruppe II (PDF)

Die weiteren Kapitel dieser Bildungsmaterialien können Sie auf der Website des Bildungsservice des Bundesumweltministeriums herunterladen.

Der Bildungsservice des Bundesumweltministeriums gibt regelmäßig Bildungsmaterialien zur Umweltpolitik für Grundschulen und für die Sekundarstufe heraus, die allesamt den Kriterien der nachhaltigen Bildung (BNE) entsprechen.

Viele Themenhefte sind außerdem zum Download in Englisch, Französisch und weiteren Sprachen erhältlich.

Sie können die Materialien kostenlos unter [www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice) herunterladen oder als Schülerarbeitshefte im Klassensatz unter [www.bmu.de/4159](http://www.bmu.de/4159) (Rubrik Bildungsmaterialien) bestellen.

Diese und weitere Themenhefte stehen zur Verfügung:



<http://www.bmu.de/bildungsservice/bildungsmaterialien/grundschule/doc/41458.php>

[http://www.bmu.de/bildungsservice/bildungsmaterialien/sek\\_i/ii/doc/6773.php](http://www.bmu.de/bildungsservice/bildungsmaterialien/sek_i/ii/doc/6773.php)

Bei diesem PDF handelt es sich um einen Auszug aus den Bildungsmaterialien des Bundesumweltministeriums. Der Auszug wird mit der freundlichen Genehmigung des BMU-Bildungsservice und des Zeitbild Verlags genutzt. Weitere Materialien stehen kostenlos unter [www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice) zur Verfügung.