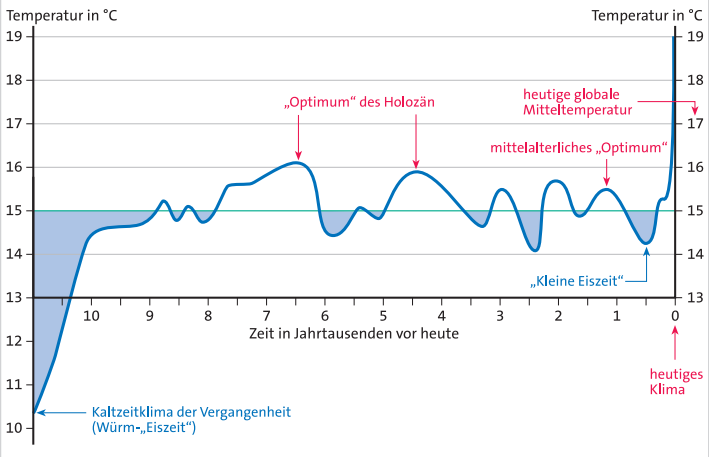
Quelle: 978-3-623-29260-1 FUNDAMENTE Geographie, Geographisches Grundbuch, Schülerbuch, Oberstufe, S. 40 - 43

M 1 Temperaturveränderung in den letzten 12 000 Jahren



Klimawandel und seine Ursachen

Klimazyklen

Ein Blick in die Erdgeschichte zeigt, dass das Klima schwankt, seit die Erde existiert. Natürliche Klimaveränderungen verliefen langfristig, in Zeiträumen von über 100 000 Jahren, oder kurzfristig, in Zyklen von 10 bis 100 Jahren. Seit dem Pleistozän, das vor 1,8 Mio. Jahren begann, wechselten Kalt- und Warmzeiten miteinander ab.

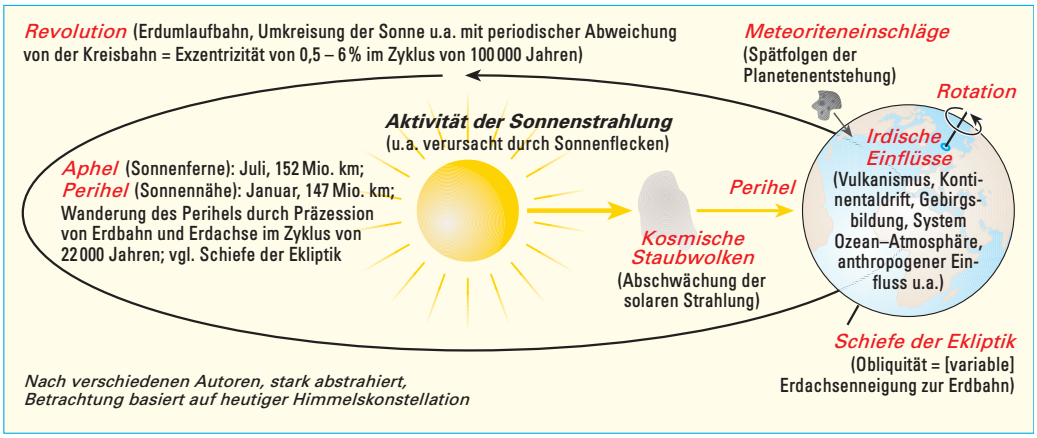
Dabei waren die mittleren Temperaturen in den Warmzeiten bis zu 3 K höher und in den Kaltzeiten bis zu 9 K niedriger als heute. Die vor etwa 11 000 Jahren einsetzende Erwärmung führte zum Abschmelzen des Inlandeises und erreichte vor etwa 6 000 bis 4 000 Jahren ein erstes Optimum. Etwa 2 K höhere Temperaturen als heute haben damals die Ausbildung eines Eichenmischwaldes ermöglicht. Auch die Blütezeit des Römischen Reiches fällt in eine solche Warmphase mit besonders niederschlagsreichen Wintern im Mittelmeerraum. Nur so konnte Nordafrika zur „Kornkammer" Roms werden. Während des mittelalterlichen Klimaoptimums besiedelten die Wikinger Grönland. Die Weinbaugrenze lag gegenüber heutigen Verhältnissen um 4 bis 5 Breitenkreise nördlicher. In der „Kleinen Eiszeit" gingen die Bauern in Süddeutschland vom Weinbau zur Bierherstellung über.

Zur Erklärung von lang- oder kurzfristigen Klimaänderungen müssen unterschiedliche Einflussfaktoren beachtet werden.

Rekonstruktion von Änderungen der atmosphärischen CO_2-Konzentration

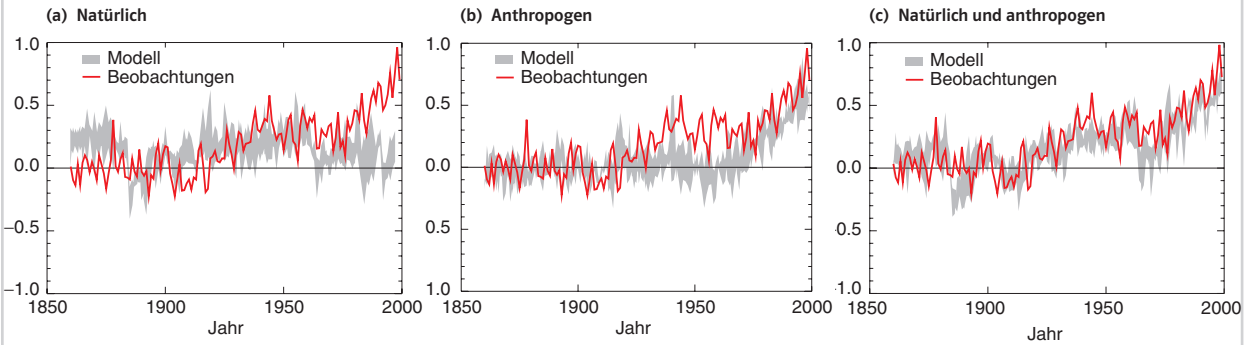
Wegen des großen Einflusses von CO_2 auf das Erdklima versuchen Wissenschaftler die atmosphärische CO_2-Konzentration zu ermitteln.

M 2 Astronomische Einflüsse auf das Erdklima



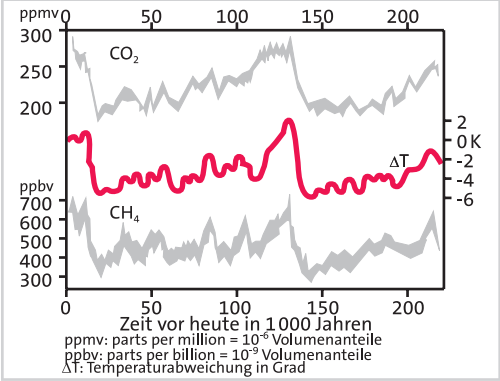
Quelle: 978-3-623-29260-1 FUNDAMENTE Geographie, Geographisches Grundbuch, Schülerbuch, Oberstufe, S. 40 - 43

M 3 Vergleich zwischen den IPCC*-Modellrechnungen und Beobachtungen des Temperaturanstiegs seit 1860 (Abweichungen vom Mittelwert 1961 – 90)



Anmerkung:
Das Band in (a) zeigt Simulationen, die nur natürliche Antriebsfaktoren berücksichtigen: Schwankungen der solaren Einstrahlung und vulkanische Aktivitäten. Das Band in (b) zeigt Simulationen, die anthropogene Antriebskräfte berücksichtigen: Treibhausgase und eine Schätzung bezüglich der Schwefelaerosole. In (c) sind sowohl natürliche als auch anthropogene Antriebsfaktoren berücksichtigt.

M 4 Treibhausgasgehalt und Temperatur



M 5 Charakteristika wichtiger Treibhausgase

	CO_2	CH_4	N_2O	FCKW-11
Mittlere Verweilzeit (a)	50 – 200	12	114	45
Relatives Treibhauspotenzial **	1	23	296	4600
Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt (%) ***	60	20	6	3

„Für die letzten 400 000 Jahre wurde aber ein bemerkenswerter Gleichlauf von CO_2 und Temperatur im Wechsel von Kalt- und Warmzeiten gefunden. Aus dieser Ähnlichkeit im Verlauf kann aber nicht geschlossen werden, dass CO_2 die Temperaturänderungen antreibt oder umgekehrt. Die atmosphärische CO_2-Konzentration ergibt sich aus der Wechselwirkung zwischen den Kohlenstoffreservoirs der verschiedenen Komponenten im Klimasystem. Diese Wechselwirkung hängt unter anderem von der Temperatur ab, die wiederum – neben zahlreichen anderen Prozessen im Klimasystem – auch über den Treibhauseffekt durch die CO_2-Konzentration bestimmt wird. Als sehr wahrscheinlich gilt, dass die heutige CO_2-Konzentration erheblich höher ist als jemals zuvor in den vergangenen 400 000 Jahren.“ [1]

Kohlenstoffreservoirs

A 1 Stellen Sie natürliche Ursachen für Klimaänderungen dar.
A 2 Erklären Sie den anthropogenen Treibhauseffekt.

*s. S. 42 – 43.
**Relatives molekulares Treibhauspotenzial gemessen an der Treibhauswirkung von CO_2 (= 1) über 100 Jahre
***Der Rest entfällt auf andere FCKW sowie auf das troposphärische Ozon.

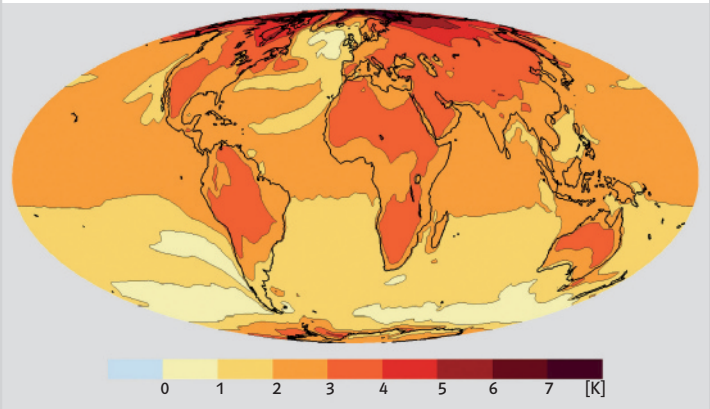
M 3 nach Klimaänderung 2001. Synthesebericht Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung (IPCC*). Bonn: Deutsche IPCC Koordinierungsstelle 2002, S. 53

[1] DEKLIM auf www.deklim.de/seiten/dek-frame.asp (FAQ, Frage 11), Dez. 2007

Weiterführende Literatur
Matthias Scholliers: Klima im Wandel. TERRAglobal, SII Arbeitsmaterial. Leipzig: Klett 2006

Quelle: 978-3-623-29260-1 FUNDAMENTE Geographie, Geographisches Grundbuch, Schülerbuch, Oberstufe, S. 40 - 43

M 6 Regionale Temperaturveränderung bis zum Jahr 2100



Anmerkung: Die farbigen Flächen zeigen die voraussichtliche Veränderung der jährlichen Mitteltemperatur der Periode 2071 – 2100 gegenüber der Periode 1961 – 1990 nach dem IPCC-Szenario A2. Den Rechnungen liegen die Ergebnisse verschiedener gekoppelter Modelle zugrunde.

fossile Brennstoffe
Treibhausgase
Aerosole
anthropogene CO_2-Emissionen
Kyotoprotokoll
Treibhausgasreduktion

Mensch und Klimawandel

Der CO_2-Gehalt der Luft hat zwischen 1750 und 2005 um 35 % von 280 ppm* auf 379 ppm zugenommen. Die Zuwachsrate der letzten 10 Jahre ist die größte seit 50 Jahren. Der heutige Wert ist der höchste der letzten 650 000 Jahre. Der größte Teil dieser Erhöhung ist auf Nutzung fossiler Brennstoffe und auf Veränderungen der Landnutzung (z. B. Rodungen) zurückzuführen. Die globale Oberflächentemperatur ist seit 1850 um 0,74 K gestiegen. Der vierte Bericht des IPCC (2007) projiziert bis 2100 eine globale Erwärmung von 1,8 bis 4,0 K. Damit ändert sich die Temperatur mit einer Geschwindigkeit, wie sie in den letzten 10 000 Jahren nicht vorkam.

Anteil des Menschen am Klimawandel

„Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand müssen wir davon ausgehen, dass die Klimaänderung des letzten Jahrhunderts sowohl durch natürliche Faktoren als auch durch den Menschen verursacht worden ist. Während der letzten drei Jahrzehnte wird vermutlich der Beitrag des Menschen sogar dominant gewesen sein. Die wesentlichen Ursachen sind die Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolen sowie die veränderte Landnutzung.“ [2]

Klimaschutz – eine Aufgabe für die „Eine Welt“

Das Klima wird sich ändern, aber wir können heute beginnen, die anthropogenen Ursachen zu vermindern, um den Wandel des Klimas nicht noch zu beschleunigen, sondern für die Zukunft abzubremsen.

Bis zu zwei Billionen US-$ könnten 2050 global die volkswirtschaftlichen Schäden durch den Klimawandel betragen. Auch deshalb gehören Maßnahmen gegen die globale Erwärmung und zur langfristigen Anpassung an ihre Folgen zu den wichtigsten Zukunftsaufgaben der Menschheit.

An diesem Ziel muss die Weltgemeinschaft gemeinsam arbeiten. Daher sind internationale und nationale Abkommen wichtig, um die anthropogenen CO_2-Emissionen zu verringern. Jedes Land muss im Rahmen seiner Möglichkeiten einen Beitrag dazu leisten.

Bereits im Jahre 1992 wurde die internationale Klimakonvention verabschiedet, in der sich fast alle Staaten der Erde zur Zusammenarbeit verpflichteten. 1997 wurde das Kyotoprotokoll unterzeichnet, das eine Reduzierung der weltweiten CO_2-Emissionen im Zeitraum 2008 – 2012 gegenüber dem Bezugsjahr 1990 um mindestens 5,2 % vorsieht. Nachdem 141 Länder, die 55 % der weltweiten Emissionen verursachen, das Protokoll unterzeichnet hatten, konnte es am 16. 2. 2005 in Kraft treten. Damit müssen alle Industriestaaten, die das Protokoll ratifiziert haben, bis zum Jahre 2012 die zugesagten Treibhausgasreduktionen verbindlich umsetzen.

Klimaszenarien des IPCC

Das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) wurde 1988 von der World Meteorological Organization (WMO) und dem United Nations Environment Programme (UNEP) eingesetzt und hat die Aufgabe, in regelmäßigen Abständen (etwa 5 Jahre) den Zustand des Klimasystems und seine Auswirkungen auf die menschlichen Gesellschaftssysteme festzustellen und Möglichkeiten der politischen Gegensteuerung zu benennen.

[2] DEKLIM, a. a. O. (Frage 7)

Weiterführende Literatur
Matthias Scholliers: Klima im Wandel. TERRAglobal, S II Arbeitsmaterial. Leipzig: Klett 2006

Weiterführende Links
www.wetter-klimawandel.de
www.baden-wuerttemberg.wetter-klimawandel.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de

***ppm** parts per million = Teile pro Mio. Teile

Quelle: 978-3-623-29260-1 FUNDAMENTE Geographie, Geographisches Grundbuch, Schülerbuch, Oberstufe, S. 40 - 43

Seine Experten gingen der Frage nach, wie sich das Klima der Erde in Zukunft unter dem Einfluss von Treibhausgasemissionen entwickeln wird. Im Second Report on Emission Scenarios (SRES) entwickelten sie unterschiedliche Szenarien. Dabei berücksichtigten sie folgende Fragen:

- Wie verändert sich die Weltbevölkerung in den nächsten 100 Jahren?
- Welchen Lebensstandard wird sie erreichen?
- Wie hoch wird der Energieverbrauch sein?
- Welche Energieträger werden in diesem Zusammenhang eingesetzt?

Weil es für jede dieser Fragen verschiedene Antwortmöglichkeiten gibt, ergaben sich mehrere Szenarien. Man einigte sich international auf 35 SRES-Szenarien, die man in vier Familien unterteilte: A 1, A 2, B 1 und B 2.

Die Szenarienfamilien A 1 und A 2 gehen von einer primär ökonomisch orientierten Welt aus, die Szenarienfamilien B 1 und B 2 wiederum gehen von einer ökologischen und nachhaltigen künftigen Entwicklung der Menschheit aus.

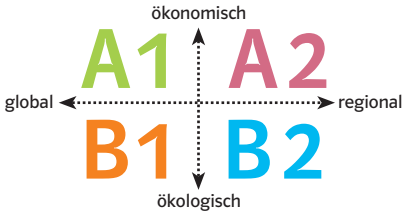
Emissionshandel

Um das Ziel der Reduzierung der Emissionen zu erreichen, hat sich die EU für ein Verfahren entschieden, bei dem die Menge an Treibhausgasen festgelegt wird, die Industrie und Energieversorger ausstoßen dürfen. Die EU strebt außerdem eine marktwirtschaftliche Lösung an, den Handel mit Emissionsrechten.

In Deutschland teilt das Bundesumweltamt den Unternehmen CO_2-Emissionszertifikate zu, die dem einzelnen Unternehmen eine bestimmte Menge an Emissionen erlaubt. Überschreitet ein Unternehmen diese Menge, so muss es entweder Zertifikate zukaufen, von Unternehmen, die unter der erlaubten Ausstoßmenge bleiben, oder das Unternehmen muss in seine Umwelttechnik investieren, sodass sein Ausstoß vermindert wird. Ansonsten zahlt es Strafe. In der Europäischen Union sind in der Erprobungsphase etwa 12 000 Unternehmen, die 46 % des CO_2-Ausstoßes hervorbringen, zum Emissionshandel verpflichtet. In Deutschland betrifft dies etwa 1 850 Anlagen.

Der Preis für die Zertifikate richtet sich nach Angebot und Nachfrage. Die EU ist Vorreiter für dieses System, das später international angewandt werden soll.

M 7 Klimaszenarien des IPCC im Überblick



Das Szenario A 1 hat drei Varianten, je nach genutzter Energie:

A 1 F fossil = hauptsächlich Öl und Kohle
A 1 N neue = erneuerbare Energiequellen
A 1 B beide = ausgewogene Nutzung beider Arten

B 2 geht von einer ökologischen und nachhaltigen künftigen Entwicklung der Menschheit aus.

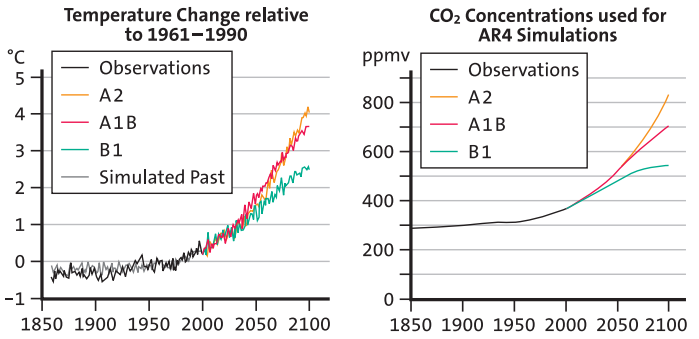
A 1 Eine Welt mit schnellem Wirtschaftswachstum und schneller Einführung neuer und effizienterer Technologien.

A 2 Eine sehr heterogene Welt mit einem Schwerpunkt auf traditionellen Werten (family values and local traditions).

B 1 Eine sich vom Materialismus abkehrende Welt und die Einführung sauberer Technologien.

B 2 Eine Welt mit dem Schwerpunkt auf lokalen Lösungen für ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit.

M 8 Beispielszenarien aus dem 2. IPCC-Bericht (= SRES: Second Report on Emission Scenarios)



A 3 a) Arbeiten Sie Unterschiede zwischen den SRES-Szenarien heraus.

A 3 b) Beurteilen Sie die Aussagekraft solcher Klimaszenarien.

A 4 Begründen Sie, warum die zwischenstaatliche Einigung über Maßnahmen zum Klimaschutz ein langwieriger Prozess ist.

A 5 Mögliche Referatsthemen

A 5 a) Die Festlegungen des Kyotoprotokolls und das nationale Klimaschutzprogramm Deutschlands

A 5 b) Der Klimagipfel in Bali (Dezember 2007) und seine Ergebnisse

A 5 c) Initiativen zum Klimaschutz in Ihrem Bundesland und Heimatort

A 6 Gestalten Sie eine anschauliche Präsentation zu Maßnahmen und Verhaltensweisen, mit denen Sie und Ihre Mitbürger in Ihrem persönlichen Umfeld einen Beitrag zum Klimaschutz leisten können.