

# DER GLOBALE KLIMAWANDEL

ALLGEMEINE FRAGEN

AKTUALISIERTE  
AUSGABE  
2008

  
GERMANWATCH

# KLIMAWANDEL IM UNTERRICHT

## Einführende thematische und didaktische Erläuterungen

Das globale Klima prägt die Lebensbedingungen der Menschen und der Natur im Norden und im Süden. Der menschengemachte Treibhauseffekt – verursacht vor allem durch die Lebens- und Wirtschaftsweise der Industrieländer, zunehmend aber auch durch deren Ausbreitung auf die Wohlstandsklasse in Entwicklungsländern – ist als eine der bedeutendsten globalen Umweltgefährdungen und Entwicklungshemmnisse einzustufen. Die Hauptbetroffenen der erwarteten Auswirkungen sind jedoch primär die Entwicklungsländer und insbesondere deren ärmste Bevölkerungsschichten. Wie kaum ein anderes Phänomen unserer Zeit sind der menschengemachte Treibhauseffekt und seine Folgen daher beispielhaft für die Herausforderungen einer globalisierten Welt.

Die Zahl der Meldungen über Wetterkatastrophen (z. B. die Überschwemmungen in Indien/Bangladesch 2007, der Jahrhundertssommer in Europa 2003), jährliche Klimakonferenzen, verstärkte Warnungen von Klimaforschern und eine breite politisch-öffentliche Diskussion in höchsten Regierungskreisen (z. B. beim G8-Gipfel 2007 in Heiligendamm) sind die Merkmale eines stärker werdenden öffentlichen Interesses am Thema Klimawandel. Im Jahr 2007 hat dieses v. a. durch die Veröffentlichung des Vierten Sachstandsberichts des UN-Klimawissenschaftlergremiums IPCC eine neue Dimension erreicht. Dieser Bericht hat deutlich gemacht, dass der Klimawandel schneller voranschreitet als noch vor wenigen Jahren erwartet und der Mensch die Hauptursache für die globale Temperaturerhöhung ist. Die Reaktion der Menschheit auf diese Herausforderung in den nächsten Jahren ist von entscheidender Bedeutung dafür, ob sich unsere Lebensbedingungen in einem gefährlichen Maße verändern werden.

Die breite Publikumswirksamkeit des Themas mit einer ständigen Präsenz in Fernsehen, Rundfunk, Zeitungen und Zeitschriften macht natürlich nicht vor Jugendlichen halt. Vielen ist daher das Schlagwort „Klimawandel“ aus den Medien bekannt. Ausreichend fundiertes Wissen über Entstehung und Funktionsweise des anthropogenen Treibhauseffekts, Klimawirkungen und (persönliche) Handlungsmöglichkeiten zum Schutz der Erdatmosphäre kann jedoch bei den SchülerInnen nicht vorausgesetzt werden.

## Alltags- und Handlungsorientierung des Unterrichts

Der alltagsweltliche Bezug, die Orientierung an der konkreten Lebenssituation der SchülerInnen, liegt im Umweltbereich geradezu auf der Hand, denn Umwelthandeln ist Bestandteil der Alltagswelt (Abfall, Energie, Wasser, Luft usw.) sowohl in der Schule als auch im außerschulischen Bereich.

Im Rahmen entwicklungspolitischer Bildung in der Schule kommt es darauf an, zu zeigen, dass lokales Handeln sehr häufig auch globale Folgen hat. Es geht darum, den Entwicklungsbezug bewusst und transparent zu machen, d. h. das Umwelthandeln in den Kontext globaler wirtschaftlicher und sozialer Rahmenbedingungen und Leitbilder zu stellen. Zentrale Bezugsgrößen – insbesondere beim anthropogenen Treibhauseffekt und seinen Auswirkungen – sind die Begrenztheit lebenswichtiger natürlicher Ressourcen, die Belastungsfähigkeit des globalen

Ökosystems, die Anpassungsfähigkeit menschlicher Gesellschaften, die maßgeblich von den sozio-ökonomischen Bedingungen wie beispielsweise dem Ausmaß der absoluten Armut abhängt, sowie die Frage nach der Verteilungsgerechtigkeit. All diese Aspekte gewinnen angesichts des Wachstums der Weltbevölkerung und des zunehmenden, aber regional ungleichen materiellen Wohlstands für die Zukunft an Bedeutung.

Neben der allgemeinen Darstellung des anthropogenen Treibhauseffektes sollten den SchülerInnen insbesondere dessen erwartete Auswirkungen vor allem auch für die ärmeren Länder unserer Erde bewusst werden. Mit Blick auf die Umwelterziehung sollte zudem eine sinnvolle Handlungsorientierung geboten werden, d. h. Handlungsanreize oder Handlungsangebote. Der Unterricht in Gesellschaftswissenschaften (z. B. Sozialkunde), gerade aber auch in naturwissenschaftlichen Fächern und hierbei besonders im Bereich Erdkunde, bietet sich dazu an. Letzterer ist sogar in besonderer Weise verpflichtet, dieses Thema engagiert anzugehen, da er wie kein anderes Fach die Beziehungen zwischen dem Menschen und seinem Wirken auf den Raum zum Gegenstand hat. Vor dem Hintergrund der von den Vereinten Nationen initiierten Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (2005-2014) gilt es, das Bewusstsein der SchülerInnen im Sinne einer solchen Umwelt- und Lebenserziehung zu lenken und sie frühzeitig für das Denken und Handeln in einer globalen und langfristigen Perspektive zu sensibilisieren. Hierzu sollen die vorliegenden Unterrichtsmaterialien eine Hilfestellung geben.

## Aufbau der Unterrichtsmaterialien

Die Lehrpläne und Richtlinien fast aller Bundesländer sehen das Themenfeld „Klimaveränderungen“ bzw. „anthropogener Treibhauseffekt“ vor. Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien sind für den natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe II (begrenzt auch ab der zehnten Jahrgangsstufe) ausgelegt. Neben der allgemeinen Beschreibung der Wirkungsweise und Ursachen kommen auch die möglichen Auswirkungen des Klimawandels insbesondere in ihrer regionalen Differenzierung zur Sprache.

Bisher wird das Thema „Klimawandel“ meistens unter umweltpolitischen Gesichtspunkten behandelt. Die entwicklungspolitische Dimension und die Frage der globalen Verteilungsgerechtigkeit, zwei ebenso wichtige Aspekte globaler Umweltprobleme, wurden eher vernachlässigt. Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien versuchen, diese Lücke zu schließen, und legen hier einen Schwerpunkt, indem verschiedene Fallbeispiele aus Entwicklungsländern konzipiert wurden, welche von den SchülerInnen bearbeitet werden können.

Zunächst werden in einem einführenden Übersichts-kapitel allgemeine Fragen des Klimawandels betrachtet. Diese Fragen zielen auf die Ursachen, Verursacher, Folgen und mögliche Lösungen ab.

In den sich daran anschließenden Fallbeispielen geht es gezielt um die Analyse der Ausgangssituationen von Industrie- und Entwicklungsländern und die Frage, warum diese unterschiedlich vom Klimawandel betroffen sind. Die detaillierte Vermittlung konkreter Handlungsmöglichkeiten zur Verminderung des Treibhauseffektes – wie z. B. Energiespar-

aktionen an den Schulen oder der Aufbau von Schulpartnerschaften mit Entwicklungsländern – bilden keinen Schwerpunkt dieser Unterrichtsmaterialien, tauchen aber in den jeweiligen Fallbeispielen immer wieder auf. Angesichts der Relevanz dieser Handlungsorientierung sei hier auch auf die von Germanwatch publizierte Aktions- und Materialiensammlung verwiesen (Klimaschutz Aktionsheft, erhältlich bei Germanwatch, Bestellnummer: 07-2-07) oder als PDF im Internet:

[www.germanwatch.org/klimaexpedition.htm](http://www.germanwatch.org/klimaexpedition.htm).

Die Fallbeispiele setzen sich aus den folgenden sieben Modulen zusammen, welche in Form von Unterrichtsbausteinen getrennt voneinander oder auch kombiniert eingesetzt werden können:

1. **Der internationale Flugverkehr und der Klimawandel**
2. **Das Abschmelzen der Gletscher – Gletschersee-Ausbrüche in Nepal und der Schweiz**
3. **Der steigende Meeresspiegel und die Folgen für Küstenräume und Tiefländer:  
Die Beispiele Bangladesch und die Niederlande**
4. **Land unter! Die Gefahren des Meeresspiegelanstiegs für den kleinen Inselstaat Tuvalu**
5. **Die Bedrohung der tropischen Regenwälder und der internationale Klimaschutz**
6. **Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland**
7. **„Kipp-Elemente“ im Klimasystem**

Jedes Fallbeispiel und das allgemeine Einführungskapitel bestehen aus einem kurzen fachwissenschaftlichen Einstiegstext, knappen didaktischen Erläuterungen zur möglichen Unterrichtskonzeption und Einsatzmöglichkeiten der Materialien (u. a. Hinweise zur Arbeitsstruktur), Aufgabenstellungen (z. T. mit Lösungen), weiterführenden Quellen- bzw. Literaturverweisen und den eigentlichen Materialien auf getrennten Seiten.

Die Materialien sind so konzipiert, dass mit jedem Fallbeispiel mindestens eine Unterrichtsstunde durchgeführt werden kann, teilweise aber auch mehr. Alle Materialien können getrennt voneinander oder aber auch kombiniert verwendet werden. Im Sinne eines Lernens, das sich an den SchülerInnen orientiert, können LehrerInnen und SchülerInnen die Zielsetzungen, Arbeitsschritte und Methoden des Unterrichts auch gemeinsam entwickeln und darüber entscheiden, welche Ziele und Methoden ausgewählt werden.

Es wurde Wert darauf gelegt, dass die Materialien als Kopiervorlagen verwendet werden können und möglichst keiner Veränderung durch den Lehrer oder die Lehrerin bedürfen. Neben der gedruckten Version sind die Materialien auch digital im Internet verfügbar. Sie können so direkt von den SchülerInnen genutzt oder auch mittels Beamer gezeigt werden.

Die Konzeption in Form von Bausteinen ermöglicht zudem den Einsatz einer Vielzahl von Unterrichtsmethoden bei der Behandlung des Themas. Bei vielen Themenbausteinen bietet sich eine schülerzentrierte Arbeitsform an, etwa in Gruppen mit anschließender Präsentation oder in Form eines Projektes. Weitergehende Hinweise zu Beginn der jeweiligen Fallbeispiele enthalten die didaktischen Erläuterungen zur möglichen Unterrichtskonzeption.

## DER GLOBALE KLIMAWANDEL – ALLGEMEINE FRAGEN

### EINSATZMÖGLICHKEITEN IM UNTERRICHT

In dieser Unterrichtseinheit stehen weniger die Auswirkungen des Klimawandels an konkreten Beispielen im Mittelpunkt der Betrachtung, sondern die Ursachen und Auswirkungen im Allgemeinen bzw. die Frage nach Verursachern und Opfern im Speziellen. Im Rahmen dieses Basisbausteins sollen die SchülerInnen das Grundlagenwissen für die folgenden, eher als Fallbeispiele konzipierten Bausteine erwerben.

Geeignet für den Einstieg in die Unterrichtsreihe wäre ein aktuelles wetterbedingtes Extremereignis, nach Möglichkeit am Beispiel einer konkreten lokalen Handlungs- oder Konfliktsituation, in die die SchülerInnen direkt oder indirekt eingebunden sind. Hier würden sich etwa aktuelle Hitze- oder Dürreereignisse in Deutschland oder Europa anbieten, möglichst in Form von audiovisuellem Medieneinsatz. Danach sollten anhand von **M 1** die Grundlagen des natürlichen Treibhauseffektes erarbeitet werden. Durch eine Wiederholung wichtiger klimatischer Grundbegriffe und der Strahlungsbilanz der Erde lernen die SchülerInnen die aktuelle Erdtemperatur kennen sowie den Effekt natürlicher Temperaturschwankungen, etwa durch den Ausbruch von Vulkanen. Auf diese Kenntnisse aufbauend gilt es, grundlegend über Wirkungsweise und mögliche Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes zu informieren.

Mittels **M 2-5** lernen die SchülerInnen den Treibhauseffekt kennen und erfahren, inwiefern der natürliche Treibhauseffekt durch anthropogene Einflüsse verstärkt wird. Mit der Analyse der wesentlichen Ergebnisse der Klimaforschung und der aktuellen Diskussion lassen sich anschließend gesicherte fachwissenschaftliche Erkenntnisse zum natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekt sowie bisher noch ungeklärte Aspekte herausarbeiten. Damit sollen die SchülerInnen die Einsicht gewinnen, dass wissenschaftliche Unsicherheiten heute nicht mehr zur Begründung von Nichthandeln herhalten werden.

Ein problembewusster Umgang mit dem Thema Klimawandel und Klimaschutz erfordert Wissen über die Verursacher der Treibhausgas-Emissionen. In **M 6-10** geht es daher um die „Täter“, sprich die Verursacher des menschengemachten Treibhauseffektes, welche bislang vor allem in den Industrieländern zu finden sind. **M 11-20** öffnen den Blick für die möglichen Folgen des Klimawandels, dessen Auswirkungen vor allem die Entwicklungsländer zu spüren bekommen. Da es sich dabei im Wesentlichen um die Ergebnisse von Szenarien handelt, gilt es zu vermitteln, dass der Großteil der Folgen heute noch beeinflusst bzw. abgewendet werden kann. Gerade in Entwicklungsländern ist aber die Anpassung an die Folgen, die nicht mehr vermeidbar sind, dringend notwendig. Hierbei bietet sich eine arbeitsteilige Vorgehensweise in Kleingruppen (z. B. Erstellung einer Wandzeitung) mit anschließender Präsentation an. **M 21-24** gehen der Frage nach Lösungsmöglichkeiten nach. Diese Lösungsmöglichkeiten zeigen vor allem auf, dass die Menschheit es noch in der Hand hat, die negativen Folgen des Klimawandels zu begrenzen. Fatalismus gilt es zu vermeiden. Diese Materialien bieten schließlich die Möglichkeit einer abschließenden Diskussion.

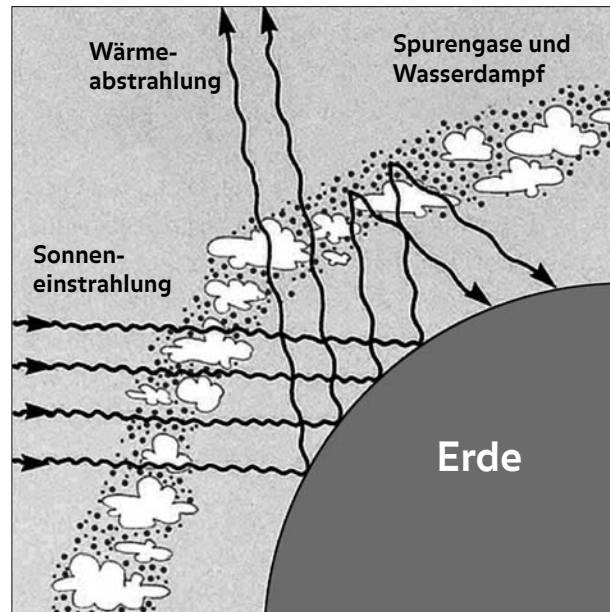
# DER GLOBALE KLIMAWANDEL – ALLGEMEINE FRAGEN

**M 1**

## Der natürliche Treibhauseffekt

Die Atmosphäre verhält sich gegenüber der von der Sonne bzw. von der Erde ausgehenden Strahlung wie die Glashülle eines Treibhauses für Pflanzen: Sie lässt die kurzwellige solare Strahlung größtenteils passieren, absorbiert jedoch die langwellige terrestrische Strahlung weitgehend. Dadurch erhitzt sich die Luft im Treibhaus. Würden die Sonnenstrahlen als Wärmestrahlen dagegen ungehindert in den Weltraum reflektiert, wäre die Erde eine lebensfeindliche Eiswüste, ohne die sie heute prägenden Ozeane, Seen und Flüsse. Die globale Mitteltemperatur würde nicht +15 °C, sondern -18 °C betragen. Diese durch den natürlichen Treibhauseffekt bedingte Temperaturerhöhung um ca. 33 °C ist zu etwa zwei Drittel auf den Wasserdampf der Atmosphäre zurückzuführen. Den Rest erbringen v. a. Kohlendioxid (21%) und in geringerem Umfang die Spurengase und Aerosole. Sowohl die atmosphärische Konzentration der Treibhausgase als auch die globale Mitteltemperatur sind natürlichen Schwankungen unterworfen.

(Quelle: Bauer, J. u. a. (2001): *Physische Geographie. Materialien für den Sekundarbereich II Geographie.* Hannover, S. 81, stark verändert und ergänzt)



(Quelle: „TERRA Thema Globaler Klimawandel“ Justus-Perthes-Verlag Gotha GmbH, Gotha 1998)

### → Aufgaben

1. Erklären Sie den natürlichen Treibhauseffekt anhand der Abbildung auf dem Schaubild (M 1).
2. Stellen Sie mögliche Ursachen für natürliche Klimaschwankungen zusammen und vergleichen Sie diese miteinander (Nutzen Sie für Ihre Recherche z. B. das Internet).

**M 2**

## Frühe Erkenntnisse über den Treibhauseffekt

Der erste Hinweis auf einen von Menschen verursachten Treibhauseffekt in der Atmosphäre wurde bereits im Jahre 1896 von dem schwedischen Naturwissenschaftler Svante Arrhenius veröffentlicht. Er stellte die These auf, dass als Folge des Anstiegs der industriellen Kohleverbrennung mit einer Verdoppelung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration zu rechnen sei. Der dadurch ausgelöste anthropogene Treibhauseffekt würde zu einer weltweiten Erwärmung um 4-6 °C führen. Da Arrhenius seine Theorie aber nicht durch Messungen belegen konnte, wurden seine Forschungsergebnisse in der Öffentlichkeit kaum beachtet.

**M 3**

## Der anthropogene Treibhauseffekt

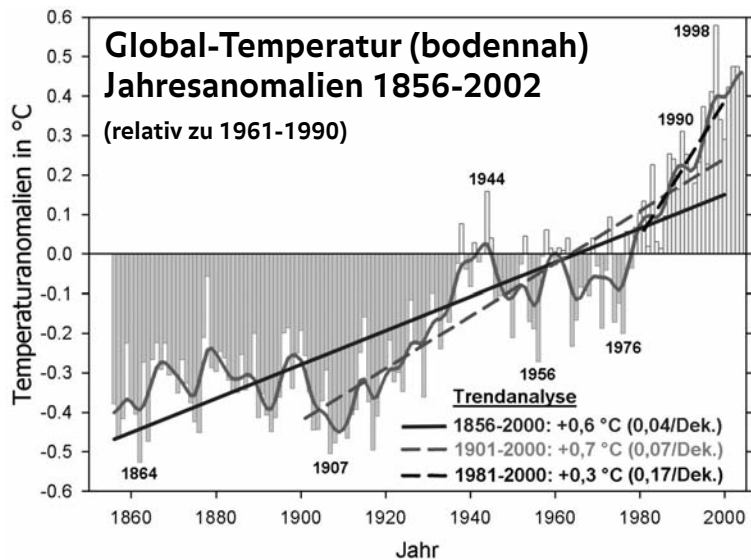
Fast alle Wissenschaftler sind sich heute darüber einig, dass das Klima auf der Erde vor einigen Jahrzehnten begonnen hat, sich zu verändern. Die Änderung der letzten Jahrzehnte ist ohne den Einfluss des Menschen nicht zu erklären. Als Hauptursache wird der sogenannte anthropogene Treibhauseffekt angesehen. Verantwortlich hierfür sind Treibhausgase, vor allem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), die seit der industriellen Revolution in großen Mengen zusätzlich zu der natürlich vorhandenen Konzentration in die Luft gestoßen werden.

## M 4

# Indizien des Klimawandels

Relative jährliche Variationen der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur 1856 - 2002 (Land- und Ozeangebiete)  
10-jährige Glättung und lineare Trends

(Quelle: Schönwiese, C.-D. (2004), Globaler Klimawandel im Industriealter. In: Geographische Rundschau Jg. 56, H. 1. S. 4)



## M 5

# Klimawirksame Spurengase

Spurengas	Anthropogene Herkunft	Derzeitige (und vorindustrielle) Konzentration	Konzentrationsanstieg pro Jahr	Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt (seit 1750)	Treibhauspotenzial pro Teilchen, CO <sub>2</sub> = 1
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	Verbrennung fossiler Energien; Waldrodungen und Boden-erosion; Holzverbrennung	ca. 379 (280) ppm	1,5 ppm	60%	1
Methan (CH <sub>4</sub> )	Reisanbau; Viehhaltung; Erdgaslecks; Verbrennung von Biomasse; Mülldeponien; Nutzung fossiler Energien	ca. 1774 ppb (730 ppb)	-5 bis +5 ppb	15%	ca. 23
Ozon (O <sub>3</sub> )	Wird indirekt gebildet durch fotochemische Reaktionen; Verbrennung fossiler Energieträger durch Verkehrsmittel		unklarer Trend	8%	ca. 2.000
	Verbrennen von Biomasse und fossilen Energieträgern; Düngemiteleinsetz	319 (270) ppb	0,8 ppb	4%	ca. 200-300
	Treibmittel in Sprühdosen; Beimengung im Leitungssystem von Kühlaggregaten, Isoliermaterial, Reinigungsmittel	ca. 0,005 (0) ppm	tendenziell Rückgang	11%	ca. 14.000
Wasserdampf (H <sub>2</sub> O)			k. A.	< 3%	k.A.

ppm (parts per million): Teilchen pro Million; ppb (parts per billion): Teilchen pro Milliarde  
(Quellen: IPCC 2007a, Jacobeit 2007, Hamburger Bildungsserver 2007)

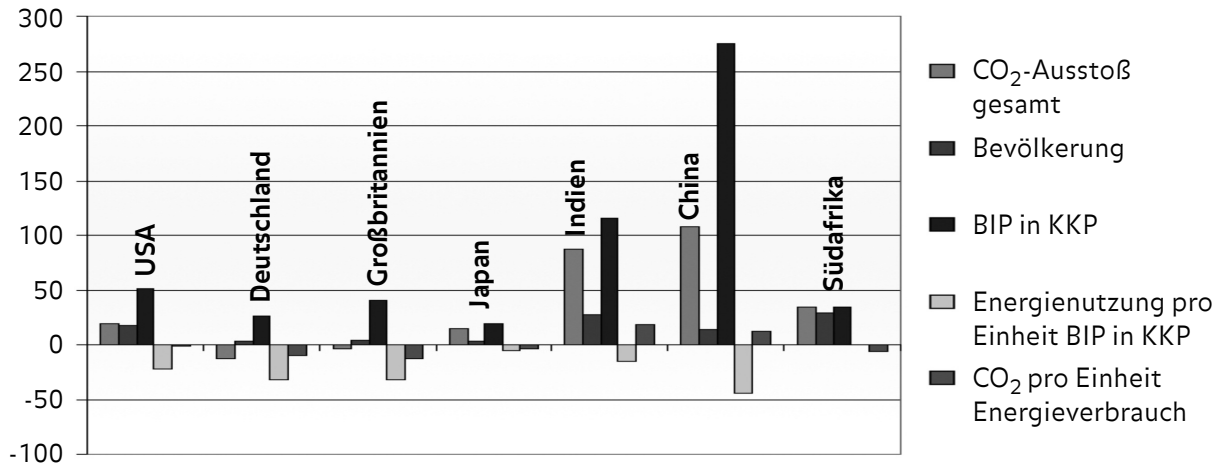
## → Aufgaben

- Interpretieren Sie das Diagramm **M 4** und beziehen Sie **M 2 und M 3** mit ein. Welche Schlüsse legt der Verlauf der Kurven seit der Industriellen Revolution nahe?
- Vergleichen und bewerten Sie die Spurengase hinsichtlich ihrer Merkmale (Herkunft, Wirkung und Verweildauer) und ihres dementsprechenden Einflusses auf den Treibhauseffekt (**M 5**).
- Recherchieren Sie auf der Internetseite des Umweltbundsamtes (<http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/klimaaenderungen/faq/index.htm>) die unterschiedlichen Positionen zum anthropogenen Treibhauseffekt. Bilden Sie dazu zwei Arbeitsgruppen und stellen Sie die unterschiedlichen Auffassungen abschließend in einer Podiumsdiskussion dar.

# WER SIND DIE VERURSACHER DES ANTHROPOGENEN TREIBHAUSEFFEKTS?

M 6

## Veränderungen emissionsrelevanter Faktoren in ausgewählten Ländern 1990-2004 (in %)



(Quelle: eigene Darstellung nach IEA (2006))

BIP: Bruttoinlandsprodukt  
KKP: Kaufkraftparitäten

M 7

## Die Treibhausgas-Sünder

### Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2005 (ausgewählte Länder)

Insgesamt in Millionen Tonnen

je Einwohner in Tonnen

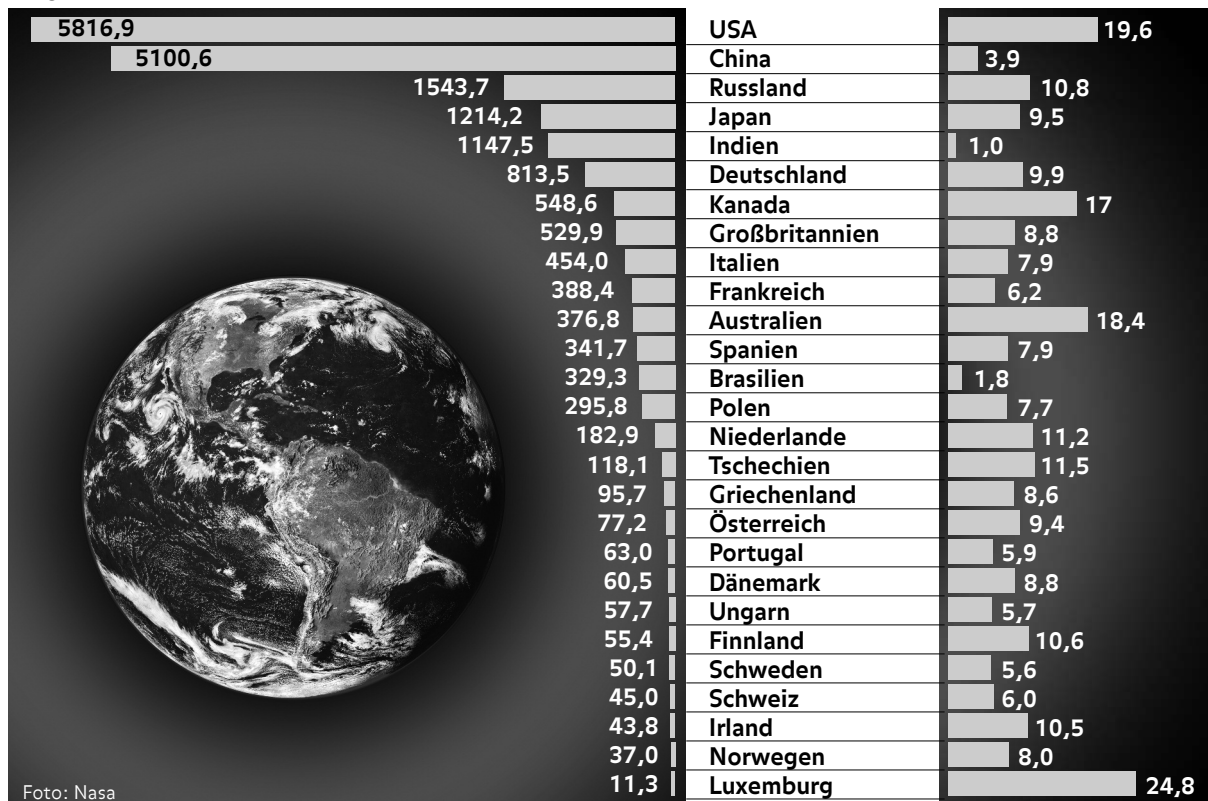


Foto: Nasa

(Quelle: nach Internationale Energieagentur 2007: CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion. Paris.)

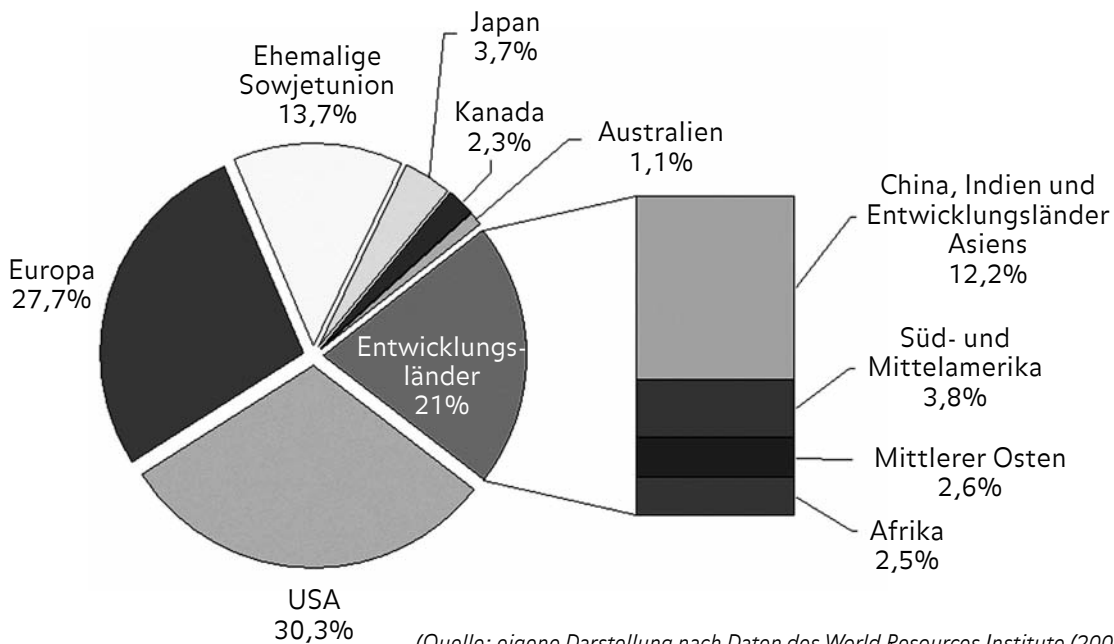
KLIMAWANDEL ALLGEMEIN

3

ARBEITSBLATT



## Kumulierte CO<sub>2</sub>-Emissionen 1900-1999



(Quelle: eigene Darstellung nach Daten des World Resources Institute (2002): Contributions to global warming map, [http://climate.wri.org/pubs\\_description.cfm?PubID=3982](http://climate.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3982), Zugriff am 31.1.05)

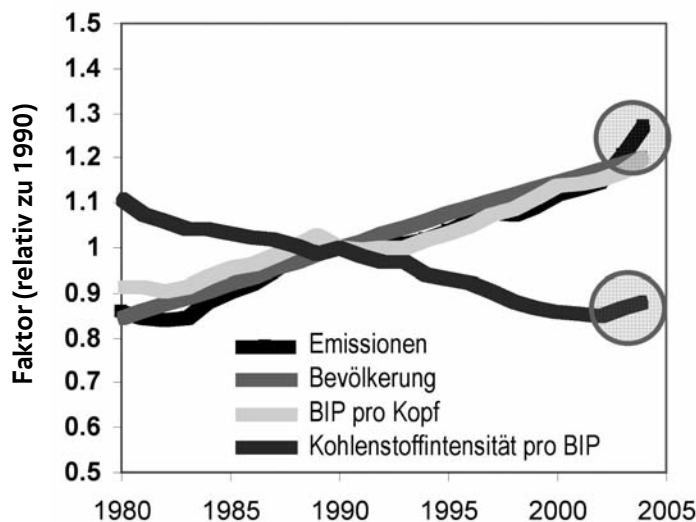
### → Aufgaben

- Erläutern Sie die Emissionstrends in den dargestellten Ländern und der gesamten Welt hinsichtlich der Bedeutung der unterschiedlichen Emissionsfaktoren Wirtschafts-, Bevölkerungswachstum und Energieverbrauch (**M 6**).
- Wer ist Ihrer Meinung nach der Klimasünder und verursacht den Treibhauseffekt? Diskutieren Sie und begründen Sie Ihre Meinung (**M 7**).
- Vergleichen Sie historische und aktuelle „Treibhausgassünder“ (**M 7 und M 8**). Diskutieren Sie, welche Perspektive mehr Gewicht haben sollte und warum.

## Entwicklungsländer und Industrieländer - gleiche Voraussetzungen?

Gerade auch in der klimapolitischen Diskussion fordern Entwicklungsländer das gleiche Recht auf wirtschaftliche Entwicklung, wie es die Industrieländer seit über 100 Jahren haben. Sie wehren sich gegen die Forderung der Industrieländer, kostenintensive Umweltauflagen einzuhalten. „Wirtschaftswachstum zuerst“ ist zunächst die Devise, umweltpolitische Verantwortung liege bei den historischen Verursachern. Ein Beispiel für den Entwicklungsstand Chinas ist die Autoindustrie, deren Wachstum nach dem Beitritt zur Welthandelsorganisation (WTO) keine Grenzen kennt. Die europäische Autoindustrie investiert Milliardenbeträge in den „Zukunftsmarkt“. Zwar ist bisher nur für einen kleinen Teil der chinesischen Bevölkerung ein Auto erschwinglich geworden, dieser wächst aber stetig. Im Jahr 2005 kamen täglich mehr als 17.000 Autos zum Verkehr auf den chinesischen Straßen hinzu.

Prozentual hat sich das Wachstum in China in den letzten Jahren allerdings abgeschwächt, von 60% im Jahr 2002 auf noch ca. 30% im Jahr 2007. In Deutschland gibt es heute ca. 45 Millionen PKW. Obwohl in China 15mal mehr Menschen leben, gibt es dort heute „nur“ ca. 15 Millionen PKW. Die klimaökologischen Ausmaße eines solchen „Booms“ werden dramatisch sein. Aber jenseits der reinen Vielzahl von Autos setzt China umweltpolitische Impulse, die – vor allem auch aus eigenem Interesse – eine Abkehr von dem typischen Bild „Wirtschaftswachstum vor Umweltschutz“ bedeuten. China hat ein Gesetz eingeführt, das die Zulassung neuer Automodelle von ihrem CO<sub>2</sub>-Ausstoß abhängig macht, und zwar zukünftig auf einem Niveau, dem viele der großen Modelle der europäischen und amerikanischen Autoindustrie nicht gerecht werden.



(Quelle: Canadell et al. 2007: Recent Carbon Trends and the Global Carbon Budget - updated to 2006)

### → Aufgaben

9. Beurteilen Sie die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in China und Indien (**M 6 und M 9**).
10. Eines der Argumente der USA gegen die Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls, das von den Industrieländern bis 2012 die Reduktion von Emissionen verlangt, ist, dass die großen Emittenten unter den Entwicklungsländern wie China und Indien bisher noch nicht zur Reduktion ihrer Treibhausgase verpflichtet werden. Beurteilen Sie die amerikanische Auffassung. (**M 6 - M 9**)
11. Analysieren Sie, welche Faktoren in welchem Maße für das Emissionswachstum der letzten 25 Jahre verantwortlich sind (**M10**). Wie ist der Trend der letzten fünf Jahre zu beurteilen? Diskutieren Sie, was dafür die entscheidenden Faktoren sein könnten.
12. Simulieren Sie eine Pressekonferenz (Rollenspiel), bei der Vertreter verschiedener Verursacher- und Betroffeneninteressen ihre unterschiedlichen Standpunkte zur Frage der Reduzierung der Kohlendioxidemissionen darlegen und sich zu den Kosten/Folgen äußern, die eine Verhinderung oder Inkaufnahme des globalen Klimawandels für die Wirtschaft bzw. die betroffenen Länder haben könnte.

### Weitere Anregungen

Im Internet findet sich eine große Zahl von CO<sub>2</sub>-Rechnern, mit denen man leicht seine persönliche CO<sub>2</sub>-Bilanz ausrechnen kann. Empfohlen sei der Einstieg über folgende Internetseiten:

<http://www.wwf.de/index.php?id=5441>

<http://www.uba.klima-aktiv.de/>

### Für Flugverkehrsemissionen:

[www.atmosfair.de](http://www.atmosfair.de)

### → mögliche Aufgaben

13. Analysieren Sie die unterschiedliche Relevanz für Ihre Bilanz einzelner Emissionsursachen (Ihr Stromverbrauch, der Wärmeverbrauch Ihres Wohnhauses etc.)
14. Vergleichen Sie dann mit den Pro-Kopf-Emissionen verschiedener Länder.



# DIE FOLGEN – AUSWIRKUNGEN UND OPFER DES ANTHROPOGENEN KLIMAWANDELS

M 11

## Schlagzeilen

- Die Klimakatastrophe – Alles nur Lüge?
- Tieren wird es in der Antarktis zu warm!
- Die Gletscher schmelzen, die Meere steigen!
- Der Meeresspiegel steigt! – Versinkt Norddeutschland im Meer?
- Die Klimakatastrophe hat schon begonnen –  
Wirbelstürme, Überschwemmungen, Dürren nehmen zu!
- Die Klimakatastrophe steht bevor! Wird Deutschland zur Steppe?
- Klimawandel beunruhigt Versicherer.

M 12

## Der Vierte Sachstandbericht des IPCC (2007)

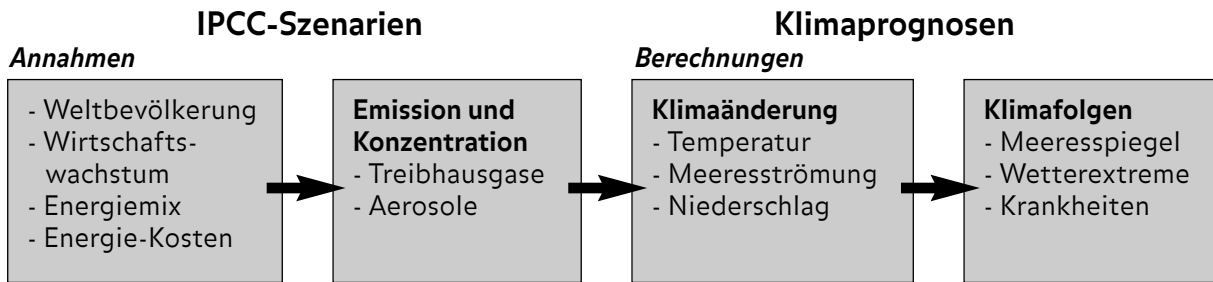
Die Ergebnisse des Vierten Sachstandberichts (4. Assessment Report, AR4) des IPCC schreckten im Frühjahr 2007 die Öffentlichkeit weltweit auf. Die Botschaft ist: Der Klimawandel wird stärker und schneller eintreten als bisher angenommen, und er ist in überwiegendem Maße vom Menschen gemacht. Differenziertere Klimamodelle und eine Fülle neuer Forschungsergebnisse trugen zu diesen Aussagen bei.

### Hier die Kernaussagen des AR4 über das Phänomen Klimawandel:

- Im Jahr 2005 war die Temperatur um etwa 0,74 °C höher als 100 Jahre zuvor. Elf der letzten zwölf Jahre gehören zu den 12 wärmsten Jahren seit Beginn der Temperaturaufzeichnung (1850).
- Es wird mit *sehr hoher Wahrscheinlichkeit* (>90%) angenommen, dass die anthropogenen Treibhausgasemissionen der Hauptfaktor für die globale Temperaturerhöhung ist. Im Dritten Sachstandbericht war der IPCC noch von *einer hohen Wahrscheinlichkeit* (66-90%) ausgegangen.
- Die Projektionen für unterschiedliche Szenarien ergeben einen Temperaturanstieg von 1,1 bis 6,4 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (gegenüber dem Durchschnitt 1980-1999).

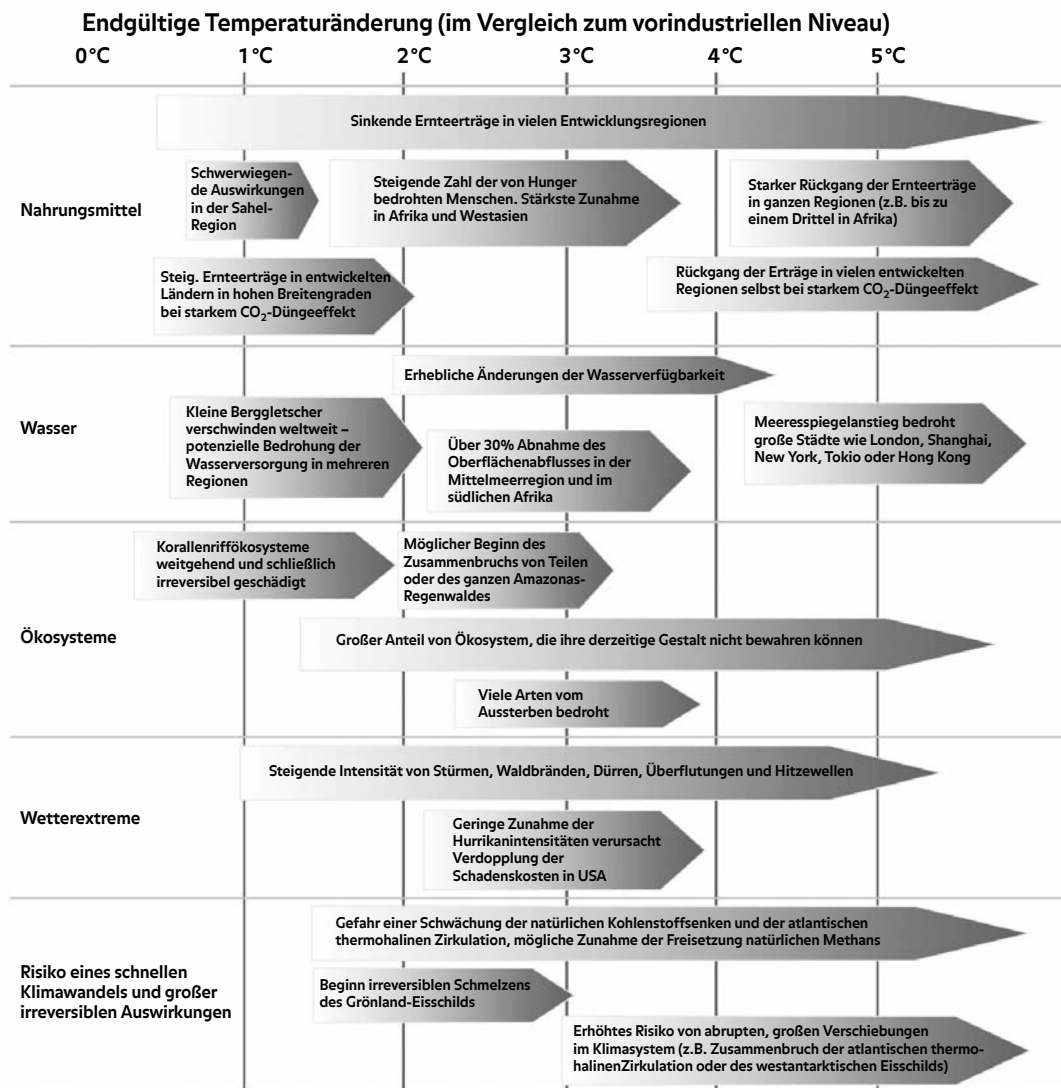
Phänomene und Richtung des Trends	Wahrscheinlichkeit, dass ein Trend im späten 20. Jahrhundert (typischerweise nach 1960) auftrat	Wahrscheinlichkeit eines anthropogenen Beitrages zum beobachteten Trend	Wahrscheinlichkeit eines zukünftigen Trends, basierend auf den Projektionen für das 21. Jahrhundert unter Verwendung der SRES-Szenarien
Wärmere und weniger kalte Tage und Nächte über den meisten Landflächen	Sehr wahrscheinlich	Wahrscheinlich	Praktisch sicher
Wärmere und häufigere heiße Tage und Nächte über den meisten Landflächen	Sehr wahrscheinlich	Wahrscheinlich (Nächte)	Praktisch sicher
Wärmeperioden / Hitzewellen: Zunahme der Häufigkeit über den meisten Landflächen	Wahrscheinlich	Eher wahrscheinlich als nicht	Sehr wahrscheinlich
Starkniederschlagsereignisse: Die Häufigkeit (oder der Anteil der Starkniederschläge am Gesamtniederschlag) nimmt über den meisten Gebieten zu	Wahrscheinlich	Eher wahrscheinlich als nicht	Sehr wahrscheinlich
Von Dürren betroffene Flächen nehmen zu	Wahrscheinlich in vielen Regionen seit 1970	Eher wahrscheinlich als nicht	Wahrscheinlich
Die Aktivität starker tropischer Wirbelstürme nimmt zu	Wahrscheinlich in vielen Regionen seit 1970	Eher wahrscheinlich als nicht	Wahrscheinlich
Zunehmendes Auftreten von extrem hohem Meeresspiegel (ausgenommen Tsunamis)	Wahrscheinlich	Eher wahrscheinlich als nicht	Wahrscheinlich

(Quelle: IPCC 2007: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen)



(nach IPCC (2001): Climate Change 2001 - The Scientific Basis, New York.)

Folgen des Klimawandels für Ökosysteme und Wirtschaftssektoren



(Quelle: WBGU 2007: Sicherheitsrisiko Klimawandel. [http://www.wbgu.de/wbgu\\_jg2007.html](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007.html))

→ Aufgaben

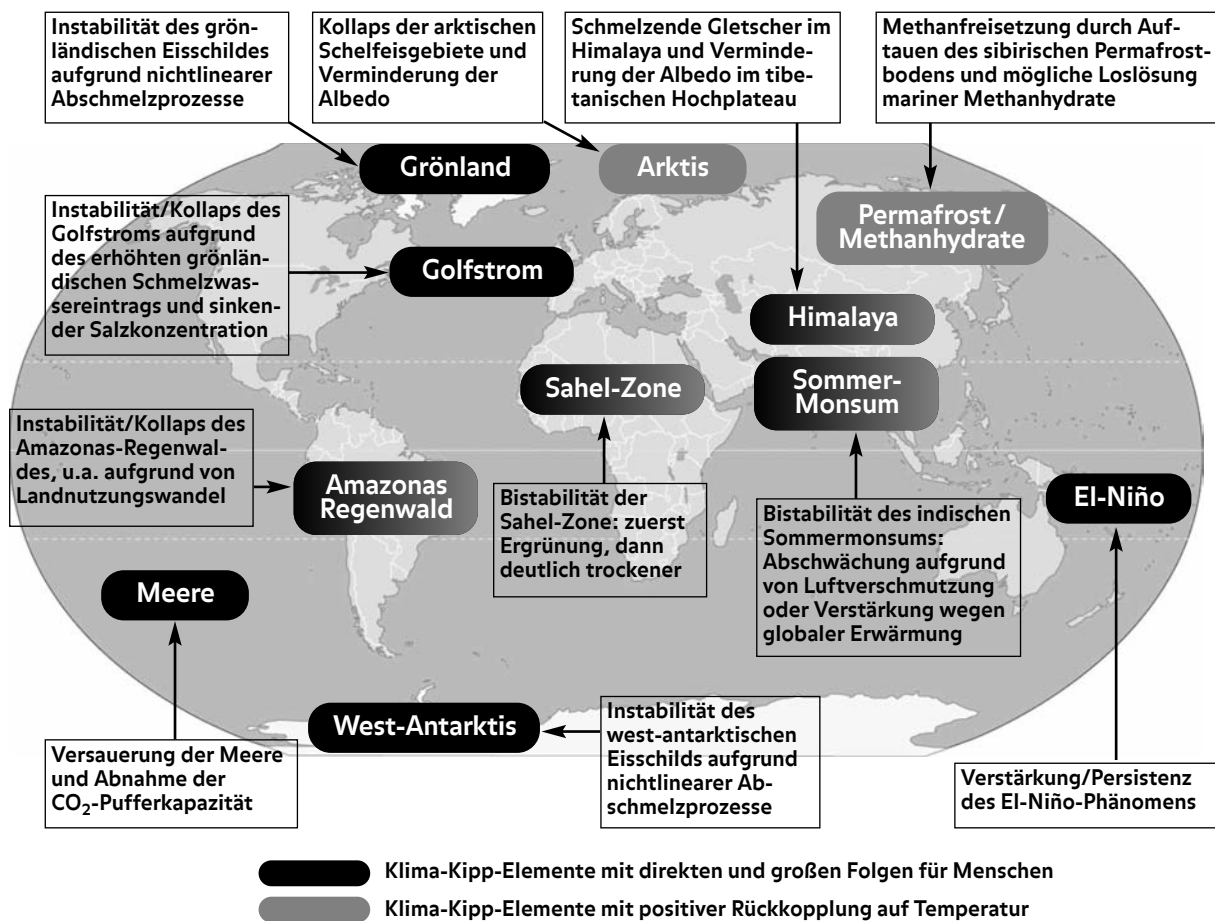
15. Antworten Sie jeweils knapp, möglichst in einem Satz zu den in M 11 getroffenen Aussagen.
16. Diskutieren Sie die Problematik von Klimaprognosen (M 13).
17. Erörtern Sie die Erkenntnisse des letzten IPCC-Berichtes (vgl. Sie ggf. auf [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)) (M 12 und M 14).

## Nichtlineare Effekte und Kipp-Punkte im Klimasystem

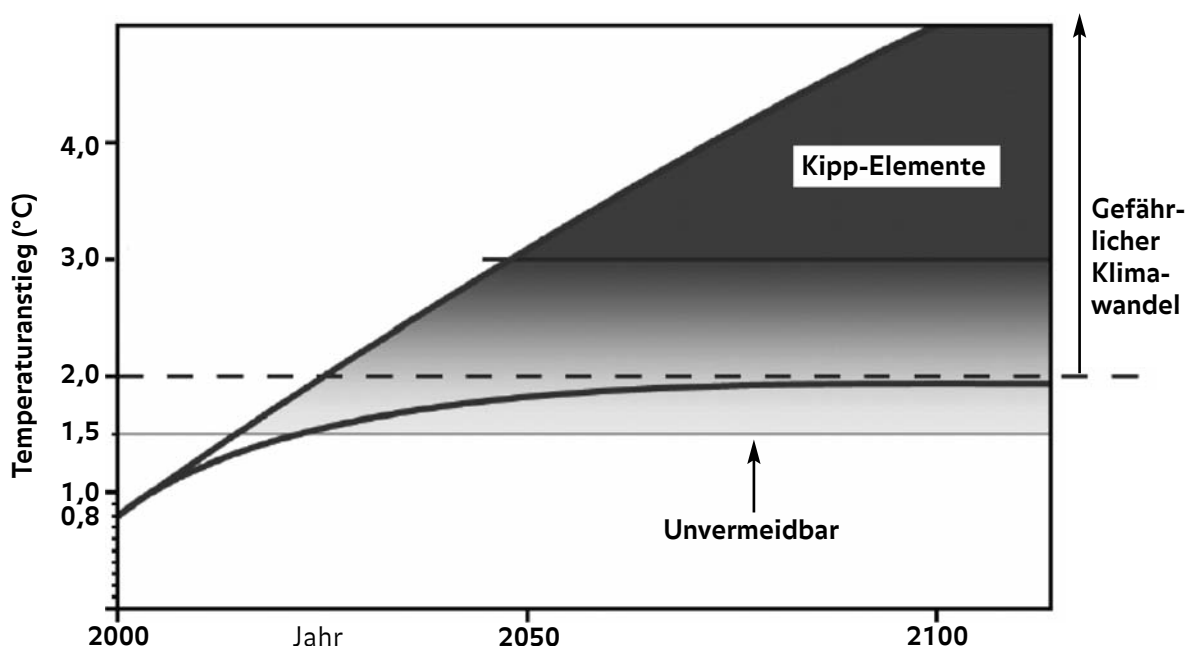
Bei großer globaler Erwärmung im Bereich jenseits von 2-3 °C entsteht [...] ein wachsendes Risiko von qualitativen Änderungen im Klimasystem. Derartige stark nichtlineare Reaktionen von Systemkomponenten werden häufig als „Kippunkte“ des Klimasystems bezeichnet. Gemeint ist dabei ein Systemverhalten, bei dem nach Überschreiten einer kritischen Schwelle eine kaum noch steuerbare Eigendynamik des Systems einsetzt. Großskalige Teile des Erdsystems, die einen Kippunkt überschreiten können, bezeichnet man als „Kippelemente“.

(Quelle: WBGU 2007: Sicherheitsrisiko Klimawandel: S. 77)

## Kipp-Elemente: Großrisiken für Mensch und Natur



(Quelle: Germanwatch verändert nach Schellnhuber 2007)



Erläuterung: Aufgrund der Trägheitsreaktion des Klimasystems sind weitere 0,7 °C Temperaturanstieg gegenüber heute unvermeidbar. Die gestrichelte graue Linie stellt das von der Europäischen Union beschlossene Zwei-Grad-Limit dar. Die obere Kurve zeigt, welcher Temperaturanstieg entsprechend dem so genannten Referenz-Szenario der Internationalen Energieagentur (IEA) zu erwarten ist, wenn keine ernsthafte Klimapolitik betrieben wird.

(Quelle: Bauer 2007: *Fragile Staaten und Klimawandel: Neue Herausforderungen für internationale Politik und Entwicklungs Zusammenarbeit*. Unveröffentlichte Präsentation)

### → Aufgaben

18. Stellen Sie positive und negative Auswirkungen des Treibhauseffektes in Form einer Tabelle dar (M 16).
19. Erläutern Sie, warum viele Wissenschaftler, aber auch die EU, fordern, dass der globale Temperaturanstieg auf zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden sollte.
20. Welche Konsequenzen könnten sich durch eine Erhöhung der globalen Temperatur für Sie persönlich ergeben?

## Klimawandel als Herausforderung für die Entwicklungszusammenarbeit

„Gerade die Entwicklungsländer sind es, die unter der Erderwärmung besonders zu leiden haben – obwohl sie selber am wenigsten dazu beigetragen haben. Und von den sich häufenden Dürren, Überschwemmungen und schweren Stürmen sind wiederum die Ärmsten der Armen besonders stark betroffen.[...] Gegengesteuert werden muss zuallererst in den Ländern, die durch ihren hohen Ausstoß an klimaschädlichen Treibhausgasen für den Klimawandel verantwortlich sind. Das sind vor allem die Industrieländer. Aber es gilt auch, den Entwicklungsländern bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu helfen und dafür zu sorgen, dass nicht auch sie immer empfindlicher zum Treibhauseffekt beitragen. Es geht um Hilfe bei der Nutzung regenerativer Energien, um weitere Treibhaus-Emissionen zu vermeiden; es geht um den Schutz der Tropenwälder, den „Klimalungen“ der Erde; es geht um Anpassung der Landwirtschaft an veränderte Klimabedingungen – und es geht um den unmittelbaren Schutz der Menschen, etwa vor schweren Überschwemmungen.“

(Quelle: BMZ-Newsletter November 2007)

Für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel hängt sehr viel von den konkreten Veränderungen auf lokaler bzw. regionaler Ebene ab. Globale Szenarien sind hier nicht ausreichend. Gerade die Klimaprognosen auf lokaler und regionaler Ebene sind aber noch mit großen wissenschaftlichen Unsicherheiten behaftet. Daher sehen viele Länder in der Verbesserung der Anpassung an die gegenwärtigen klimatischen Bedingungen einen sinnvollen ersten Schritt. So macht eine verbesserte Katastrophenvorsorge gegenüber Hurrikänen in Mittelamerika unabhängig davon Sinn, ob der Klimawandel zu einer leichten oder zu einer sehr deutlichen Zunahme von Hurrikänen in der Region führt. Trotzdem muss natürlich die Forschung über die konkreten lokalen Auswirkungen des Klimawandels weiter intensiviert werden, um langfristig erfolgreiche Anpassungsstrategien zu entwickeln.

Nicht-klimatische Belastungen (Stressfaktoren) können die Verwundbarkeit gegenüber Klimaänderungen durch Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit erhöhen und die Anpassungskapazität durch Ressourcenkonkurrenz reduzieren. Korallenriffe z. B. sind derzeit durch die Verschmutzung der Meere, die Auswaschung von Chemikalien aus der Landwirtschaft sowie durch den Anstieg der Wassertemperatur und die Ozeanversauerung belastet. Verwundbare Regionen sind mit vielfachen Stressfaktoren konfrontiert, die ihre Beanspruchung und Empfindlichkeit ebenso beeinträchtigen wie ihre Anpassungskapazität.

Diese Stressfaktoren entstehen beispielsweise durch derzeitige Klimagefahren, Armut und den ungleichen Zugang zu Ressourcen, Nahrungsmittelunsicherheit, Trends der wirtschaftlichen Globalisierung, Konflikte und das Auftreten von Krankheiten wie HIV/AIDS. Nur selten werden Anpassungsmaßnahmen ausschließlich als Reaktion auf Klimaänderungen durchgeführt, sondern können beispielsweise in das Wasserressourcenmanagement, den Küstenschutz und den Risikominde-  
rungsstrategien integriert sein.

(Quelle: IPCC 2007: Klimaänderung 2007: Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeiten. S.36)

### → Aufgaben

21. Erklären Sie, warum Entwicklungsländer durch den Klimawandel besonders gefährdet sind (**M 18 und M 19**).
22. Erklären Sie, warum das Aufgabenfeld „Anpassung an den Klimawandel“ immer mehr Bedeutung in der Entwicklungszusammenarbeit erhält und warum es nicht losgelöst von der Armutsbekämpfung betrachtet werden kann (**M 18 - M 20**). Recherchieren Sie im Internet, wie sich die deutsche Entwicklungszusammenarbeit auf die Herausforderung Anpassung einstellt (z. B. unter [www.bmz.de](http://www.bmz.de) oder [www.gtz.de](http://www.gtz.de)).
23. Was könnten Ihrer Meinung nach Möglichkeiten sein, sich an die unterschiedlichen Auswirkungen des Klimawandels anzupassen? Welche Probleme und Hindernisse sehen Sie speziell für die Entwicklungsländer?

### Weitere Anregungen

Das ZDF bietet in seiner Online-Mediathek auf der Website

<http://www.zdf.de/ZDFmediathek/content/238038>

eine interaktive Darstellung der Folgen des Klimawandels weltweit und in Deutschland.

## M 21

**„Wir führen mit unserem Klima ein Experiment durch, das völlig aus dem Ruder läuft. Wir müssen alles tun, um das zu bremsen – damit wir unseren Enkeln eine lebenswerte Welt hinterlassen.“**

Dr. Gerhard Berz, Münchener Rückversicherung

**„Jetzt können wir noch das Strafmaß – das Ausmaß der Schäden – beeinflussen. Es lohnt sich, um jedes Grad, ja jedes Zehntel Grad Temperaturerhöhung zu kämpfen.“**

Prof. Dr. Hans Joachim Schellnhuber, Direktor des Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

## M 22

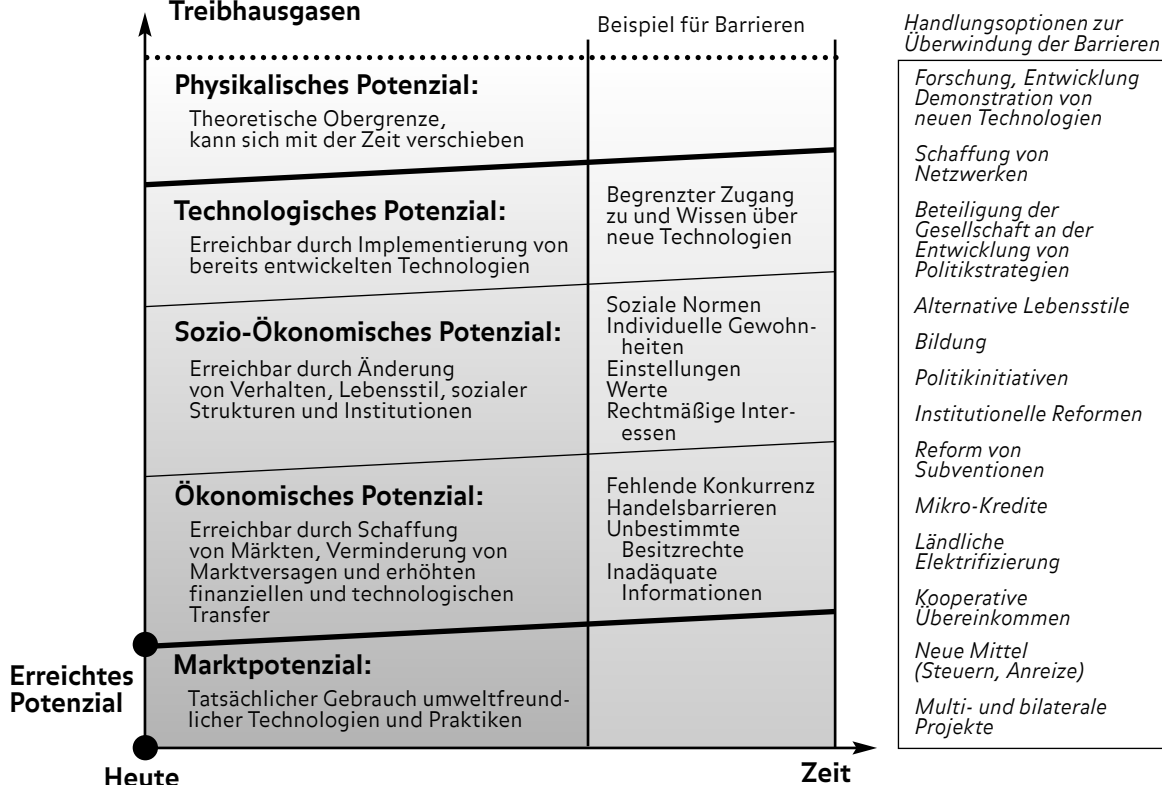
### Hin zu einer Energiewende

Um einen in großem Maßstab gefährlichen Klimawandel noch abzuwenden, sollte die globale Erwärmung auf unter 2 °C gegenüber vorindustriellem Niveau begrenzt werden. Dazu müssen die anthropogenen Treibhausgasemissionen bis 2050 gegenüber 1990 mindestens halbiert werden. Langfristig sollten die durchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen auf der Erde weniger als zwei Tonnen betragen. Deutschland liegt heute bei mehr als zehn Tonnen. Für die Industrieländer bedeutet dies eine Reduktion um mindestens 80%. In den sich schnell entwickelnden Schwellenländern wie China oder Indien ist eine deutliche Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Emissionsanstieg notwendig. Bis 2020 sollte die Effizienz um 30% erhöht werden. Da ohne Energiewende in den Entwicklungs- und Schwellenländern für den gleichen Zeitraum eher eine Verdopplung bis Vervielfachung der Emissionen erwartet werden kann, ist auch in diesen Ländern ein rasches Umschwenken bei Energieerzeugung und -nutzung notwendig. Der Schwerpunkt sollte dabei auf erneuerbare Energien und Effizienzmaßnahmen gelegt werden. Wegen der beträchtlichen Unsicherheit, z. B. auch über das Eintreten von Kipp-Elementen im Klimasystem, sind die angegebenen Reduktionsziele als Mindestvorgaben zu bewerten.

## M 23

### Konzepte zur Reduktion von Treibhausgasen

Potenzial zur Reduzierung von Treibhausgasen



(Quelle: nach IPCC (2001): Climate Change 2001 - Synthesis Report, New York, S. 111)

**→ Aufgaben**

24. Analysieren Sie Möglichkeiten und Hemmnisse der Reduktion der anthropogenen Treibhausgasmissionen (**M 22 und M 23**).
25. Diskutieren Sie Möglichkeiten, auf globaler & lokaler Ebene, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken.
26. Bringen Sie in Erfahrung, wie man in Ihrer Stadt mit dem Thema Klimaschutz umgeht, und stellen Sie lokale Projekte und Initiativen hierzu in Form eines Kurzreferates vor.
27. Überlegen und diskutieren Sie, welchen Beitrag Sie selbst (bzw. Ihre Schule) bei der Reduzierung von Emissionen leisten können. Stellen Sie Ihre persönlichen Klimaschutzmaßnahmen zusammen, die Sie ab sofort umsetzen wollen und überprüfen Sie diese nach einem (halben) Jahr. Beziehen Sie dabei auch mit ein, wie unterschiedlich wirksam die Maßnahmen sind. Bilden Sie hierzu verschiedene Arbeitsgruppen.

**M 24****Das Kyoto-Protokoll**

Zur Konkretisierung ihrer Verpflichtungen zum Schutz des globalen Klimas verabschiedeten die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention auf ihrer dritten Konferenz Ende 1997 in Kyoto, Japan, einstimmig das Kyoto-Protokoll. Die Industrieländer verpflichten sich darin erstmals auf eine überprüfbare Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen um insgesamt 5,2 % bis zur „Budgetperiode“ 2008-2012. Unter die Regelung fallen die Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O) (Bezugsjahr 1990) sowie von teilhalogenierten Kohlenwasserstoffen (H-FKW), perfluorierten Kohlenwasserstoffen (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) (Bezugsjahr 1995). Nach der Ratifizierung durch das russische Parlament im Oktober 2004 trat das Kyoto-Protokoll am 16. Februar 2005 in Kraft, seine erste Verpflichtungsperiode endet im Jahr 2012. Bei den UN-Klimaverhandlungen im indonesischen Bali im Dezember 2007 fiel der Startschuss für die Verhandlungen zu einem neuen Klima-Abkommen für die Zeit nach 2012, auf das man sich bis zum Jahr 2009 einigen will. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse des IPCC dienen der Politik dabei als wichtige Handlungsgrundlage.

(verändert und ergänzt nach: Fischer-Weltalmanach 2003, S. 1263)

**M 25**

**„Wer beim Klimaschutz bremst oder auch nur auf der Stelle tritt, wird in nur wenigen Jahren den Anschluss an die wichtigsten Märkte der nächsten Jahrhunderte verpassen.“**

(G. Schröder, ehemaliger Bundeskanzler)

**„Wenn ich mir die Parallelen bei der Bekämpfung der Ozonzerstörung im Montrealer Protokoll ansehe, dann bin ich optimistisch.**

**(...) Als die Industrie begriff, dass sich mit FCKW-Ersatzstoffen Geld verdienen lässt, ging alles ganz plötzlich voran.“**

(Guy Brasseur, Klimaforscher, in: Die Zeit, Nr. 11/2001)

**→ Aufgaben**

27. Erläutern Sie nationale und internationale Maßnahmen zur Verminderung des Treibhauseffektes. Diskutieren Sie die Schwierigkeiten bei der Festlegung der Maßnahmen sowie bei deren Umsetzung (**M 21 und M 22**).
28. Analysieren Sie den Zwischenstand ausgewählter Staaten auf ihrem Weg zur Umsetzung ihrer Emissionsverpflichtungen von Kyoto, indem Sie auf der URL [www.grida.no/climate](http://www.grida.no/climate) o.ä. den aktuellen Stand einzelner Staaten abfragen.
29. Erklären Sie den Mechanismus des Emissionshandels (**M 22**). Welche Chancen und Risiken sehen Sie bei diesem politischen Konzept?
30. Bewerten Sie die Aussagen Schröders und Brasseurs (**M 23**). Wo sehen Sie zusammengefasst die grundsätzlichen Schwierigkeiten bzw. Diskrepanzen zwischen „Reden und Handeln“?



**GERMANWATCH...**

...setzt sich seit 1991 für eine soziale und ökologische Gestaltung der Globalisierung ein.

Wir arbeiten u. a. auf folgende Ziele hin:

- Wirkungsvolle und gerechte Instrumente sowie ökonomische Anreize für den Klimaschutz
- Gerechter Welthandel, v. a. faire Chancen für Entwicklungsländer durch Abbau von Dumping und Subventionen im Agrarhandel
- Ökologisches und soziales Investment
- Einhaltung sozialer und ökologischer Standards durch multinationale Unternehmen

2. überarbeitete Auflage 2008

AutorInnen 1. Auflage:  
Markus Breuer, Britta Horstmann,  
Sven Anemüller

Redaktion 2. Auflage:  
Sven Harmeling, Anika Busch, Gerold Kier

Layout: ART:BÜRO Dietmar Putscher, Köln  
[www.dietmar-putscher.de](http://www.dietmar-putscher.de)

Titelfoto: NASA

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier

Bestellnummer: 08-2-06

<http://www.germanwatch.org/rio/ab-allg.pdf>

Germanwatch  
Büro Bonn  
Dr. Werner-Schuster-Haus  
Kaiserstraße 201  
D-53113 Bonn  
Tel.: +49 (0) 228 - 60492-0  
E-Mail: [info@germanwatch.org](mailto:info@germanwatch.org)

Germanwatch  
Büro Berlin  
Voßstraße 1  
D-10117 Berlin  
Tel.: +49 (0) 30 - 28 88 356-0  
E-Mail: [info@germanwatch.org](mailto:info@germanwatch.org)

[www.germanwatch.org](http://www.germanwatch.org)

Weitere Informationen zur Klimaexpedition:  
[www.germanwatch.org/klimaexpedition.htm](http://www.germanwatch.org/klimaexpedition.htm).

Gefördert durch:



Rheinland-Pfalz



Ministerium für Umwelt, Forsten  
und Verbraucherschutz

Die 1. Auflage entstand mit Förderung des:

