

## **Beiblatt 11: Die heutigen Schülerinnen, Schüler und Eltern sollen befähigt werden, einer durch eine starke Erderwärmung ausgelösten gefährlichen Klimaänderung entgegenzuwirken, unter anderem einem möglichen Klimasprung Warmzeit – Kaltzeit in Westeuropa.**

Verschiedene Forschergruppen fanden mit unterschiedlichen Methoden Indizien dafür, dass der Nordatlantikstrom in der Erdgeschichte tatsächlich schon mehrmals innerhalb kurzer Zeit versiegt ist, um dann nach einigen hundert bzw. einigen tausend Jahren wieder anzuspringen.

So ergaben z. B. Untersuchungen von Ablagerungen von Pollen (Blütenstaub), dass vor etwa 12.000 Jahren in unseren Breiten innerhalb kürzester Zeit artenreiche Wälder, artenarmer Tundra wichen (11.1).

Vor allem Untersuchungen von grönländischen Eisbohrkernen zeigen, dass sich unsere Zivilisation in den letzten 8.000 Jahren bei relativ stabilem Klima ausbilden konnte.

Dagegen erwies es sich als fraglich, ob die vorangegangene etwa 2 Grad wärmere Warmzeit ebenso stabil wie die gegenwärtige war. Daher stellt sich die Frage, ob das Klima der Erde bei einem weiteren Temperaturanstieg in gleicher Weise instabil werden könnte (11.2).



Aus der Tiefe im Bohrkern kann das Alter einer Eisschicht bestimmt werden und aus dem Mischungsverhältnis der Sauerstoffisotope  $O^{18}$  und  $O^{16}$  die Lufttemperatur bei ihrer Entstehung. Atmosphärischer Wasserdampf und damit auch die Niederschläge enthalten um so mehr schweren Sauerstoff  $O^{18}$  je höher die Temperatur (11.4).

So zeigen Auswertungen von Eisbohrungen in Grönland für die vorangegangene Warmzeit erhebliche, zum Teil innerhalb von Jahrzehnten ablaufende, drastische Temperatursprünge, wie sie die Menschheit innerhalb der letzten 8.000 Jahre nicht erlebt hat.

Allerdings erschwert die Schichtfaltung in den unteren (alten) Teilen der Erdbohrkerne eine genaue Messung, sodass zumindest einige dieser kurzzeitigen Klimaschwankungen auch vorgetäuscht sein könnten (11.2, 11.3, 11.4).

Bisher konnten diese extremen Klimasprünge in der vergangenen Warmzeit weder eindeutig bestätigt, noch eindeutig widerlegt werden.

So können die bisherigen Computermodellrechnungen ein plötzliches Umkippen der Strömung verbunden mit extrem starken Temperatursprüngen nicht erklären (11.5).

Auch Untersuchungen der zum Teil sehr dünnen Sediment- und Pollenschichten aus dieser Zeit lassen bisher noch keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu. Dies könnte an der geringeren zeitlichen Auflösung in den dünnen Schichten liegen und daran, dass die Pflanzenwelt der Warmzeit verzögert auf Klimasprünge reagiert (11.5).

## Beiblatt 11

Die deutschen Sachverständigen-Kommissionen forderten in den letzten 12 Jahren immer wieder einhellig, dass gefährliche Klimaänderungen, wie unter vielem anderen möglicherweise ein solcher Klimasprung<sup>1</sup>, rechtzeitig verhindert werden müssen. Zusammen mit dem UNO-Klimarat IPCC entwarfen sie eine internationale Konvention zum Schutz des Klimas (11.6, 11.7). Diese wurde 1992 in Rio de Janeiro von den meisten Regierungen der Erde unterschrieben. Ein Teilziel dieser völkerrechtlich bindenden „Klimakonvention“ lautet wörtlich: Die „Stabilisation der Konzentration der Treibhausgase auf einem Niveau, das einen gefährlichen menschlichen Einfluss auf das Klimasystem verhindert...“ (11.8).



Für die Umsetzung speziell dieses Konventionszieles erachtet die Bundestags-Enquête-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ eine mittlere globale Erwärmungsobergrenze von 2 Grad im Jahre 2100 gegenüber 1860 für notwendig, „damit die Menschheit nicht in Klimabereiche kommt, die sie in ihrer Geschichte noch nicht erlebt hat“ (11.9).

Zur Erinnerung: Bei Fortsetzung des gegenwärtigen Trends können es laut IPCC 2001 bis dahin 5,8 Grad werden.

<sup>1</sup> Im IPCC-Bericht 2001 wird ein Zusammenbruch der thermohalinen Zirkulation (dazu zählt der Nordatlantikstrom) neben anderen besonders starken irreversiblen Ereignissen („Large-scale impacts“) als fernere Gefahr erwähnt, die zeitlich später einsetzt und nur bei Emissionsentwicklungen, die bereits aus anderen Gründen intolerabel sind.

Der Bericht beschreibt auf vielen Seiten eine Fülle intolerabler Ereignisse, deren Eintreffwahrscheinlichkeit jeweils eingestuft wird mit „hoch“, „mittel“ und „niedrig“, je nach dem, wie intensiv sie erforscht wurden bzw. wie gut Ergebnisse von verschiedenen Forschergruppen übereinstimmen (11.10).

Die Wahrscheinlichkeit des Stopps der thermohalinen Zirkulation wird als nicht bekannt („not well-known“), aber möglicherweise sehr gering eingestuft; jedoch steige die Eintreffwahrscheinlichkeit vermutlich mit der Geschwindigkeit, dem Ausmaß und der Dauer von Klimaänderungen.

Ähnlich beurteilt der Bericht eine starke Abnahme des grönländischen und des westantarktischen Schelfeises, das im Laufe der nächsten 1.000 Jahre den Meeresspiegel um 3 m anheben könnte. Ebenso beurteilt wird die erwärmungsbedingte Freisetzung von Kohlenstoff aus Dauerfrostböden und Methan aus Küstensedimenten, das den Treibhausgasgehalt der Erdatmosphäre zusätzlich erhöhen und den Klimawandel verstärken würde (vgl. Beiblatt 4; 11.11).

## Literatur

- 11.1 Bild der Wissenschaft 11/1988.
- 11.2 Enquête-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1995): Mehr Zukunft für die Erde, *Economica*, S. 20/21; für den Schulunterricht aufbereitet in: LEU (Hrsg.) (1995): Energieversorgung – Schutz der Erdatmosphäre, Ein Unterrichtsvorschlag für Klasse 11; Lehrerheft Ph28.1 S. 108 sowie Schülerheft Ph28.2 S. 46. Für die vermuteten Sprünge in der Warmzeit: Örtter/Müller, Alfred-Wegener-Institut für Polareisforschung, Bremerhafen, persönliche Mitteilungen, Juni/August 2001.
- 11.3 Für die Sprünge in der Kaltzeit: Broecker, W. S. (1996): Plötzliche Klimawechsel; *Spektrum der Wissenschaft*, Januar 1996, S. 86-94.
- 11.4 Rahmstorf, S. (1999): <http://www.PIK-Potsdam.DE/~stefan>.
- 11.5 Miller, H. (2001): Alfred-Wegener-Institut für Polareisforschung, Bremerhafen, persönliche Mitteilung.
- 11.6 Enquête-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1990): Schutz der Erde, S. 53 f, S. 842 ff.
- 11.7 Enquête-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1990): Internationale Konvention zum Schutz der Erdatmosphäre; völkerrechtliche Vereinbarungen zur Reduktion der Emission energiebedingter klimarelevanter Spurengase (Energie und Klima Bd. 9), *Economica Bonn*.
- 11.8 Bundesumweltministeriums (Hrsg.) (1992): Bericht der Bundesregierung über die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro; S. 9.
- 11.9 Enquête-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1995): Mehr Zukunft für die Erde, *Economica*, S. 96/97.
- 11.10 IPCC: Third Assessment Report 2001: Summary for Policy-Makers.
- 11.11 11.10 Working Group 2 S. 6.