

Klimaveränderungen und Umweltkatastrophen: Lektionen aus der Vergangenheit und Perspektiven für die Zukunft

1. Einleitung

Dieser Beitrag beruht auf einem Vortrag mit gleichlautendem Titel im Rahmen der Veranstaltung „Klimakriege als weitere Gefahr für die Bewahrung der Schöpfung – Ein reales Schreckensszenario?“ in der Landesverteidigungsakademie Wien im Mai 2010.

Der Titel der Veranstaltung zeigt deutlich, dass mögliche schädliche Konsequenzen des Klimawandels als Gefährdungs-Szenario zunehmend wahrgenommen werden. Ich werde das Thema hier aus der Sicht der Klimaforschung behandeln. Dabei bieten sich mehrere mögliche Zugänge an, die im Sinne eines möglichst kompletten Bildes sinnvollerweise kombiniert werden sollten:

2. Das Klima und Methoden zu seiner Untersuchung

2.1 Klimabeobachtung

Durch eine genau Beobachtung des Klimas und statistische Auswertung der Daten zeigt sich, wie sich Klimaparameter, wie Temperatur und Niederschlag, verändern bzw. schon verändert haben. Diese Daten gibt es aber natürlich erst seit dem Zeitpunkt, zu dem die entsprechenden Messinstrumente entwickelt wurden – so gibt es zum Beispiel nur vereinzelt

Temperaturmessungen, die mehr als 300 Jahre in die Vergangenheit zurückreichen; im globalen Maßstab gibt es verlässliche Messungen erst seit etwa 150 Jahren. Wenn man daher liest, dass es an einem Ort noch nie so kalt oder so heiß war, sollte man (zumindest in Gedanken) immer ergänzen: „Seit Beginn der Messungen“.

2.2 Klimarekonstruktion

Das bedeutet aber nicht, dass wir über die Zeit, in der es noch keine Messungen gegeben hat, gar keine Informationen haben. Klimahistoriker und Paläoklimatologen haben eine Vielzahl von Methoden entwickelt, mit denen man das Klima der Vergangenheit (im Rahmen gewisser Unsicherheiten) rekonstruieren kann: Historische Berichte liefern oft ein gutes Bild von extremen Wetterereignissen, Gemälde erlauben es, Gletscherstände der Vergangenheit zu rekonstruieren. Aufzeichnungen in Klöstern oder Logbücher von Segelschiffen wurden häufig sehr exakt geführt. Aufzeichnungen über Getreidepreise, den Zeitpunkt der Weinlese, aber auch über den Zeitpunkt der Kirschblüte in Japan oder über den Pegelstand des Nils im alten Ägypten erlauben Rückschlüsse auf Witterung und Klima.

Auch für die prähistorische Zeit gibt es zahlreiche Rekonstruktionsmethoden: Da das Wachstum von Bäumen nahe der Baumgrenze empfindlich von der Sommertemperatur abhängt, kann diese durch Analyse der Breite der Jahresringe solcher Bäume bestimmt werden. In wärmeren Regionen hängt das Wachstum der Bäume in erster Linie von den Frühlings- und Sommer-Niederschlägen ab – und kann zu deren Rekonstruktion verwendet werden. Gletscher-Bohrkerne reichen mittlerweile mehr als 800.000 Jahre in die Vergangenheit zurück, und liefern Informationen über den Niederschlag und die Temperatur, aber auch über die Zusammensetzung der Luft, und über Vulkanausbrüche der Vergangenheit. Pollen-Analysen zeigen, welche Baumarten (deren klimatische Ansprüche man kennt) in der Vergangenheit vorgekommen sind. Gletscher hinterlassen so deutliche Spuren, dass man noch Eiszeitalter rekonstruieren kann, die mehr als zwei Milliarden Jahre zurück liegen. Alle diese indirekten Methoden können nie so exakt wie direkte Messungen sein, aber sie liefern uns ganz wichtige Informationen darüber, wie sich das komplexe Klimasystem unter ganz anderen Bedingungen – nachweislich – schon verhalten hat. So kann man auch klimahistorische Analogien untersuchen: Wie sah es z.B. auf der Welt aus, als es das letzte Mal um 2 °C oder um 5 °C wärmer war als heute?

2.3 Klimaphysik

Das Klimasystem gehorcht physikalischen Gesetzen; daher kann man berechnen, wie sich Veränderungen auswirken – aber nicht alle Einflussgrößen, und vor allem auch nicht alle Konsequenzen, können gleich gut berechnet werden. So ist es zum Beispiel eindeutig, dass eine Zunahme der Strahlungsleistung der Sonne (bei sonst unveränderten Randbedingungen) zu einer Erwärmung der Erde führen muss, eine Abnahme aber zu einer Abkühlung. Auch eine Zunahme infrarot-aktiver Gase in der Atmosphäre („Treibhausgase“) führt zwingend zu einer erhöhten Strahlungsleistung und damit zu einer Erhöhung der Oberflächentemperatur. Jetzt kommen aber zusätzlich mehrere Rückkoppelungsprozesse ins Spiel, die entscheidend daran beteiligt sind, dass das Klima ein so komplexes System ist. Exemplarisch seien hier drei Beispiele beschrieben.

(a) Aufgrund der Erwärmung schmelzen in hohen Breiten Schnee und Meereis früher; beide würden aber viel mehr Sonnenlicht zurückstrahlen als der nackte Erdboden bzw. das Meer. Dadurch nimmt die Erdoberfläche jetzt mehr Strahlung auf und erwärmt sich weiter. Damit haben wir es hier mit einer „positiven Rückkoppelung“ zu tun, die eine ursprüngliche Änderung weiter verstärkt. Sie wird „Eis-Albedo-Rückkoppelung“ genannt („Albedo“ ist das Rückstrahlvermögen eines Körpers) und ist maßgeblich daran beteiligt, dass sich die Arktis derzeit besonders schnell erwärmt.

(b) Aufgrund der Erwärmung verdunstet mehr Wasser von den Ozeanen und es kann auch mehr Wasserdampf in der Luft sein, bevor es zur Kondensation kommt. Da Wasserdampf aber selbst ein „Treibhausgas“ ist, kommt es zu weiterer Erwärmung – auch das ist eine positive Rückkoppelung.

(c) Aufgrund der stärkeren Verdunstung bilden sich schließlich aber doch auch wieder Wolken, die viel Sonnenstrahlung reflektieren und eine weitere Erwärmung abbremsen (also eine „negative Rückkoppelung“). Gerade dieser Prozess ist besonders komplex und noch nicht in allen Details verstanden.

2.4 Klimamodellierung

Sind die wesentlichen physikalischen Prozesse, die das Klima steuern, bekannt und mathematisch formuliert, so kann man damit ein „Klimamodell“ zusammensetzen und Klimaveränderungen am Computer berechnen. Mit

Klimamodellen ist es bis zu einem gewissen Grad möglich, Klimaveränderungen vorauszuberechnen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass trotz steigender Leistungsfähigkeit der Computer solche Berechnungen nicht mit beliebig feiner räumlicher Auflösung möglich sind (da sonst relativ schnell der Punkt erreicht ist, bei dem die Modellrechnung für ein Jahr selbst länger als ein Jahr dauert).

Globale Modellläufe, die über hundert Jahre oder mehr gehen, sind derzeit nur mit einer Auflösung möglich, die etwa aller hundert Kilometer einen Wert liefert. Damit können Temperaturänderungen gut erfasst werden. Wesentlich schwieriger ist es aber bei der Bewölkung – vor allem bei kleinräumigen Wolken (wie zum Beispiel Gewitterwolken). Diese können mit der vorgegebenen räumlichen Auflösung nicht voll erfasst werden (auch wenn die physikalische Beschreibung prinzipiell besser möglich wäre). So ist es nicht verwunderlich, dass Klimamodelle zwar sehr gut in der Lage sind, Temperaturänderungen der Vergangenheit wiederzugeben (was wiederum das Vertrauen in die Vorhersagekraft stärkt), bei der Bewölkung – und auch beim Niederschlag – zeigen sich aber noch deutliche Schwächen.

Auch bei den Einflussgrößen auf das Klima gibt es deutliche Unterschiede. „Astronomische“ Faktoren, die mit der Bewegung der Planeten zusammenhängen, können extrem genau und auch weit in die Zukunft vorausberechnet werden (Sonnenfinsternisse finden zum Beispiel tatsächlich dann statt, wann sie vorhergesagt waren). Der Tages- und der Jahresgang der Sonnenstrahlung sind ganz entscheidende Einflussgrößen – gerade beim Jahresgang gibt es aber langfristige Schwankungen. So schwankt die Neigung der Erdachse (derzeit $23,5^\circ$), die für die Ausprägung der Jahreszeiten verantwortlich ist, mit einer Periode von 41.000 Jahren. Ist die Neigung stärker, so ist der Unterschied zwischen Sommer und Winter größer (auf beiden Halbkugeln). Auch die Orientierung der Erdachse im Raum ist nicht konstant – die Erde verhält sich wie ein (langsam) taumelnder Kreisel – mit einer Periode von etwas mehr als 25.000 Jahren. Da sich zusätzlich auch noch die gesamte Bahnellipse der Erde um die Sonne dreht, ist es alle 21.000 Jahre so, dass die Nordhalbkugel zur Sonne geneigt ist (es also Sommer ist), wenn die Erde gerade ihren sonnenfernsten Punkt erreicht. Vor etwa 10.000 Jahren (und in etwa 10.000 Jahren wird es wieder so sein) war es umgekehrt, und der Sommer auf der Nordhalbkugel war zu der Zeit, zu der die Erde der Sonne am nächsten war. Dadurch waren die Nord-Sommer heißer, aber die

Winter kälter (auf der Südhalbkugel war der Unterschied zwischen Sommer und Winter dagegen kleiner als heute).

Andere Einflussgrößen sind deutlich schwieriger zu berechnen: So wird das Klima der (näheren) Zukunft ganz entscheidend davon abhängen, wie viele „Treibhausgase“ – allen voran Kohlendioxid – die Menschheit in den nächsten Jahrzehnten aus fossilen Quellen freisetzen wird. Das wird vom Bevölkerungswachstum abhängen, aber auch von der Art unseres Wirtschaftens. Beide Entwicklungen können nicht vorhergesagt werden; deshalb hat man unterschiedliche „Szenarien“ entwickelt, die unterschiedliche mögliche Entwicklungen darstellen sollen. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass in den letzten ca. 15 Jahren, seit dieser Zugang verwendet wird, die tatsächliche Zunahme der Kohlendioxid-Emissionen sehr nahe an der Obergrenze der entwickelten Szenarien gelegen ist. Diese „Projektionen“ sind also auf keinen Fall zu pessimistisch.

3. Lektionen aus der Vergangenheit

3.1 Ungewöhnliche Zeiten

Mit den oben (in Kapitel 2.1 und 2.2) geschilderten Methoden haben wir mittlerweile ein recht klares Bild vom Klima der Vergangenheit – und das ist für viele vielleicht (auf den ersten Blick) überraschend: Die meiste Zeit der Erdgeschichte war es wärmer als heute – auf der Erde gab es kaum Schnee und noch weniger Eis (man spricht daher von „akryogenen“, also „nicht-eisbildenden“ Phasen). Falls Sie sich jetzt fragen: „Und warum dann die ganze Aufregung über die Erderwärmung?“ – Darauf werde ich bald wieder kommen.

3.2 Eiszeitalter

Diese Warmphasen wurden immer wieder (für einige zehn Millionen Jahre) von Eiszeitaltern unterbrochen, die in Summe aber nur etwa 10 % der Erdgeschichte gedauert haben. Ein gemeinsames Merkmal der vergangenen Eiszeitalter war, dass sich durch die ganz langsam ablaufende Plattentektonik („Kontinentalverschiebung“) gerade ein Kontinent über einem der Pole befunden hat – so können und konnten sich mächtige, einige tausend Meter dicke Eisschilde bilden. Heute ist es die Antarktis (und Grönland), im Erdaltertum war es aber auch einmal Afrika, und die heutige Sahara war vereist. Zusätzliche Faktoren sind – langsame – Schwankungen des Treibhausgas-

Gehaltes der Atmosphäre. So haben sich im „Karbon“ mächtige Wälder auf der Erde ausgebreitet, die der Atmosphäre Kohlendioxid entzogen haben (das wir der Atmosphäre jetzt durch Verbrennen von Steinkohle wieder zuführen). Beim jetzigen, dem „Quartären Eiszeitalter“ war es verstärkte Erosion nach der Entstehung großer Gebirge (Himalaya, Karakorum, Hochland von Tibet, Anden ...), die der Atmosphäre wiederum Kohlendioxid entzogen hat. Und damit sind wir wieder in der Erd-Neuzeit: Wir sind gerade mitten in einem Eiszeitalter, allerdings in einer Warmzeit.

3.3 Kalt- und Warmzeiten

Innerhalb eines Eiszeitalters wechseln Kalt- und Warmzeiten einander ab, wobei die Warmzeiten deutlich kürzer dauern (oft nur ca. 10.000 Jahre). Diese Abfolge von Kalt- und Warmzeiten wird durch die in 2.4 geschilderten Schwankungen der Erdbahn-Parameter gesteuert, zu denen sich als dritte noch die Veränderung der Form der Bahnellipse der Erde (mit einer Periode von 100.000 Jahren und einer weiteren von etwa 400.000 Jahren) gesellt. Sie werden nach ihrem Entdecker (Milutin Milankovic) als Milankovic-Zyklen bezeichnet. Die durch sie verursachten Schwankungen der Sonneneinstrahlung werden durch Rückkoppelungen (wie die „Eis-Albedo Rückkoppelung“, siehe 2.3) weiter verstärkt.

Die letzten Kalt-Warmzeit-Zyklen hatten eine Periode von etwa 100.000 Jahren, gesteuert durch den 3. Milankovic-Zyklus (siehe oben). Die Warmzeit vor etwa 400.000 Jahren (bei der die 100.000- und die 400.000-Jahr Perioden zusammengefallen sind) dauerte etwa 30.000 Jahre (so wie es auch die jetzige – ohne menschlichen Einfluss – tun würde). Die letzten beiden Warmzeiten dauerten aber nur jeweils etwa 10.000 Jahre. In diesem Zusammenhang ist die letzte Warmzeit (in Europa „Eem“ genannt) besonders interessant – sie dauerte kürzer als die jetzige, war aber im globalen Mittel ungefähr 2 °C wärmer. Als Resultat lag der mittlere Meeresspiegel etwa 6 m höher als heute – das entspricht sehr genau dem Abschmelzen des Eisschildes in Grönland – und ist ein überzeugendes Argument, die Welt-Mitteltemperatur möglichst nicht langfristig auf mehr als 2 °C über dem heutigen Wert steigen zu lassen.

3.4 Die letzte Kaltzeit

Am Höhepunkt der letzten Kaltzeit – vor etwa 20.000 Jahren – war die Welt-Mitteltemperatur „nur“ ca. 5 °C niedriger als heute – und die Welt war eine andere. Zu den Eisschilden in der Antarktis und in Grönland kamen weitere

in Nordamerika und Skandinavien, in Mitteleuropa gab es praktisch keine Bäume, und durch die Alpen zog sich ein gewaltiges Eisstromnetz. Der Murgletscher reichte bis Judenburg, der Draugletscher bis Völkermarkt, Inn- und Salzachgletscher reichten überhaupt bis ins Vorland. Dort wo heute Innsbruck, Salzburg und Klagenfurt liegen, waren hunderte Meter mächtiges Eis. Da so viel Wasser in Form von Eis gebunden war, lag der Meeresspiegel etwa 120 m tiefer als heute. In Europa lebten Mammuts, Wollnashörner, Höhlenbären, Säbelzahnkatzen und Riesenelche – sie starben alle aus, als die Temperaturen am Ende der letzten Kaltzeit stark und schnell stiegen. Und das ist auch gleich eine weitere Lektion aus der Erdgeschichte: die großen Massensterben im Tier- und Pflanzenreich haben sich immer dann ereignet, wenn sich die Umweltbedingungen schnell (und das im globalen Maßstab) verändert haben.

Die letzte Phase, in der es weltweit ca. 5 °C wärmer war als heute, findet man vor 55 Millionen Jahren. Auch damals war die Welt eine andere: In der Arktis lebten Alligatoren und Schildkröten (zum Beispiel auf Ellesmere Island), in Kamtschatka gab es Palmen. Diese Epoche war durchaus eine gute für das Leben auf der Erde – würden wir aber einen Wechsel zu solchen Bedingungen in wenigen Jahrhunderten herbeiführen, so wäre das für das Leben auf dieser Welt eine Katastrophe.

3.5 Die aktuelle Warmzeit

Nicht nur Tiere und Pflanzen vertragen schnelle Umweltveränderungen schlecht – auch wir Menschen sind von den Umweltbedingungen stärker abhängig, als uns oft bewusst ist. Die letzten 12.000 Jahre waren – verglichen mit den Jahrhunderttausenden davor – eine Zeit besonders stabilen Klimas. Und genau in dieser Zeit haben sich unsere Zivilisation und unsere Landwirtschaft entwickelt. Wir leben dort und wir bauen dort die landwirtschaftlichen Produkte an, wo die derzeit herrschenden klimatischen Bedingungen passend sind.

Aber auch in den letzten 12.000 Jahren, in denen die Temperaturen bemerkenswert stabil waren, hat es bedeutende klimatische Veränderungen gegeben – durch Veränderungen der Niederschlagsverhältnisse. Aufgrund der etwas stärkeren Sonneneinstrahlung im Sommer (siehe 2.4) war vor etwa 10.000 Jahren auch die Monsunzirkulation auf der Nordhalbkugel stärker ausgeprägt. Dadurch gab es intensivere Niederschläge in Nordafrika, und

die heutige Sahara war grün – mit Tierherden, wie wir sie heute aus Ostafrika kennen. Die wieder abnehmenden Niederschläge konnte die Pflanzen- und Tierwelt noch eine Zeit lang verkraften, aber vor ca. 6.000 Jahren kam es zu einem abrupten Übergang zu den wüstenhaften Bedingungen, wie wir sie heute kennen.

3.6 Veränderungen in historischer Zeit

Mittlerweile finden sich mehr und mehr Hinweise darauf, dass auch historische Entwicklungen stark von klimatischen Veränderungen beeinflusst waren. Ein gutes Beispiel dafür ist das (lange Zeit rätselhafte) Verschwinden der Maya-Kultur. Inzwischen hat sich gezeigt, dass alle drei Phasen des Kollapses der Maya-Kultur in Yucatan mit ausgeprägten Dürreperioden zusammenfallen. Andere Beispiele beziehen sich auf den Untergang des Reiches von Akkad sowie auf das Verschwinden der Anasazi-Indianer im Südwesten der heutigen USA. Baumring-Analysen aus Europa zeigen starke Schwankungen der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse zur Völkerwanderungszeit (mit einem deutlichen Temperatursturz gegen Ende derselben). Auch die Zeit des Dreißigjährigen Krieges fällt durch (regional) niedrige Temperaturen auf.

Während sich in den letzten Jahrhunderten eher Perioden mit niedrigen Temperaturen negativ bemerkbar gemacht haben, kommen wir zunehmend in einen Bereich, in dem durch die fortschreitende globale Erwärmung hohe Temperaturen schädlich sein können. Wie sich das auswirken kann, zeigt der Sommer 2003, bei dem es in Europa aufgrund der hohen Temperaturen über 30.000 Hitzetote zu beklagen gab (die meisten in Frankreich, wo die Temperaturen besonders hoch waren). Während sich der Sommer 2003 als Einzelereignis nicht zwingend auf den menschengemachten Klimawandel zurückführen lässt, ist es klar, dass durch die Erwärmung solche Sommer in Zukunft häufiger werden.

4. Perspektiven für die Zukunft

4.1 Menschgemachter Klimawandel

Seit es weltweite Temperaturmessungen gibt (also seit ca. 150 Jahren, siehe 2.1), beobachtet man einen deutlichen Temperaturanstieg, der durch natürlich Einflussgrößen spätestens seit ca. 1980 nicht mehr erklärt werden kann. Die natürlichen Einflüsse laufen natürlich weiter, und erklären zum

Beispiel, warum es in den Jahren 1992 und 1993 kälter war als davor – die Schwefelsäure-Wolken, die beim gewaltigen Ausbruch des Pinatubo in die Stratosphäre gelangt waren, hatten einen Teil des Sonnenlichtes reflektiert. Durch den Jahrhundert-El Niño 1997/1998 sticht das Jahr 1998 mit besonders hohen Temperaturen hervor – dem ein kälteres Jahr durch La Niña Bedingungen folgt. Die Jahre 2010 und 2005 sind (ex aequo – im Rahmen der Unsicherheit) die weltweit wärmsten seit Beginn der Messungen.

Seit 1980 sind die Temperaturen weltweit um $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ gestiegen, dieser Anstieg kann nur durch menschlichen Einfluss – insbesondere den Kohlendioxid-Ausstoß – erklärt werden. Zugleich beobachtet man einen starken Rückgang der Gebirgsgletscher, zu dem in den letzten Jahren ein beschleunigtes Abschmelzen des grönländischen Eisschildes hinzukommt: Zurzeit geht hier – pro Jahr – mehr Eis verloren, als es in den Alpen insgesamt noch gibt. Auch bei den Niederschlägen gibt es Veränderungen, die aber nicht so einheitlich sind. Der Mittelmeerraum fällt zum Beispiel durch abnehmende Niederschläge auf. In manchen Regionen gibt es eine Tendenz dazu, dass die Gesamtniederschläge zwar nicht unbedingt zunehmen, diese aber durch heftigere Einzelereignisse (und längere Trockenphasen dazwischen) zustande kommen.

4.2 Die nähere Zukunft

Da die jährlichen Kohlendioxid-Emissionen sogar noch zunehmen, ist es klar, dass auch die Temperaturen weiter steigen werden. Ohne deutliche Emissions-Reduktionen muss man davon ausgehen, dass die Temperaturen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts im globalen Mittel noch einmal um mindestens $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ steigen werden – in manchen Regionen aber auch um deutlich mehr. Wenn die Emissionen weiter so stark steigen wie derzeit, ist auch ein Temperaturanstieg um über $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ möglich. Damit würden wir in etwas mehr als hundert Jahren einen Temperaturanstieg verursachen, der so groß ist wie der von der letzten Kaltzeit zur aktuellen Warmzeit – also einen Übergang in eine (klimatisch) andere Welt.

Bei den Niederschlägen sind die Klimamodelle leider noch deutlich weniger treffsicher (siehe 2.4). Hier ist es durchaus möglich, dass ein Modell für eine Region eine Zunahme vorhersagt, das andere aber eine Abnahme. In einigen Regionen sind sich aber alle Modelle einig, zum Beispiel im Mittelmeerraum, wo man daher mit einer Abnahme der Niederschläge rechnen sollte.

Schwierig ist die Vorhersage auch für Österreich, da wir hier gerade in einer Übergangsregion leben. Während der Süden wahrscheinlich durch die Abnahme der Niederschläge im Mittelraum beeinflusst werden wird, zeichnet sich im Westen und Norden eine Tendenz zu mehr Niederschlägen ab. Wärmer wird es aber auch bei uns sicher werden, und damit ist eine zunehmende Trocken-Gefährdung im Süden nicht auszuschließen. Auch die Gletscher in Österreich werden weiter zurückschmelzen.

4.3 Gefährliche Perspektiven

In Österreich sind wir in der relativ glücklichen Lage, durch das hier herrschende gemäßigte Klima, Anpassungsmöglichkeiten (in beide Richtungen) zu haben – und die werden wir auch nützen müssen. Schädliche Konsequenzen des Klimawandels werden wir später spüren als in vielen anderen Regionen, aber in einer globalisierten Welt werden wir auch von den Schäden in anderen Regionen betroffen sein.

Diese in einem erträglichen Rahmen zu halten, muss daher ein gemeinsames Ziel der Weltgemeinschaft sein. Daher müssen wir die Treibhausgas-Emissionen deutlich reduzieren – und uns gleichzeitig an den Teil des Klimawandels anpassen, den wir nicht mehr aufhalten können.

Sollten wir es nicht schaffen, die Temperaturen langfristig um weniger als 2 °C über den heutigen Wert steigen zu lassen, müssen wir damit rechnen, dass das Eis in Grönland unwiederbringlich schmilzt (siehe 3.3). Dieser Prozess dauert zwar Jahrhunderte, führt aber zu einem Meeresspiegel-Anstieg von etwa 6 m, und damit zu einem gigantischen Verlust von menschlicher Infrastruktur (Venedig, New York ...), der immense Schutz- oder Wiederaufbau-Maßnahmen erfordert. Während zum Beispiel die Niederlande einen moderaten Meeresspiegel-Anstieg durch den Bau höherer Dämme eindämmen könnten, erscheint das im extrem dicht besiedelten Bangladesch unmöglich. Bei +6 m wäre ein wesentlicher Teil des Landes überflutet – und wohin sollen die betroffenen Menschen? Wohl nicht nach Indien, das selbst schon viel zu dicht besiedelt ist.

Wir befinden uns gerade im sechsten großen Massensterben der Erdgeschichte – diesmal ist die Ursache der Mensch. Zahllose Pflanzen- und Tierarten gehen verloren, in erster Linie durch den zunehmenden Verlust und die Zerstückelung des Lebensraumes. Durch den Klimawandel wird diese

Situation noch zusätzlich verschärft. Hier hat der Kohlendioxid-Ausstoß auch noch zusätzlich Konsequenzen: ein Teil des zusätzlichen Kohlendioxids wird von den Meeren aufgenommen – mit dem Resultat, dass diese immer saurer werden. Ungebremst führt das zu dem Punkt, bei dem kein Korallenwachstum mehr möglich ist.

Derzeit wachsen landwirtschaftliche Produkte großteils dort, wo die klimatischen Bedingungen passen – und wir sind gerade eben (theoretisch) in der Lage, sieben Milliarden Menschen zu ernähren (wenn wir das gerechter tun würden). In einem drastisch veränderten Klima – mit wesentlich mehr Menschen – muss das nicht mehr der Fall sein.

Das sollten genug Gründe sein, um zu verhindern, dass die gefährlichen Szenarien tatsächlich eintreten.