

Das globale Klima steht auf der Kippe

Neue Forschungsergebnisse zum Klimawandel

Christoph Bals

Erschienen in: *eins Entwicklungspolitik*, März 2006

Das vergangene Jahr war vermutlich das wärmste Jahr seit Beginn der Temperaturmessung und es war ein Rekordjahr für Wetterkatastrophen. Fast überall in der Welt sind die Auswirkungen des Klimawandels nicht mehr zu übersehen. Jüngste Forschungsergebnisse zeigen, dass sich der Meeresspiegel noch in diesem Jahrhundert um mehrere Meter erhöhen kann, die Gletscher im Himalaya abschmelzen und große Teile Indiens, Afrikas und des Amazonasbeckens austrocknen. 2005 könnte aber auch der Umkehrpunkt in der Klimapolitik gewesen sein. Ein umfassenderes 2. Kyoto-Protokoll ist möglich geworden. Redaktion

In den letzten zwei Jahren legte die Klimawissenschaft mögliche Großprobleme durch Emissionsanstieg von Kohlendioxid (CO₂) und Klimawandel auf den Tisch, die bisherige Vorstellungen von der Größenordnung des Klimaproblems überholt erscheinen lassen. Es könnten schon in diesem Jahrhundert Probleme auf uns zukommen, die sich für ganze Großregionen als schlechthin nicht mehr zu bewältigen darstellen.

Auch schon vor fünf Jahren wussten wir, dass der Klimawandel nicht nur allmähliche Veränderungsprozesse zur Folge hatte. Eins der Großexperimente, das wir durch den globalen Klimawandel anstellen, ist bereits intensiv diskutiert worden: Wie stabil ist der Golfstrom, die „Zentralheizung“ Westeuropas, gegenüber dem globalen Klimawandel? Die Auskunft, es sei unwahrscheinlich, dass eine erhebliche Abschwächung oder gar eine Verlagerung schon in diesem Jahrhundert passieren könnte, beruhigte eher. Die Überlegungen von Gerhard Berz, der beim größten Rückversicherer „Münchener Rück“ jahrzehntelang Georisiken mit einem starken Schwerpunkt auf dem Klimawandel erforschte, gaben aber zu denken: „Wir bewegen uns, wenn wir den Emissionsausstoß nicht stark zurückfahren, auf Szenarien zu, mit denen wir als Menschheit keinerlei historische Erfahrungen haben. Würden wir uns auf eine Eiszeit zu bewegen, wüssten wir in etwa, was auf uns zukommt. Aber in dem unbekanntem ‚Land‘, auf das wir uns durch den menschengemachten Klimawandel zu bewegen, werden eine ganze Menge großer und in der Regel nicht angenehmer Überraschungen auf uns warten.“

Inzwischen aber hat die wissenschaftliche Debatte eine neue Dimension angenommen. Einige der großen, unangenehmen Überraschungen, die auf uns zukommen könnten, sind identifiziert. Es geht nicht mehr um ein Großrisiko, sondern um einen ganzen Fächer davon. In der wissenschaftlichen Fachzeitschrift „Nature“ wurde die „Karte der Kipp-Punkte“ von Prof. Dr. Hans-Joachim Schellnhuber, dem Präsidenten des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, veröffentlicht.¹ Sie zeigt, wie unübersichtlich die Zahl der Großrisiken durch den Klimawandel inzwischen geworden ist. „Ich hoffe sehr, dass ich auch einmal Punkte als nicht

¹ Siehe auch Interview mit Prof. Schellnhuber unter <http://www.germanwatch.org/rio/hjsint06.pdf>

mehr relevant hier löschen kann,“ sagte er, „aber bisher musste ich alle paar Monate einen hinzufügen.“

Selbsterstörende Prophezeiungen

Die Wissenschaft prognostiziert kein unweigerliches Eintreten dieser gewaltigen Probleme. Es handelt sich nicht um Prognosen im strengen Sinne. Es ist vielmehr sinnvoll, die Landkarte der Kipp-Punkte als selbstzerstörende Prophezeiungen („self-destroying prophecies“) zu lesen. Das Wissen um die ernsthafte Möglichkeit dieser Szenarien soll einen Beitrag dazu leisten, dass diese Szenarien nicht eintreffen. „Das Wetterleuchten aus der Zukunft soll uns den Weg weisen aus der Gefahr.“

Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen der im Folgenden beschriebenen Probleme ist nur dann sehr groß, wenn wir nicht die Emission von Treibhausgasen drastisch verringern. Wenn die Temperatur im Weltdurchschnitt mehr als zwei Grad über das vorindustrielle Niveau steigt, wachsen mit zunehmender Temperatur schnell die Risiken, dass die verschiedenen Schwellenwerte für diese Großrisiken überschritten werden. Wenn es uns hingegen gelingt, die globale Temperaturerhöhung auf einen Wert unter zwei Grad Celsius gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen, dann haben wir gute Chancen, die meisten der Großexperimente ganz oder teilweise zu vermeiden. Noch meint die große Mehrzahl der Wissenschaftler, dass wir durchaus noch eine realistische Chance haben das „Unbewältigbare zu vermeiden“ (Schellnhuber). Nur einige der möglichen Kipp-Punkte können hier angerissen werden:

Eisschilde in Grönland und der Antarktis

Eine neue, im wissenschaftlichen Fachblatt „Science“ veröffentlichte Studie hat den 2005 für die G8-Regierungschefs in Exeter zusammengefassten Sachstand der Abschmelzprozesse in Grönland überholt und dramatisiert. Die Autoren des Exeter-Berichts gehen noch davon aus, dass unter heutigen Bedingungen die Akkumulation von Eis durch zusätzlichen Schneefall etwa doppelt so groß sei wie die Eisverluste durch Schmelzen und Abbrechen von Eisstücken. Allerdings wird mit der zunehmenden Erwärmung des Klimas erwartet, dass sich dies in sein Gegenteil verkehrt. Trotz der Annahme der gegenwärtig noch positiven Eisbilanz sind die Ergebnisse der Modellrechnungen höchst alarmierend: Bei einem lokalen Temperaturanstieg von 2,7 Grad – dies kann schon bei einem globalen Temperaturanstieg weit unter diesem Niveau erreicht sein – wird der Punkt erwartet, an dem der Schmelzprozess größer als der Aufbauprozess ist. Es kann dann nicht ausgeschlossen werden, dass eine möglicherweise irreversible komplette oder zumindest teilweise Enteisung Grönlands selbst bei einer dann folgenden sehr ehrgeizigen Reduktion von Treibhausgasen und einem relativ niedrigen Niveau der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre angestoßen wird. In mehr als 1.000 Jahren würde dann der Meeresspiegel um etwa sieben Meter ansteigen, allein durch das Schmelzen des Grönlandeises.

Doch jetzt hat eine auf Satellitenmessungen beruhende Studie nachgewiesen, was vorher schon verschiedene Forscher befürchtet hatten: Die dynamischen Schmelzprozesse, die sich in der Realität dort zeigen, laufen anders und schneller ab als in den bisherigen Modellen angenommen, die auch den Szenarien des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) über den Meeresspiegelanstieg zu Grunde liegen. Erstmals lässt sich im Detail das Verhalten des Eisstroms verfolgen, der dem Grönland-Eisschild Wasser entzieht. Die neuen Daten zeigen, dass anders als bisher angenommen Grönland bereits jetzt etwa 200 Kubik-Kilometer Eis

im Jahr zu verlieren scheint. Besonders alarmierend sind zwei Sachverhalte: zum einen die starke Beschleunigung, mit der sich die Gletscher aufs Meer zu bewegen. Zum anderen die Tatsache, dass das meiste Eis nicht wie bisher vermutet durch allmähliche Schmelzprozesse verloren geht, sondern durch das Abbrechen von großen Eisstücken von Gletschern, die auf dem eigenen Schmelzwasser als Gleitmittel immer schneller dem Meer zutreiben. Schon jetzt beruhen zwei Drittel des Eisverlustes auf diesem Abbrechen von Riesen-Eisbrocken, nicht auf langsamem Abtauen. Die möglichen Konsequenzen für den Meeresspiegelanstieg, die Jim Hansen als oberster Klimachef der US-Raumfahrtbehörde NASA der Öffentlichkeit Ende Januar präsentieren wollte, sind so dramatisch, dass die Regierung Bush ihm einen Maulkorb verpassen wollte. Hansen hat sich nicht abhalten lassen; er argumentierte, es sei oberster Leitsatz der NASA, den Planeten zu untersuchen und zu schützen.

Jochen Luhmann vom „Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie“ zieht den Schluss: „Die Charakteristika der vom IPCC herangezogenen Modelle zur Simulation der Schmelzprozesse der Eisschilde auf Grönland entsprechen nicht der dort inzwischen zu beobachtenden Wirklichkeit.“ Ohne geeignete Modelle aber, die die Dynamik des Schmelzprozesses darstellen, befinden wir uns im Blindflug, was die Schmelzprozesse auf Grönland (und in der West-Antarktis) und damit was den weltweiten Meeresspiegelanstieg angeht. Die Zahlenwerte, die Hansen angibt, nach denen der Meeresspiegel noch in diesem Jahrhundert um mehrere Meter steigen könnte, sind grobe Schätzungen. Neue Modelle, die die beschleunigte Dynamik berücksichtigen, gibt es noch nicht. Es reicht zu wissen, dass ein in Metern zu messender Meeresspiegelanstieg in diesem Jahrhundert möglich erscheint, und dass sich dieser Anstieg in den nächsten Jahrhunderten schnell fortsetzen könnte. Für den großen Teil der Menschheit, der in Küstennähe siedelt, ist das ein Alarmruf.

Monsun in Indien

Der indische Monsun ist die Lebensader des Halbkontinents. In früheren Jahrzehnten brachte er jährlich verlässliche Niederschläge. Doch der regelmäßige Rhythmus scheint in den letzten 30 Jahren zunehmend ins Stocken geraten zu sein. Ungewöhnliche Schwankungen führten teilweise zu katastrophalen Hungersnöten und verheerenden Überschwemmungen in ganz Indien. Es waren jedoch vor allem die Wetterextreme der letzten zehn Jahre, allen voran die Dürre 2002 und die Extremniederschläge 2005, die einige der renommiertesten Klimaforschungsinstitute dazu bewegten, der Frage nachzugehen, inwiefern menschliche Eingriffe den Monsun massiv stören könnten.

Im Verlauf einer Studie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung konnten die Wissenschaftler zwei Prozesse bestimmen, welche die Monsuntätigkeit in Zukunft erheblich beeinträchtigen und die betroffenen Bevölkerungsgruppen, vor allem in den ländlichen Regionen Indiens, schon in naher Zukunft an die Grenzen ihrer Anpassungskapazitäten führen könnten.

Erstens: Die Erhöhung der atmosphärischen Konzentration an Schwebeteilchen führt zu vermehrter Wärmerückstrahlung der Wolken bzw. der Erde. Die Folge ist, dass die Temperatur über den indischen Landmassen abnimmt, der Temperaturunterschied zwischen Land und Wasser sich demzufolge abschwächt und bei Überschreitung eines kritischen Schwellenwertes zu einem Kollabieren des indischen Monsuns führt.

Zweitens: Auch die erhöhte Durchschnittstemperatur durch den menschengemachten Klimawandel kann zu einer Destabilisierung des indischen Sommermonsuns – allerdings in Rich-

tung einer Intensivierung – führen. Nicht nur die bodennahen Luftschichten über den Landmassen, sondern auch die Oberflächenwasser der Meere erwärmen sich dadurch und mehr Wasser verdunstet. Dies führt zu einer Intensivierung des indischen Sommermonsuns mit heftigeren und länger andauernden Niederschlägen, wie sie zuletzt im Sommer 2005 in Mumbai zu spüren waren.

Obwohl sich beide Szenarien gegensätzlich verhalten, können sie sich auch, so die Wissenschaftler des Potsdam-Instituts, miteinander zu einem dritten „Worst-Case-Szenario“ verbinden. In diesem Fall kommt es zu einer Art „Achterbahn-Szenario“, in dessen Gefolge zunächst für einige Jahrzehnte eine Abschwächung oder gar ein vollständiges Ausbleiben der Monsune zu erwarten wäre. Wassermangel und verheerende Dürren wären die Folge. Nach dieser kurzfristigen Unterdrückung der Monsunniederschläge könnten jedoch nationale Bemühungen zur Reduzierung der atmosphärischen Aerosolkonzentration greifen. Bei gleichzeitig weiter steigender CO₂-Konzentration käme der Monsun daraufhin „stärker denn je zurück“ und mit ihm Extremregenereignisse und heftige Überschwemmungen.

Gletscher im Himalaja

Die Gletscher des Himalajas bedecken eine Fläche von etwa drei Millionen Hektar, die fast dem Achtfachen der Gletscher der Schweizer Alpen entspricht. Sie stellen einen der größten Eiskörper auf der Erde dar. Seit ihrer Entstehung vor Millionen von Jahren unterlagen die Gletscher einem stetigen Wandel sich abwechselnder glazialer Kälte- bzw. interglazialer Wärmeperioden, während derer sich die Eismassen ausweiteten bzw. zurückzogen. Seit dem Ende der letzten großen Eiszeit hat sich das Volumen der vergletscherten Eismasse kontinuierlich sowohl horizontal als auch vertikal verringert.

Wie fast überall auf der Erde ist inzwischen auch im Himalaja ein kontinuierlicher Rückzug der Gletscher zu beobachten, der schneller stattfindet als erwartet. Syed Iqbal Hasnain, Vorsitzender der Arbeitsgruppe „Himalajaische Glaziologie“ (WGHG) und der „Internationalen Kommission für Schnee und Eis“ (ICSI) erklärt: „Nirgendwo auf der Welt bringt die globale Klimaerwärmung die Gletscher schneller zum Schmelzen als im Himalaja, und wenn die gegenwärtigen Schmelzraten sich fortsetzen, ist ein kompletter Verlust noch bis zum Ende dieses Jahrhunderts sehr wahrscheinlich.“

Infolge dieser Entwicklung drohen womöglich dramatische Konsequenzen für mehrere hundert Millionen Menschen in China, Nepal und vor allem in Indien. Der Himalaja gilt auf Grund seines Süßwasserspeichers auch als „Wasserturm Asiens“. Die meisten nordindischen Flüsse werden von den Schmelzwassern des Himalajas gespeist, darunter auch drei der wichtigsten: Brahmaputra, Indus und Ganges. Die schmelzenden Gletscher könnten somit die Wasserversorgung der betroffenen Regionen erheblich gefährden. Zunächst ist damit zu rechnen, dass das Schmelzwasser die Gletscherflüsse ansteigen lässt. Schon jetzt verzeichnen die gletschergespeisten Flüsse auf der indischen Seite des Himalajas wegen des gestiegenen Schmelzwassereintrags einen Volumenüberschuss von bis zu vier Prozent. Dies erhöht die Gefahr regionaler Überschwemmungen.

Doch es ist damit zu rechnen, dass sich mit abnehmender Eismasse in wenigen Jahrzehnten der Trend umkehrt, die Wasserstände sinken und die Menschen in den Flussgebieten vor eine existenzielle Herausforderung gestellt werden. 500 Millionen Menschen leben allein in der Gangesebene von den Wassern des Himalajas. 70 bis 80 Prozent des Ganges werden von den

Schmelzwassern des Himalajas gespeist. Schon jetzt herrscht in dieser Region auf Grund des enormen Bevölkerungsdrucks, der wasserintensiven Landwirtschaft und Industrie ein ernsthafter Wasserstress. Darüber hinaus würde eine Reduzierung der Wassermassen auch den effizienten Betrieb von Wasserkraftwerken unmöglich machen.

Trotz des Gefährdungspotenzials einer klimabedingten Gletscherschmelze gibt es in Indien – anders als in China – kaum eigene wissenschaftliche Untersuchungen dazu. Der Klimawandel gilt weithin als ein Trick der Industrieländer sich gegenüber dem aufstrebenden Konkurrenten Wettbewerbsvorteile zu sichern. „Die indische Regierung scheint die Dringlichkeit eines Gletschermonitorings komplett zu unterschätzen“, kritisiert Syed Iqbal Hasnain, Vice-Chancellor der Universität von Calicut, Kerala, Indien. „Es entzieht sich meinem Verständnis, dass die indische Regierung es bisher versäumt hat, entsprechende Untersuchungen in Auftrag zu geben, obwohl das Wasser des Himalajas die Lebensgrundlage von Millionen indischer Bürger darstellt.“

Die Zukunft der Sahelzone

Ein Team von Forschern um Isaac Held vom Labor der "National Oceanic and Atmospheric Administration" kommt zu dem Ergebnis, dass der menschengemachte Klimawandel schon für die Dürre im Sahel von 1968 und 1974, der etwa 500.000 Menschen zum Opfer fielen, eine der wesentlichen Ursachen gewesen sei. Allerdings sei die Zunahme der Treibhausgase auch durch Aerosole in der Atmosphäre und durch unangepasste Landnutzung in der Region verstärkt worden, die Quadratkilometer um Quadratkilometer habe zur Wüste werden lassen.

Die andere Aussage könnte für die Zukunft wesentlich bedeutender sein. Wie die meisten bisherigen Modelle erwarten sie zunächst eine Zunahme des Regens in der Sahelzone. Anders als diese erwarten sie aber für die Zeit ab 2050 sehr geringe Niederschläge: 30 Prozent weniger als im Durchschnitt des 20. Jahrhunderts, als langjähriger Mittelwert. Die Dürre werde damit zum Normalfall, die Sahelzone trockne weit über das heutige Maß aus. Wie die Regenzeit von Juli bis September ausfällt, hänge stark von der Oberflächentemperatur im Atlantik und Indischen Ozean ab. Wird dieser wärmer, trocknet die Sahelzone aus. Im Atlantik ist das Verhältnis entscheidend: Ein wärmerer Norden und kühlerer Süden schieben ein Regenband nordwärts über den Sahel. In diesem Gefüge bessert sich die Lage in der Prognose zunächst, bevor sie sich auf Dauer verschlimmert.

Diese neue Modellierung widerspricht den Simulationen anderer Wissenschaftler, die einen dauerhaften Trend zu mehr Regen zumindest in Teilen der Sahelzone ausmachen, aber diese anderen Simulationen bilden die Vergangenheit weniger gut ab als die neue Modellierung. Deshalb fordern die Wissenschaftler, man solle das Ergebnis ernst nehmen. Ein solches Achterbahn-Szenario könnte viele Bewohnerinnen und Bewohner der Sahelzone vor unüberwindbare Anpassungsprobleme stellen.

Das sind nur einige der großen Kipp-Punkte, die bei ungebremstem CO₂-Anstieg und Klimawandel noch in diesem Jahrhundert auf uns zukommen können. Andere sind ebenso atemberaubend: Es ist gut möglich, dass der Amazonas-Regenwald ab etwa 2080 flächendeckend umkippen und zur Steppe werden wird. Einige der besten Modelle zeigen an, dass der für weite Regionen in Lateinamerika und Teilen Asiens katastrophenträchtige „El-Niño“ dauerhaft werden könnte. Und es ist jetzt nachgewiesen, dass die Meere auf Grund der höheren

CO₂-Aufnahme noch saurer geworden sind und bereits in diesem Jahrhundert zu versauern drohen. Dies kann einerseits zu einer Bedrohung für weite Teile der Nahrungskette in den Ozeanen werden, der Haupteisweißquelle für zwei Milliarden Menschen. Zum anderen kann es die Aufnahmefähigkeit der Ozeane für CO₂ verringern, womit eine erhebliche Beschleunigung des Klimawandels in Gang käme. Soll das Zwei-Grad-Limit nicht überschritten werden, müssen bis Mitte des Jahrhunderts die Treibhausgasemissionen der Industrieländer um 80 und weltweit um etwa 50 Prozent gegenüber 1990 sinken. Die Herausforderung ist immens. Dies wird deutlich, wenn man verfolgt, wie schwerfällig der internationale Klimaschutz in den letzten zehn Jahren in Gang kommt.

Doch es gibt auch eine Reihe von Anzeichen dafür, dass in den kommenden Jahren nicht nur eine neue Dynamik des Klimawandels, sondern auch des Klimaschutzes auf uns zukommen könnte. Der britische Premierminister Tony Blair erklärte kürzlich, er halte es für möglich, dass die Geschichte 2005 als den Umkehrpunkt bezeichnen wird, an dem die Welt die Herausforderung des Klimawandels angenommen hat. „Man kann leicht vergessen, dass es vor nur zwölf Monaten noch mächtige Stimmen gab, die die Größe und sogar die Natur unserer Herausforderung in Frage stellten. Das ist nicht länger der Fall. Wir haben jetzt eine praktisch universelle Übereinstimmung, was die Wissenschaft des Klimawandels angeht.“

2005 der Umkehrpunkt?

Was wenige erwartet hatten, geschah beim Klimagipfel in Montreal. Auf verschiedenen Ebenen wurde ein Verhandlungsprozess gestartet, der ein weit umfassenderes Abkommen als die erste Phase des Kyoto-Protokolls für den internationalen Klimaschutz einläuten könnte. Es ist sehr erfreulich zu sehen, dass sowohl von Südafrika als auch von China vor wenigen Jahren noch kaum vorstellbare, positive Signale kommen. Und es scheint gut möglich, dass eine neue US-Regierung, wer immer sie stellt, einen deutlichen Kurswechsel in der Klimapolitik einleiten wird.

Der neue IPCC-Bericht wird nicht nur Schreckensmeldungen, sondern auch Erfreuliches zu präsentieren haben. Eine globale, ehrgeizige Klimapolitik wird allenfalls halb so teuer, wie die bisherigen Modelle vorgaukelten. Der politisch induzierte technologische Wandel wurde in den Modellen nicht angemessen wiedergegeben. Es ist zu hoffen, dass die Zivilgesellschaft nicht nur in Deutschland auf die Herausforderung des Klimawandels wirkungsvoll reagiert.

Christoph Bals ist Politischer Geschäftsführer von Germanwatch

Der "Exeter-Bericht" ist abrufbar unter:

www.defra.gov.uk/environment/climatechange/internat/dangerous-cc.htm