

## Steigende Temperaturen und Meeresspiegel

---

Die Entstehung unserer Zivilisation fiel in eine Zeit, in der das Klima bemerkenswert stabil war, doch diese Ära neigt sich nun langsam ihrem Ende zu. Wir stehen am Beginn einer neuen Ära, einer Ära der schnellen und oft nicht vorhersagbaren Klimaveränderungen. Die neue Norm im Hinblick auf das Klima heißt Veränderung.

Im Frühjahr 2007 sagte ich bei einer Vorlesung an der Universität in Kioto, es habe in den zehn Jahren seit den Verhandlungen zum Kioto-Protokoll eine deutliche Veränderung gegeben. 1997 sprach man noch im Futur vom Klimawandel, heute tut man es schon im Präsens. Der Klimawandel ist nicht mehr länger etwas, das vielleicht passieren könnte, es passiert bereits.

Heute wissen wir nicht nur, dass sich die Erde immer mehr erwärmt, wir sehen auch bereits einige der Folgen dieser Temperaturerhöhung. Fast überall schmelzen die Berggletscher ab und die Gletscher im Himalaja, aus denen die Flüsse gespeist werden, die für die Bewässerung der Reisfelder in China und der Weizenfelder in Indien lebensnotwendig sind, sind dabei, völlig zu verschwinden.<sup>1</sup>

Besonders das Abschmelzen der Eisschilde von Grönland und der Westantarktis erregen die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler. Wenn es uns nicht ganz schnell gelingt, die Kohlenstoffemissionen so weit zu senken, dass diese Eisschilde erhalten werden können, wird der Meeresspiegel um etwa 12 m ansteigen. Dies wird dazu führen, dass viele der Küstenstädte der Welt überflutet werden und die mehr als 600 Mio. Menschen, die bisher an den Küsten leben, gezwungen sind umzusiedeln.<sup>2</sup>

Die zerstörerischen Folgen der erhöhten Temperaturen sind heute an vielen Stellen bereits sichtbar. So sind in den letzten Jahren die Getreideernten in wichtigen lebensmittelproduzierenden Regionen wegen starker Hitzewellen, die die Pflanzen verdorren ließen, deutlich geringer ausgefallen. 2002 haben die Rekordtemperaturen und die damit einhergehende Dürre dazu geführt, dass die Getreideernte in Indien, den Vereinigten Staaten und Kanada geringer ausfiel, wodurch weltweit 90 Mio. t Getreide weniger zur Verfügung standen als gebraucht wurden, das ist ein Anteil von 5 %. Die rekordverdächtige Hitzewelle in Europa im Jahr 2003 führte abermals zu einem Defizit von 90 Mio. t in der weltweiten Ernte. Und 2005 trugen die starke Hitze und die Dürre im amerikanischen Corn Belt zu einem Defizit von weltweit 34 Mio. Tonnen bei.<sup>3</sup>

---

1 U.N. Environment Programme (UNEP), *Global Outlook for Ice and Snow* (Nairobi: 2007).

2 Ebenda.

3 U.S. Department of Agriculture (USDA), *Production, Supply and Distribution*, elektronische Datenbank unter [www.fas.usda.gov/psdonline](http://www.fas.usda.gov/psdonline), aktualisiert am 11. Juni 2007; Janet Larsen, „Record Heat Wave in Europe Takes 35,000 Lives“, *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 9. Oktober 2003); USDA, National Agricultural Statistics Service, „Crop Production“, Pressemitteilung (Washington, DC: 12. Aug. 2005).

Derartig starke Hitzewellen fordern auch von den Menschen ihren Tribut. Im Jahr 2003 kostete die enorme Hitzewelle, die in ganz Europa die Temperaturrekorde brach, mehr als 52.000 Menschen in neun Ländern das Leben. Allein in Italien starben mehr als 18.000 Menschen und in Frankreich 14.800. Zum Vergleich: Bei dieser Hitzewelle starben in Europa 18-mal mehr Menschen als bei dem Terroranschlag auf das *World Trade Center* und das Pentagon am 11. September 2001.<sup>4</sup>

Die Versicherungsindustrie ist sich der Beziehung zwischen steigenden Temperaturen und der Stärke von Stürmen schmerzlich bewusst. Da die Schadensmeldungen im Zusammenhang mit Unwettern stark zugenommen haben, sind die Erträge in den letzten Jahren gesunken, ebenso wie die Einstufung der Kreditfähigkeit von Versicherungsunternehmen und Rückversicherern.<sup>5</sup>

In Unternehmen, die als Grundlage für die Berechnung der Versicherungsprämien für zukünftige Sturmschäden historische Daten benutzen, stellt man zunehmend fest, dass die Vergangenheit inzwischen keine verlässliche Orientierungshilfe für die Zukunft mehr bietet. Doch das ist nicht nur ein Problem für die Versicherungsindustrie, sondern für jeden von uns. Durch uns verändert sich das Klima weltweit und wir setzen Entwicklungen in Gang, die wir gar nicht immer begreifen und deren Folgen wir nicht vorhersehen können.

## DER ANSTIEG DER TEMPERATUREN UND SEINE FOLGEN

Wissenschaftler am *Goddard Institute for Space Studies* der *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) sammeln Daten aus einem globalen Netzwerk von etwa 800 Klimaüberwachungsstationen, um die Veränderungen in der weltweiten Durchschnittstemperatur zu messen. Die Aufzeichnungen über direkte Messungen reichen bis zum Jahr 1880 zurück.<sup>6</sup>

Seit 1970 ist die weltweite Durchschnittstemperatur um 0,6 °C gestiegen. Auch haben Meteorologen festgestellt, dass die 23 wärmsten Jahre innerhalb ihrer Aufzeichnungen nach 1980 kamen. Und sieben der letzten neun Jahre zählten zu den wärmsten seit Beginn der Aufzeichnungen 1880. In vier dieser sieben Jahre – 2002, 2003, 2005 und 2006 – sind in großen lebensmittelproduzierenden Regionen die Ernten aufgrund rekordverdächtig Hitze verdrort.<sup>7</sup>

---

4 Janet Larsen, „Setting the Record Straight: More than 52,000 Europeans Died from Heat in Summer 2003“, *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 26. Juli 2006); National Commission on Terrorist Attacks Upon the United States, *The 9/11 Commission Report* (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2004).

5 „Awful Weather We’re Having“, *The Economist*, 2. Oktober 2004; Richard Milne, „Hurricanes Cost Munich Re Reinsurance“, *Financial Times*, 6. November 2004.

6 J. Hansen, NASA’s Goddard Institute for Space Studies (GISS), „Global Temperature Anomalies in 0.1 C“, unter [data.giss.nasa.gov/gistemp/taledata/GLB.Ts.txt](http://data.giss.nasa.gov/gistemp/taledata/GLB.Ts.txt), aktualisiert im Juni 2007;angaben über Stationen zur Klimaüberwachung aus: Reto A. Ruedy, GISS, E-Mail an Janet Larsen, Earth Policy Institute, 14. Mai 2003.

7 Temperaturveränderungen berechnet auf Grundlagen von Daten aus: Hansen, op. cit. Anmerkung 6; Angaben zu den Ernten aus: USDA, op. cit. Anmerkung 3; USDA, *Grain: World Markets and Trade* (Washington, DC: verschiedene Monate).

Seit der Industriellen Revolution ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre deutlich gestiegen, von 277 ppm auf inzwischen 384 ppm. Der jährliche Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre ist eine direkte Folge der 7,5 bzw. 1,5 Mrd. t Kohlenstoff, die durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe bzw. die Entwaldung jährlich in die Atmosphäre gelangen. Und so ist dieser jährliche Konzentrationsanstieg zu einem der vorhersagbarsten Umweltrends geworden. Heute steigt die Konzentration von CO<sub>2</sub> pro Jahr etwa viermal stärker an als noch in den 50er Jahren, was hauptsächlich auf die vermehrte Verbrennung fossiler Brennstoffe zurückzuführen ist. Und mit dem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre steigen auch die Temperaturen.<sup>8</sup>

Vor dem Hintergrund dieser rekordverdächtigen Anstiege erscheinen die neuesten Vorhersagen des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), einer Institution von mehr als 2.500 Wissenschaftlern aus aller Herren Länder, über einen Anstieg der durchschnittlichen Temperatur um 1,1 bis 6,4 °C weltweit innerhalb dieses Jahrhunderts durchaus nicht unwahrscheinlich. 2007 legte das IPCC einen Bericht vor, in dem die Wissenschaftler bestätigten, dass die Menschheit zumindest eine Mitschuld am Klimawandel trifft.<sup>9</sup>

Praktisch gesehen handelt es sich bei dem vom IPCC prognostizierten Temperaturanstieg um einen weltweiten Durchschnittswert, tatsächlich werden die Anstiege aber sehr unterschiedlich ausfallen. Über Landflächen wird der Temperaturanstieg weitaus größer sein als über den Ozeanen, in den höheren Breitengraden größer als am Äquator und im Kernland eines Kontinents größer als in den Küstenregionen.<sup>10</sup>

Höhere Temperaturen lassen die Ernteerträge sinken, bringen die Schnee- und Eisreservoirs in den Bergen, durch die die Flüsse gespeist werden, zum Schmelzen, verursachen heftigere Stürme, führen dazu, dass die von einer Dürre betroffenen Flächen immer größer werden und verursachen häufigere und weitaus zerstörerischere Flächenbrände.

Im Bericht eines Forschungsteams des *National Center for Atmospheric Research*, der im Januar 2005 auf der Jahrestagung der *American Meteorological Society* in San Diego, Kalifornien, vorgestellt wurde, heißt es, es hätte in den

---

8 Kohlendioxid-Daten aus: Pieter Tans, „Trends in Atmospheric Carbon Dioxide—Mauna Loa“, NOAA/ESRL, unter [www.cmdl.noaa.gov](http://www.cmdl.noaa.gov), eingesehen am 16. Oktober 2007, Angaben zu historischen Schätzungen aus: Seth Dunn, „Carbon Emissions Dip“, in: Worldwatch Institute, *Vital Signs 1999* (New York: W. W. Norton & Company, 1999), S. 60f.; Berechnung der Kohlenstoffemissionen aus fossilen Brennstoffen auf Grundlage von Daten aus: International Energy Agency, *World Energy Outlook 2006* (Paris: 2006), S. 493; Emissionsmenge infolge von Entwaldung aus: Vattenfall, *Global Mapping of Greenhouse Gas Abatement*

*Opportunities up to 2030: Forestry Sector Deep-Dive* (Stockholm: Juni 2007), S. 27.

9 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Summary for Policymakers*, in: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge und New York: Cambridge University Press, 2007), S. 13; IPCC, „Intergovernmental Panel on Climate Change and Its Assessment Reports“, Datenblatt unter [www.ipcc.ch/press](http://www.ipcc.ch/press), eingesehen am 27. Juli 2007.

10 IPCC, *Summary for Policymakers*, op. cit. Anmerkung 9, S. 15.

letzten Jahrzehnten einen dramatischen Anstieg der Landfläche, die von Dürren betroffen ist, gegeben. Das Team berichtete, der Anteil der Landoberfläche der Erde, der als sehr trocken einzustufen ist, sei zwischen 1970 und 2002 von weniger als 15 % auf etwa 30 % angestiegen. Diesen Anstieg schreibt man einerseits den steigenden Temperaturen und andererseits den abnehmenden Niederschlägen zu, wobei die steigenden Temperaturen im letzten Teil dieser Periode an Bedeutung gewonnen haben. Der Hauptautor des Berichts, Aiguo Dai, berichtete, die Austrocknung konzentriere sich auf Europa und Asien, Kanada, den Westen und Süden Afrikas und auf den Osten Australiens.<sup>11</sup>

Forscher des *Forest Service* des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums haben Aufzeichnungen über die Temperaturen und die Brände in der Region aus 85 Jahren analysiert und kamen dabei zu dem Schluss, dass sich die Fläche der Waldbrände in den elf westlichen Bundesstaaten bei einem Anstieg der Sommertemperaturen um nur 1,6 °C bereits verdoppeln könnte.<sup>12</sup>

Die erhöhten Temperaturen werden sich auf die Ökosysteme überall auf der Welt auswirken und manchmal in einer Art und Weise, die wir nicht ohne Weiteres vorhersehen können. In dem Bericht des IPCC aus dem Jahr 2007 stand, wenn die Temperaturen nur um 1 °C stiegen, könnte das dazu führen, dass mehr als 30 % aller Arten plötzlich vom Aussterben bedroht wären. Das *Pew Center for Global Climate Change* hat eine groß angelegte Studie finanziert, in der etwa 40 wissenschaftliche Berichte zum Zusammenhang zwischen Temperatur und Veränderung innerhalb der Ökosysteme analysiert wurden. Zu den vielen in den einzelnen Abhandlungen aufgeführten Veränderungen zählen Berichte über einen um zwei Wochen verfrühten Frühlingsbeginn in den Vereinigten Staaten, über drei Schwalben, die neun Tage früher nisteten als 40 Jahre zuvor, und eine Verschiebung des Lebensraums des Rotfuchses gen Norden, sodass er inzwischen in den Lebensraum des Polarfuchses eindringt. Und die Inuit waren sehr überrascht, plötzlich auf die ihnen bis dahin unbekannteren Wanderdrosseln zu stoßen, tatsächlich kennt die Sprache der Inuit noch nicht einmal ein Wort für „Wanderdrossel“.<sup>13</sup>

Die *National Wildlife Federation* (NWF) berichtet, dass bis 2040 einer von fünf Flüssen in der Region des Pazifischen Nordwestens zu heiß wäre, als dass Lachse, Stahlkopfforellen und andere Forellen dort überleben könnten, sollten die Temperaturen weiter ansteigen. Paula Del Guidice, Direktorin des

---

11 National Center for Atmospheric Research und UCAR Office of Programs, „Drought’s Growing Reach: NCAR Study Points to Global Warming as Key Factor“, Pressemitteilung (Boulder, CO: 10. Januar 2005); Aiguo Dai, Kevin E. Trenberth und Taotao Qian, „A Global Dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: Relationship with Soil Moisture and Effects of Surface Warming“, *Journal of Hydrometeorology*, Vol. 5 (Dezember 2004), S. 1117-30.

12 Donald McKenzie et al., „Climatic Change, Wildfire, and Conservation“, *Conservation Biology*, Vol. 18, Nr. 4 (August 2004), S. 890-902.

13 Camille Parmesan und Hector Galbraith, *Observed Impacts of Global Climate Change in the U.S.* (Arlington, VA: Pew Center on Global Climate Change, 2004); DeNeen L. Brown, „Signs of Thaw in a Desert of Snow“, *Washington Post*, 28. Mai 2002; IPCC, *Summary for Policymakers*, op. cit. Anmerkung 9, S. 13.

*Northwest Natural Resource Centers* der NWF, sagte: „Durch die globale Erwärmung wird sich der Druck auf das, was vom wichtigsten Lebensraum für Kaltwasserfische in der Region noch übrig ist, stark erhöhen.“<sup>14</sup>

Douglas Inkley, einer der führenden wissenschaftlichen Berater der NWF und Hauptautor eines Berichts für die *Wildlife Society*, merkt an: „Wenn wir es nicht verhindern, wird es die Welt der wild lebenden Tiere und Pflanzen, wie wir sie kennen – und viele der Orte, in die wir Jahrzehnte harter Arbeit investiert haben, um sie als Rückzugsgebiete und als Lebensraum für Wildtiere und -pflanzen zu erhalten – vielleicht bald schon nicht mehr geben.“<sup>15</sup>

## DIE FOLGEN FÜR DIE ERNTEERTRÄGE

Die Art der Landwirtschaft, wie wir sie heute kennen, ist von einem klimatischen System geprägt, das sich in den 11.000 Jahren seit Beginn der Geschichte der Landwirtschaft nur wenig verändert hat. Mit der Zeit wurden immer wieder Nutzpflanzen entwickelt, die auf diese klimatischen Verhältnisse abgestimmt waren und unter diesen Bedingungen maximale Erträge erzielen sollten. Doch je stärker die Temperaturen ansteigen, desto weniger werden Landwirtschaft und natürliche Umgebung miteinander harmonieren, und das zeigt sich nirgendwo so deutlich wie in der Wechselbeziehung zwischen Temperaturen und Ernteerträgen.

In vielen Ländern werden die Pflanzen jetzt schon fast an ihrem thermischen Optimum angebaut, wodurch sie für Temperaturerhöhungen sehr anfällig sind. Bereits ein relativ geringer Anstieg von 1 oder 2 °C in der Vegetationszeit kann dazu führen, dass die Getreideernte in den wichtigen Lebensmittel produzierenden Regionen, wie der Nordchinesischen Ebene, dem Gangesbecken in Indien oder dem Corn Belt in den USA, sinken.<sup>16</sup>

Durch höhere Temperaturen kann die Photosynthese gestört oder sogar ganz gestoppt werden, die Bestäubung kann verhindert werden und es kann dazu kommen, dass die Pflanzen vertrocknen. Obwohl die erhöhte Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre, aufgrund derer die Temperaturen ansteigen, auch dafür sorgen könnte, dass die Erträge steigen, heben die schädlichen Auswirkungen der höheren Temperaturen auf die Erträge den Düngereffekt von CO<sub>2</sub> für die Hauptnutzpflanzen auf.

---

14 Patty Glick, *Fish Out of Water: A Guide to Global Warming and Pacific Northwest Rivers* (Seattle: National Wildlife Federation, März 2005); Elizabeth Gillespie, „Global Warming May Be Making Rivers Too Hot: Cold-Water Fish Will Struggle, Report Says“, *Seattle Post-Intelligencer*, 24. März 2005.

15 Douglas B. Inkley et al., *Global Climate Change and Wildlife in North America* (Bethesda, MD: The Wildlife Society, Dezember 2004); J. R. Pegg, „Global Warming Disrupting North American Wildlife“, *Environment News Service*, 16. Dezember 2004.

16 John E. Sheehy, International Rice Research Institute, E-Mail an Janet Larsen, Earth Policy Institute, 1. Oktober 2002; Pedro Sanchez, „The Climate Change–Soil Fertility–Food Security Nexus“, Rede auf der Konferenz „Sustainable Food Security for All by 2020“, Bonn, 4.-6. September 2002; USDA, op. cit. Anmerkung 3.

In einer Studie zur Zukunftsfähigkeit der lokalen Ökosysteme haben Mohan Wali und seine Kollegen von der *Ohio State University* festgestellt, dass die Photosyntheseaktivität der Pflanzen bei höheren Temperaturen solange steigt, bis die 20 °C-Marke erreicht ist. Ab diesem Punkt bleibt die Photosyntheseaktivität solange konstant, bis 35 °C erreicht werden, danach beginnt sie zu sinken, bis sie bei 40 °C ganz aufhört.<sup>17</sup>

Die Befruchtungszeit ist der Teil des Lebenszyklus einer Pflanze, in dem sie am anfälligsten ist. Von den drei wichtigsten Nahrungsmittelpflanzen – Reis, Weizen und Mais – ist Mais besonders anfällig. Damit Mais sich fortpflanzen kann, muss der Pollen von der Narbe auf die seidigen Fasern fallen, die am Ende jedes Maiskolbens austreten und von denen jeder innerhalb des Kolbens mit einem Maiskorn verbunden ist. Damit sich das Korn entwickeln kann, muss ein Pollenkorn auf den seidigen Faden fallen und dann bis zum Kern wandern. Wenn nun die Temperaturen ungewöhnlich hoch sind, vertrocknen die Fäden sehr schnell, werden braun und können ihre Aufgabe im Befruchtungsprozess nicht mehr wahrnehmen.

Auf den Philippinen hat man die Auswirkungen erhöhter Temperaturen auf die Befruchtung von Reis im Detail untersucht. Dortige Wissenschaftler berichten, die Befruchtungsrate bei Reis fiel von 100 % bei 34°C auf praktisch null Prozent bei etwa 38°C, wodurch es dann zu Missernten käme.<sup>18</sup>

Hohe Temperaturen können außerdem dazu führen, dass die Pflanzen verdorren. Während man möglicherweise ein ganzes Team an Wissenschaftlern braucht, um die Auswirkungen erhöhter Temperaturen auf die Befruchtung von Reis zu verstehen, kann jeder Mensch leicht sehen, wenn ein Maisfeld unter der Hitze leidet. Wenn eine Maispflanze ihre Blätter einrollt, um so der Sonne weniger Angriffsfläche zu bieten, verringert sich die Photosyntheseaktivität. Wenn sich die Spaltöffnungen auf der Blattunterseite verschließen, um so den Feuchtigkeitsverlust einzudämmen, wird auch die Aufnahme von CO<sub>2</sub> reduziert und somit die Möglichkeit zur Photosynthese eingeschränkt. Und so verfällt die unter Idealbedingungen so ungeheuer produktive Maispflanze bei erhöhten Temperaturen in eine Art thermischen Schock.

In den letzten Jahren haben sich in verschiedenen Ländern Ökologen, die sich auf Nahrungsmittelpflanzen spezialisiert haben, eingehend mit dem genauen Zusammenhang zwischen Temperatur und Ernteertrag beschäftigt. Die Ergebnisse ihrer Forschungen sind im Zeitalter der steigenden Temperaturen äußerst beunruhigend. Eine der umfassendsten dieser Studien wurde am *International Rice Research Institute* (IRRI) auf den Philippinen, der weltweit besten Forschungseinrichtung für Reis, durchgeführt. Ein Team angesehener Spezialisten auf dem Gebiet der Nahrungsmittelpflanzen wertete die Daten über die Ernteerträge von Feldstücken aus, die man zu Experimenten mit bewässertem Reis unter optimalen Bedingungen angelegt hatte, und bestätigte mit seiner Arbeit eine unter Spezialisten für Nahrungsmittelpflanzen gängige Daumenre-

17 Mohan K. Wali et al., „Assessing Terrestrial Ecosystem Sustainability“, *Nature & Resources*, Oktober-Dezember 1999, S. 21-33.

18 Sheehy, op. cit. Anmerkung 16; Sanchez, op. cit. Anmerkung 16.

gel – dass ein Temperaturanstieg um 1 °C über der Norm bei Weizen, Reis und Mais zu einem Absinken der Ernteerträge um etwa 10 % führt, was auch mit den Ergebnissen anderer, kurz zuvor durchgeführter Forschungsprojekte übereinstimmt. Die Wissenschaftler kamen zu dem Schluss, es würde „durch die Temperaturerhöhungen infolge der globalen Erwärmung zunehmend schwerer werden, die wachsende Weltbevölkerung zu ernähren.“<sup>19</sup>

Zwei Wissenschaftler in Indien, K. S. Kavi Kumar und Jyoti Parikh, haben die Auswirkungen höherer Temperaturen auf die Weizen- und Reiserträge berechnet. Ihr Modell basiert auf Daten von zehn Anbauorten und sie kamen zu dem Schluss, dass in Nordindien ein Anstieg der Durchschnittstemperatur um 1 °C die Weizenernte nicht ernsthaft beeinträchtigen würde, doch an fast allen Anbauorten führte schon ein Anstieg um 2 °C zu einem Absinken der Erträge. Sie stellten fest, dass wenn man nur die Veränderungen der Temperaturen betrachtete, ein Anstieg um 2 °C bei bewässerten Weizenfeldern zu einem Absinken der Erträge um 37 bis 58% führte. Wenn man die negativen Auswirkungen der erhöhten Temperaturen gegen die positive Wirkung von CO<sub>2</sub> als Dünger abwägte, ergab sich zwar ein etwas weniger starkes Absinken der Erträge, doch es lag immer noch bei zwischen 8 und 38%. Für ein Land, bei dem man davon ausgeht, dass es bis Mitte des Jahrhunderts 500 Mio. mehr Einwohner haben wird, ist dies eine äußerst beunruhigende Aussicht.<sup>20</sup>

## DIE HIMMLISCHEN WASSERSPEICHER

Die Schnee- und Eismassen in den Bergen sind die Süßwasserreservoir der Natur – ihre Art, das Wasser aufzubewahren, mit dem während der Trockenzeit im Sommer die Flüsse gespeist werden sollen. Doch diese Reservoirs sind durch den weltweiten Temperaturanstieg nun in Gefahr. In einer Bergregion kann schon ein Temperaturanstieg um 1 °C den Anteil der Niederschläge in Form von Schnee deutlich zurückgehen und den in Form von Regen deutlich steigen lassen. Dies wiederum erhöht die Gefahr von Überschwemmungen in der Regenzeit und senkt die Menge an Schnee, die in der Trockenzeit schmelzen kann und so zur Speisung der Flüsse zur Verfügung steht.

Darüber hinaus schmelzen auch die Gletscher, die während der Trockenzeit die Flüsse speisen, zunehmend ab und einige sind bereits vollständig verschwunden. Doch nirgendwo auf der Welt ist das Abschmelzen der Gletscher so besorgniserregend wie in Asien, wo 1,3 Mrd. Menschen darauf angewiesen

---

19 Shaobing Peng et al., „Rice Yields Decline with Higher Night Temperature from Global Warming“, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 6. Juli 2004, S. 9971ff.; *Proceedings of the National Academy of Sciences*, „Warmer Evening Temperatures Lower Rice Yields“, Pressemitteilung (Washington, DC: 29. Juni 2004).

20 K. S. Kavi Kumar und Jyoti Parikh, „Socio-Economic Impacts of Climate Change on Indian Agriculture“, *International Review for Environmental Strategies*, Vol. 2, Nr. 2 (2001), S. 277-93; U.N. Population Division, *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database* unter [esa.un.org/unpp](http://esa.un.org/unpp), aktualisiert im Jahr 2007.

sind, dass die Flüsse, die im Himalaja oder im Tibet-Qinghai-Plateau entspringen, sie mit Wasser versorgen.<sup>21</sup>

Der Gangotri-Gletscher in Indien, der 70 % zum Wasserhaushalt des Ganges beiträgt, schmilzt nicht nur einfach ab, er tut es mit beunruhigender, stetig steigender Geschwindigkeit. Wenn sich diese Schmelze weiter beschleunigt, wird die Lebenserwartung des Gangotri-Gletschers nur noch in Jahrzehnten zu bemessen sein. Der Ganges würde zu einem Saisonfluss werden, der nur noch während der Regenzeit Wasser führt, was für die Wasserversorgung der 407 Mio. Inder und Bangladeschis, die im Gangesbecken leben, katastrophale, wenn nicht gar lebensbedrohliche Folgen hätte.<sup>22</sup>

Für China, das noch stärker als Indien auf das Wasser der Flüsse angewiesen ist, um seine Felder bewässern zu können, wäre die Situation besonders schwierig. Aus Daten der chinesischen Regierung lässt sich ablesen, dass die Gletscher des Tibet-Qinghai-Plateaus, die sowohl den Jangtse als auch den Hwangho speisen, durch Abschmelzen um 7 % pro Jahr zusammenschrumpfen. Im Fall des Hwangho, in dessen Becken 147 Mio. Menschen leben, könnte es dazu kommen, dass er während der Trockenzeit deutlich weniger Wasser führt als bisher. Und auch der Jangtse, der weitaus größere der beiden Flüsse, ist durch das Abschmelzen der Gletscher in Gefahr. Ganz zu schweigen von den 369 Mio. Bewohnern des Jangtsebeckens, die stark von dem Reis abhängig sind, der auf den Feldern wächst, die mit dem Wasser des Flusses bewässert werden.<sup>23</sup>

Yao Tandong, ein führender chinesischer Glaziologe, geht davon aus, dass bis 2060 zwei Drittel der chinesischen Gletscher verschwunden sein werden. Er sagt: „Ein großflächiges Abschmelzen der Gletscher der Region könnte letztlich zu einer ökologischen Katastrophe führen.“<sup>24</sup>

Auch andere Flüsse Asiens entspringen im Himalaja, dem sogenannten „Dach der Welt“, so beispielsweise der Indus, in dessen Becken 178 Mio. Menschen in Indien und Pakistan leben, der Brahmaputra, der unter anderem durch Bangladesch fließt, und der Mekong, der Kambodscha, Laos, Thailand und Vietnam mit Wasser versorgt.<sup>25</sup>

Die bisher noch schneebedeckten Gipfel des Kilimandscharo in Tansania könnten ebenfalls bald schnee- und eisfrei sein. Die Studie des Glaziologen Lonnie Thompson von der *Ohio State University* zum Kilimandscharo zeigt,

---

21 UNEP, op. cit. Anmerkung 1, S. 131.

22 Emily Wax, „A Sacred River Endangered by Global Warming“, *Washington Post*, 17. Juni 2007; UNEP, op. cit. Anmerkung 1, S. 131.

23 Clifford Coonan, „China's Water Supply Could be Cut Off as Tibet's Glaciers Melt“, *The Independent* (London), 31. Mai 2007; UNEP, op. cit. Anmerkung 1, S. 131; Angaben zur Reisbewässerung aus: „Yangtze River–Agriculture“, *Encyclopedia Britannica*, Online-Enzyklopädie, eingesehen am 25. Juli 2007.

24 Jonathan Watts, „Highest Icefields Will Not Last 100 Years, Study Finds: China's Glacier Research Warns of Deserts and Floods Due to Warming“, *Guardian* (London), 24. September 2004; „Glacier Study Reveals Chilling Prediction“, *China Daily*, 23. September 2004.

25 UNEP, op. cit. Anmerkung 1, S. 131.

dass der höchste Berg Afrikas zwischen 1989 und 2000 33 % seiner Eisflächen eingebüßt hat. Thompson geht davon aus, dass die Schneespitze des Kilimandscharo bis 2015 völlig verschwunden sein wird. Der nahe gelegene Mount Kenia hat bereits 7 seiner 18 Gletscher eingebüßt. Die Flüsse, die aus diesen Gletschern gespeist werden, verkommen zu Saisonflüssen, sodass es unter den 2 Mio. Menschen, die darauf angewiesen sind, dass diese Flüsse sie während der Trockenzeit mit Wasser versorgen, zu massiven Konflikten kommt.<sup>26</sup>

Bernard Francou, Forschungsdirektor des *Institut de recherche pour le développement* (Institut für Forschung und Entwicklung) der französischen Regierung, glaubt, dass 80 % der südamerikanischen Gletscher in den nächsten 15 Jahren verschwunden sein werden. Das sind keine guten Neuigkeiten für Länder wie Bolivien, Peru und Ecuador, die zur Deckung ihres Wasserbedarfs für die Haushalte und zur Bewässerung auf die Gletscher angewiesen sind.<sup>27</sup>

In Peru, das sich über etwa 1.600 km entlang der riesigen Gebirgskette der Anden erstreckt, befinden sich 70 % der tropischen Gletscher. Inzwischen sind etwa 22 % der dortigen Gletscher, aus denen sich die zahlreichen Flüsse des Landes speisen, die wiederum die Städte in der semi-ariden Küstenregion mit Wasser versorgen, verschwunden, womit sich die Lage für Peru zunehmend zuspitzt. Lonnie Thompson berichtet, dass sich der Quelccaya-Gletscher im Süden Perus, der sich in den 60er Jahren um nur etwa 6 m pro Jahr zurückgezogen hatte, nun jährlich um 60 m zurückzieht.<sup>28</sup>

Viele der Bauern in Peru bewässern ihre Weizen- und Kartoffelpflanzungen mit dem Wasser der Flüsse, die aus den schwindenden Gletschern gespeist werden. In der Trockenzeit sind diese Bauern vollständig auf eine Bewässerung ihrer Anpflanzungen angewiesen, sodass für die 28 Mio. Menschen in Peru eine sinkende Wasserversorgung gleichbedeutend ist mit einer sinkenden Menge an Lebensmitteln.<sup>29</sup>

Lima, eine Stadt mit etwa 7 Mio. Einwohnern, bezieht den Großteil ihres Wassers aus drei Flüssen, die hoch in den Anden entspringen und zumindest teilweise durch das Schmelzwasser der Andengletscher gespeist werden. Solange die Gletscher schmelzen, führen diese Flüsse mehr Wasser als normal, doch wenn die Gletscher erst einmal verschwunden sind, wird die von den Flüssen geführte Wassermenge stark absinken, sodass es in Lima zu einer massiven Wasserverknappung kommen wird.<sup>30</sup>

26 Lonnie G. Thompson, „Disappearing Glaciers Evidence of a Rapidly Changing Earth“, Jahrestreffen der American Association for the Advancement of Science, San Francisco, Februar 2001; „The Peak of Mt Kilimanjaro As It Has Not Been Seen for 11,000 Years“, *Guardian* (London), 14. März 2005; Bancy Wangui, „Crisis Looms as Rivers Around Mt. Kenya Dry Up“, *East Africa Standard*, 1. Juli 2007.

27 Eric Hansen, „Hot Peaks“, *OnEarth*, Herbst 2002, S. 8.

28 Leslie Josephus, „Global Warming Threatens Double-Trouble for Peru: Shrinking Glaciers and a Water Shortage“, *Associated Press*, 12. Februar 2007; *Citation World Atlas* (Union, NJ: Hammond World Atlas Corporation, 2004).

29 Josephus, op. cit. Anmerkung 28; U.N. Population Division, op. cit. Anmerkung 20.

30 James Painter, „Peru’s Alarming Water Truth“, *BBC News*, 12. März 2007; U.N. Population Division, *Urban Agglomerations 2005 Wall Chart*, unter [www.un.org/esa/population](http://www.un.org/esa/population), eingesehen am 28. September 2007.

In vielen Landwirtschaftsregionen bilden Schnee- und Eismassen die wichtigste Quelle für Trinkwasser und Wasser zur Bewässerung. So ist im Südwesten der USA der Colorado – die Hauptquelle der Region für Wasser zur Bewässerung – stark von den großen Schneefeldern in den Rocky Mountains abhängig. Kalifornien ist für seine Wasserversorgung nicht nur stark auf das Wasser aus dem Colorado angewiesen, sondern auch auf das Wasser aus der Schneeschmelze in der im östlichen Teil des Bundesstaates gelegenen Sierra Nevada. Und das kalifornische Central Valley, der Obst- und Gemüsekorb der Welt, bezieht sein Wasser zur Bewässerung sowohl aus der Sierra Nevada als auch aus der Küstenregion.<sup>31</sup>

Die vorläufigen Ergebnisse einer Untersuchung zu den Auswirkungen der steigenden Temperaturen auf die drei größten Flusssysteme im Westen der USA – Columbia, Sacramento und Colorado – deuten darauf hin, dass im Winter weitaus weniger Schnee zur Speisung der Flüsse im Sommer abgelagert werden wird und dass die Regenfälle und Überschwemmungen im Winter entsprechend zunehmen werden.<sup>32</sup>

Sollte es energiepolitisch so weitergehen wie bisher, so prognostizieren weltweite Klimamodelle für den Westen der Vereinigten Staaten bis Mitte des Jahrhunderts eine Abnahme der abgelagerten Schneemenge um 70 %. Eine vom *Pacific Northwest National Laboratory* des US-Energieministeriums durchgeführte ausführliche Studie zum Yakima River Valley, einem riesigen Obstanbaugebiet im Bundesstaat Washington, hat ergeben, dass die Ernterträge infolge der abnehmenden Schneeeblagerungen und der daraus resultierenden Abnahme der Menge an Wasser zur Bewässerung immer mehr sinken.<sup>33</sup>

In Zentralasien ist die Landwirtschaft in mehreren Ländern – Usbekistan, Turkmenistan, Kirgisistan, Kasachstan, Tadschikistan und Afghanistan – zur Deckung ihres Bedarfs an Wasser zur Bewässerung stark von der Schneeschmelze aus dem Hindukusch, dem Pamir und den Bergen des Tianschan abhängig. Der nahe gelegene Iran bezieht einen Großteil seines Wassers aus der Schneeschmelze in den 5.700 m hohen Bergen des zwischen Teheran und dem Kaspischen Meer gelegenen Elbursgebirges.<sup>34</sup>

Die Menschen betrachten die Schnee- und Eismassen in den großen Gebirgsketten der Welt und das dort in Form von Schnee und Wasser gespei-

---

31 Michael Kiparsky und Peter Gleick, *Climate Change and California Water Resources: A Survey and Summary of the Literature* (Oakland, CA: Pacific Institute, 2003); Timothy Cavagnaro et al., *Climate Change: Challenges and Solutions for California Agricultural Landscapes* (Sacramento, CA: California Climate Change Center, 2006).

32 John Krist, „Water Issues Will Dominate California’s Agenda This Year“, *Environmental News Network*, 21. Februar 2003.

33 Michael J. Scott et al., „Climate Change and Adaptation in Irrigated Agriculture—A Case Study of the Yakima River“, in: UCOWR/NIWR Conference, *Water Allocation: Economics and the Environment* (Carbondale, IL: Universities Council on Water Resources, 2004); Pacific Northwest National Laboratory, „Global Warming to Squeeze Western Mountains Dry by 2050“, Pressemitteilung (Richland, WA: 16. Februar 2004).

34 UNEP, op. cit. Anmerkung 1, S. 131; Mehrdad Khalili, „The Climate of Iran: North, South, Kavir (Desert), Mountains“, *San’ate Hamlo Naql*, März 1997, S. 48ff.

cherte Wasser als Selbstverständlichkeit, weil es eben schon lange vor Beginn der Landwirtschaft da war. Doch das ändert sich jetzt. Wir riskieren, diese himmlischen Reservoirs, auf die die Städte genauso angewiesen sind wie die Bauern, zu verlieren, wenn wir weiter dazu beitragen, dass die Temperaturen auf der Erde steigen.

## DAS EIS SCHMILZT UND DER MEERESSPIEGEL STEIGT

Die Eisschmelze in den bergigen Regionen hat jedoch nicht nur Auswirkungen auf die daraus gespeisten Flüsse, sondern auch auf die Höhe des Meeresspiegels. Im größeren Maßstab betrachtet würde das Abschmelzen der beiden größten Eisschilde der Welt, des Antarktischen und des Grönländischen – sogar zu einem enormen Anstieg des Meeresspiegels führen. Sollte beispielsweise der Westantarktische Eisschild schmelzen, so würde dies zu einem Anstieg des Meeresspiegels um 5 m führen, ein Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes sogar zu einem Anstieg von 7 m. Doch selbst ein nur teilweises Abschmelzen dieser Eisschilde hätte bereits dramatische Auswirkungen. Das IPCC hatte vorhergesagt, dass der Meeresspiegel in diesem Jahrhundert um 18 bis 59 cm steigen würde, hochrangige Wissenschaftler sind allerdings der Ansicht, diese Vorhersagen seien bereits überholt und ein Anstieg um 2 m sei durchaus im Rahmen des Möglichen.<sup>35</sup>

Um eine Aussage über die Zukunftsaussichten des Grönländischen Eisschildes treffen zu können, ist ein Blick auf die Daten zur Erwärmung in der Arktisregion notwendig. Eine Studie aus dem Jahr 2005 mit dem Titel *Impacts of a Warming Arctic* ergab, dass sich die Arktis etwa doppelt so schnell erwärmt wie der Rest der Erde. In der Studie des aus 300 internationalen Wissenschaftlern bestehenden Teams von *Arctic Climate Impact Assessment* (ACIA) hieß es, die Wintertemperaturen in den Regionen rund um die Arktis, darunter Alaska, der Westen Kanadas und der Osten Russlands, seien in den vergangenen 50 Jahren bereits um 3 bis 4 °C gestiegen. Robert Corell, der Vorsitzende von ACIA, bemerkte dazu, diese Region, mache „gerade so rapide und drastische klimatische Veränderungen durch wie kaum eine andere Region weltweit.“<sup>36</sup>

Sheila Watt-Cloutier, eine Inuit, die als Vertreterin der 155.000 in Alaska, Kanada, Grönland und der Russischen Föderation lebenden Inuit vor dem Handelskomitee des US-Senats aussagte, bezeichnete den Kampf der Inuit ums Überleben in dem sich rasant verändernden Klima der Arktis als „Momentaufnahme dessen, was mit diesem Planeten geschieht“ und die Erwärmung der

---

35 UNEP, op. cit. Anmerkung 1, S. 103; IPCC, *Summary for Policymakers*, op. cit. Anmerkung 9, S. 13; Paul Brown, „Melting Ice Cap Triggering Earthquakes“, *Guardian* (London), 8. September 2007.

36 Arctic Climate Impact Assessment (ACIA), *Impacts of a Warming Arctic* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2004); ACIA-Website unter [www.acia.uaf.edu](http://www.acia.uaf.edu), aktualisiert am 13. Juli 2005; „Rapid Arctic Warming Brings Sea Level Rise, Extinctions“, *Environment News Service*, 8. November 2004; UNEP, op. cit. Anmerkung 1, S. 103.

Arktis als „entscheidendes Ereignis in der Geschichte dieses Planeten“. Weiter sagte sie: „Es ist so, als ob die Erde buchstäblich wegschmilzt.“<sup>37</sup>

In dem ACIA-Bericht wird beschrieben, welche verheerenden Folgen der Rückzug des Meereises für die Eisbären hat, deren Überleben dadurch gefährdet sein könnte. In einem späteren Bericht heißt es dann, die Eisbären würden in ihrem Kampf ums Überleben inzwischen sogar zu Kannibalen. Auch die im Eis lebenden Robben, eine grundlegende Nahrungsquelle der Inuit, sind bereits bedroht.<sup>38</sup>

Seit Veröffentlichung dieses Berichts im Jahr 2005 häufen sich die Beweise dafür, dass das Problem weitaus ernster ist als zunächst angenommen. Ein Team aus Wissenschaftlern des *National Snow and Ice Data Center* und des *National Center for Atmospheric Research* hat Daten über die Sommerschmelze im Arktischen Ozean in den Jahren zwischen 1953 und 2006 zusammengetragen und kam bei deren Auswertung zu dem Schluss, dass das Eis viel schneller schmelze, als Klimamodelle hatten vermuten lassen. Seit 1979, so die Wissenschaftler in ihrem Bericht, habe sich die Sommerschmelze stark beschleunigt und habe 2006 bei 9,1 % pro Dekade gelegen. Im Jahr 2007 sank die Masse des Meereises der Arktis auf ein Niveau von 20 % unter dem vorherigen Tiefstwert aus dem Jahr 2005. Unter diesen Umständen könnte die Arktis weit vor dem Jahr 2050 vollständig eisfrei sein, das die Wissenschaftler des IPCC in ihrem Bericht von 2007 als frühest möglichen Termin für diese Entwicklung benannt hatten. Die Arktisexpertin Julianne Stroeve merkt dazu an, das Zusammenschrumpfen der arktischen Eismassen habe inzwischen sehr wahrscheinlich einen kritischen Punkt erreicht, „an dem es eine Kaskade von Klimaveränderungen auslösen könnte, die auch Auswirkungen auf die gemäßigten Zonen der Erde haben könnten“.<sup>39</sup>

Diese Sorge wird auch durch eine neuere Studie von Joséfino Comiso, einem hochrangigen Wissenschaftler am *Goddard Space Flight Center* der NASA, bestätigt. In Comisos Bericht wird zum ersten Mal überhaupt festgehalten, dass auch die winterlichen Eismassen in der Arktis schrumpfen, in den Jahren 2005 und 2006 jeweils um 6 %. Zusammen mit der Tatsache, dass die Meereseisdecke immer dünner wird, stellt diese neue Entwicklung einen weiteren Beweis dafür dar, dass sich die Eisdecke nach ihrer Schmelzphase im Sommer nicht wieder erholt, sodass es sein könnte, dass das Sommereis im Arktischen Ozean bereits viel früher verschwunden ist als bisher angenommen.<sup>40</sup>

37 J. R. Pegg, „The Earth is Melting, Arctic Native Leader Warns“, *Environment News Service*, 16. September 2004.

38 ACIA, op. cit. Anmerkung 36; Steven Armstrup et al., „Recent Observations of Intraspecific Predation and Cannibalism among Polar Bears in the Southern Beaufort Sea“, *Polar Biology*, Vol. 29, Nr. 11 (Oktober 2006), S. 997ff.

39 Julianne Stroeve et al., „Arctic Sea Ice Decline: Faster than Forecast“, *Geophysical Research Letters*, Vol. 34 (Mai 2007); National Snow and Ice Data Center (NSIDC), „Arctic Sea Ice Shatters all Previous Record Lows“, Pressemitteilung (Boulder, CO: 1. Oktober 2007); Stroeve zitiert in: „Arctic Ice Retreating 30 Years Ahead of Projections“, *Environment News Service*, 30. April 2007.

40 Marc Kaufman, „Decline in Winter Arctic Ice Linked to Greenhouse Gases“, *Washing-*

Walt Meier vom *U. S. National Snow and Ice Data Center* untersucht die Veränderungen in Bezug auf das Eis der Arktis und auch er sieht das Schrumpfen der Eismassen im Winter mit Besorgnis. Seiner Ansicht nach stehen „die Chancen gut“, dass der kritische Punkt in der Arktis bereits erreicht wurde. „Viele Menschen haben sich den Kopf über Möglichkeiten zerbrochen, dahin zurückzukehren, wo wir vorher waren. Wir kriechen immer tiefer in das Loch hinein und damit wird es immer schwerer, wieder herauszukommen.“ Einige Wissenschaftler sind inzwischen der Meinung, eine Eisfreiheit des Arktischen Ozeans im Sommer könne schon 2030 Realität sein.<sup>41</sup>

Jetzt sind Wissenschaftler besorgt, es könne zu sogenannten „positiven Rückkopplungsschleifen“ kommen. Dieser Terminus bezieht sich auf Situationen, in denen ein bereits in Gang gesetzter Trend beginnt, sich selbst zu verstärken. Dabei sind zwei dieser potentiellen Rückkopplungsmechanismen in den Augen der Wissenschaftler besonders besorgniserregend. Der erste ist der sogenannte Albedo-Effekt in der Arktis. Wenn einfallende Sonnenstrahlen auf das Eis im Arktischen Ozean treffen, werden etwa 70 % davon reflektiert und nur 30 % als Hitze absorbiert. Da nun aber die Eismassen in der Arktis schrumpfen, trifft ein größerer Teil der einfallenden Sonnenstrahlen auf das dunklere Wasser, von wo aus nur 6 % reflektiert werden, während 94 % in Hitze umgewandelt werden. Dies könnte eine Erklärung für das immer schnellere Zusammenschrumpfen der Eismassen in der Arktis und die stetig steigenden Temperaturen in der Region sein, von denen auch der Grönländische Eisschild direkt betroffen ist.<sup>42</sup>

Selbst wenn das gesamte Eis im nördlichen Polarmeer schmelzen sollte, hätte dies keine Auswirkungen auf die Höhe des Meeresspiegels, da sich das Eis bereits im Wasser befindet. Allerdings würden die Temperaturen in der Region dadurch weiter steigen, weil ein größerer Teil des einfallenden Sonnenlichts als Hitze absorbiert würde. Dies ist besonders deshalb besorgniserregend, weil der größte Teil Grönlands sich innerhalb des nördlichen Polarkreises befindet. Wenn die Temperaturen in der Arktisregion steigen, beginnt der an einigen Stellen fast 1,6 km dicke Grönländische Eisschild zu schmelzen.<sup>43</sup>

Auch der zweite mögliche positive Rückkopplungseffekt steht im Zusammenhang mit der Eisschmelze. Früher glaubten Wissenschaftler, es handle sich dabei um einen relativ linearen Prozess, bei dem in Abhängigkeit von der Höhe der Temperaturen jährlich eine bestimmte Menge Eis an der Oberfläche eines Eisschildes abschmilzt. Inzwischen weiß man, dass die dabei ablaufenden Prozesse deutlich komplexer sind. Wenn das Eis an der Oberfläche der Eisschollen schmilzt, dringt ein Teil des Schmelzwassers in Brüche an der Oberfläche ein,

---

*ton Post*, 14. September 2006; Joséfino C. Comiso, „Abrupt Decline in the Arctic Winter Sea Ice Cover“, *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, 30. September 2006.

41 David Adam, „Meltdown Fear as Arctic Ice Cover Falls to Record Winter Low“, *Guardian* (London), 15. Mai 2006.

42 NSIDC, „Processes: Thermodynamics: Albedo“, unter [nsidc.org/seaice/processes/albedo.html](http://nsidc.org/seaice/processes/albedo.html), eingesehen am 26. Juli 2007.

43 UNEP, op. cit. Anmerkung 1.

sodass die Oberfläche zwischen dem jeweiligen Gletscher und dem darunter liegenden Boden gleitfähiger gemacht wird. Dadurch wird der Gletscherfluss beschleunigt und das Abbrechen von Eisschollen vom Gletscher gefördert, die dann in den Ozean absinken. Außerdem gelangt über das relativ warme Wasser, das in die Brüche eindringt, die Hitze von der Oberfläche viel schneller ins Gletscherinnere, als es sonst der Fall wäre.<sup>44</sup>

Aus mehreren neueren Studien geht hervor, dass der Grönländische Eisschild immer schneller abschmilzt. In einer im September 2006 in *Science* veröffentlichten Studie hieß es, die Rate, mit der das Eis auf dieser riesigen Insel schmilzt, habe sich in den letzten Jahren verdreifacht. Im selben Monat veröffentlichte ein Team von Wissenschaftlern der *University of Colorado* in der Zeitschrift *Nature* eine Studie, aus der hervorging, dass die Schmelzrate des grönländischen Eises zwischen April 2004 und April 2006 2,5 mal so hoch war wie im vorangegangenen Zweijahreszeitraum. Im Oktober 2006 berichtete dann ein Team von NASA-Wissenschaftlern, dass die Gletscher immer schneller ins Meer abgleiten. Eric Rignot, ein Glaziologe vom *Jet Propulsion Laboratory* der NASA, dazu: „Die numerischen Modelle waren nicht in der Lage, irgendeine dieser Entwicklungen vorherzusagen, sodass alle Voraussagen über den Beitrag Grönlands zum [Anstieg der] Meeresspiegel weit unter den tatsächlichen Werten liegen.“<sup>45</sup>

Auch der 2 km dicke Antarktische Eisschild, der am anderen Ende der Erde einen Kontinent bedeckt, der etwa doppelt so groß ist wie Australien, und etwa 70 % des Süßwassers der Welt speichert, beginnt zu schmelzen. Immer mehr Eisschollen, die vom Kontinent aus in das umliegende Meer ragen, brechen ab – und das in einem alarmierenden Tempo.<sup>46</sup>

Im Mai 2007 berichtete ein Team aus Wissenschaftlern der NASA und der *University of Colorado*, auf Satellitenaufnahmen sei zu sehen, dass im inneren Bereich des Antarktischen Eisschildes auf einem Gebiet von der Größe Kaliforniens bereits der Schnee zu schmelzen begann. Im Jahr 2005 lag dieser Schmelzbereich etwa 900 m von der Küste entfernt landeinwärts, in nur etwa 500 km Entfernung vom Südpol. Konrad Steffens, einer der Wissenschaftler, die an der Untersuchung beteiligt waren, sagte dazu: „Wenn man von der Antarktischen Halbinsel absieht, ist es in der Region der Antarktis in der Vergan-

44 H. Jay Zwally et al., „Surface Melt-Induced Acceleration of Greenland Ice-Sheet Flow“, *Science*, Vol. 297 (12. Juli 2002), S. 218ff.

45 J. L. Chen, C. R. Wilson und B. D. Tapley, „Satellite Gravity Measurements Confirm Accelerated Melting of Greenland Ice Sheet“, *Science*, Vol. 313 (29. September 2006), S. 1958ff.; Isabella Velicogna und John Wahr, „Acceleration of Greenland Ice Mass Loss in Spring 2004“, *Nature*, Vol. 443 (21. September 2006), S. 329ff.; S. B. Luthke et al., „Recent Greenland Ice Mass Loss from Drainage System from Satellite Gravity Observations“, *Science*, Vol. 314 (24. November 2006), S. 1286ff.; „Gravity Measurements Confirm Greenland’s Glaciers Precipitous Meltdown“, *Scientific American*, 19. Oktober 2006.

46 U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, „Antarctica: Fact Sheet“ unter [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov), September 2000.

genheit praktisch nicht zu einer erkennbaren Erwärmung gekommen. Inzwischen zeigen sich jedoch regional die ersten Folgen einer Erwärmung.<sup>47</sup>

Die Eisschilde, die die Antarktis umgeben, bilden sich größtenteils dadurch, dass Teile der Gletscher vom Kontinent abbrechen und ins Meer absinken. Dieser Eisfluss, der durch die ständige Entstehung neuen Eises auf dem Kontinent gefördert wird und im Abbrechen von Eisschollen an den Rändern der Gletscher und dem Abkalben von kleineren Eisbergen gipfelt, ist keine neue Erscheinung. Doch die Geschwindigkeit, mit der er abläuft, ist es. Als sich 1995 Larsen A, eine große Eisscholle an der Ostküste der Antarktischen Halbinsel, löste, war dies ein klares Zeichen, dass in der Region etwas nicht stimmte. Und im Jahr 2000 löste sich dann ein riesiger Eisberg, der mit 11.000 km<sup>2</sup> fast so groß war wie Connecticut, von der sogenannten Ross-Eisscholle.<sup>48</sup>

Nachdem sich Larsen A gelöst hatte, war es nur eine Frage der Zeit, bis die benachbarte Eisscholle Larsen B folgen würde, sodass es keine Überraschung war, als der nördliche Teil von Larsen B im März 2002 ins Meer stürzte. Etwa zur selben Zeit löste sich ein Eisblock, der mit 5.500 km<sup>2</sup> die Größe von Rhode Island hatte, vom Thwaites-Gletscher.<sup>49</sup>

Selbst erfahrene Eisforscher sind überrascht, wie schnell sich diese Auflösung der Gletscher vollzieht. Dr. David Vaughan, Glaziologe vom *British Antarctic Survey*, der die Larsen-Eisscholle intensiv beobachtet hat, dazu: „Das Tempo ist erschreckend.“ Dazu ist interessant zu wissen, dass die Durchschnittstemperatur entlang der Antarktischen Halbinsel, in unmittelbarer Nachbarschaft von Larsen, in den letzten 50 Jahren um 2,5 °C gestiegen ist.<sup>50</sup>

Wenn sich bereits im Wasser befindliche Eisschollen von der kontinentalen Eismasse lösen, hat das kaum direkte Auswirkungen auf den Meeresspiegel an sich. Doch ohne diese Eisschollen, die das Gletschereis, das sich normalerweise mit 400 bis 900 m pro Jahr bewegt, in seiner Bewegung bremsen, könnte sich die Bewegung des Kontinentaleises Richtung Ozean beschleunigen, wodurch der Eisschild an den Rändern der Antarktis ausdünnen könnte und der Meeresspiegel entsprechend ansteigen würde.<sup>51</sup>

Die Ergebnisse einer Untersuchung von Wissenschaftlern des *International Institute for Environment and Development* (IIED) zu den möglichen Folgen eines Anstiegs des Meeresspiegels um 10 m illustrieren, welche Folgen ein Abschmelzen der größten Eisschilde der Erde haben könnte. Zunächst weisen

---

47 University of Colorado, „NASA, CU-Boulder Study Shows Vast Regions of West Antarctica Melted in Recent Past“, Presseerklärung (Boulder: 15. Mai 2007).

48 „Breakaway Bergs Disrupt Antarctic Ecosystem“, *Environment News Service*, 9. Mai 2002; „Giant Antarctic Ice Shelves Shatter and Break Away“, *Environment News Service*, 19. März 2002.

49 NSIDC, „Antarctic Ice Shelf Collapses“, unter [nsidc.org/iceshelves/larsenb2002](http://nsidc.org/iceshelves/larsenb2002), 19. März 2002; „Breakaway Bergs Disrupt Antarctic Ecosystem“, op. cit. Anmerkung 48; „Giant Antarctic Ice Shelves Shatter and Break Away“, op. cit. Anmerkung 48.

50 „Giant Antarctic Ice Shelves Shatter and Break Away“, op. cit. Anmerkung 48; Vaughan zitiert in: Andrew Revkin, „Large Ice Shelf in Antarctica Disintegrates at Great Speed“, *New York Times*, 20. März 2002.

51 Michael Byrnes, „New Antarctic Iceberg Split No Threat“, *Reuters*, 20. Mai 2002.

die Wissenschaftler in ihrer Studie darauf hin, dass etwa 634 Mio. Menschen in „Regionen in Küstennähe mit geringer Höhe“ leben, d. h. in diesem Fall in Küstenregionen bzw. in Regionen, die weniger als 10 m über dem Meeresspiegel liegen. Zu dieser riesigen Gruppe von Menschen, die von einem Anstieg des Meeresspiegels um etwa 10 m betroffen wäre, gehört auch ein Achtel aller Stadtbewohner weltweit.<sup>52</sup>

Eines der Länder, die im Falle einer solchen Entwicklung den größten Schaden nehmen würden, ist China, hier würden in diesem Falle etwa 144 Mio. Menschen zu Klimaflüchtlingen. Mit 63 bzw. 62 Mio. potentiellen Flüchtlingen wären Indien und Bangladesch die nächsten in der Reihe, gefolgt von Vietnam mit 43 Mio. und Indonesien mit 42 Mio. potentiellen Flüchtlingen. Weitere Staaten in der Top-10-Liste der am stärksten betroffenen Staaten sind Japan mit 30 Mio. Betroffenen, Ägypten mit 26 Mio. und die Vereinigten Staaten mit 23 Mio.<sup>53</sup>

Nie zuvor mussten irgendwo auf der Welt so viele Menschen ihre bisherige Heimat aufgeben und umsiedeln. Einige dieser Klimaflüchtlinge könnten ganz einfach in höher gelegene Gebiete ihres Heimatlandes umsiedeln, andere dagegen müssten angesichts der Tatsache, dass die Inlandsregionen ihres Heimatlands ohnehin überbevölkert sind, in andere Länder emigrieren. Für die höher gelegenen Gebiete im Inland von Bangladesch wäre die Lage besonders prekär: Hier würden zu den 97 Mio. Menschen, die jetzt schon dort leben, weitere 62 Mio. hinzukommen. Obwohl ein weniger dicht besiedeltes Land, wie beispielsweise die Vereinigten Staaten, bereit wäre, einen solchen Zustrom von Klimaflüchtlingen aufzunehmen, während es selbst gerade versucht, 23 Mio. seiner eigenen Staatsbürger neu unterzubringen.<sup>54</sup>

Im Falle eines derartigen Anstiegs des Meeresspiegels würden nicht nur einige der größten Städte der Welt, darunter Shanghai, Kalkutta, London und New York, teilweise oder vollständig überflutet, auch riesige Gebiete fruchtbarer Ackerlandes wären für immer verloren. Die zum Reisanbau genutzten Talauen und Deltas der Flüsse in den asiatischen Ländern würden von Salzwasser überflutet, sodass Asien einen Teil seiner Nahrungsmittelversorgung einbüßen würde. Dieser Verlust an hochwertigem Ackerland käme zudem zur selben Zeit wie der Verlust der Wasserversorgung aus den Gletschern des Himalajas.<sup>55</sup>

Letzten Endes wird entscheidend sein, ob die Regierungen stark genug sein werden, den politischen und wirtschaftlichen Belastungen standzuhalten, die sich aus der Zwangsumsiedlung einer so großen Zahl von Menschen und dem gleichzeitigen Verlust so vieler Wohnmöglichkeiten und Industriegebäude erge-

---

52 Gordon McGranahan et al., „The Rising Tide: Assessing the Risks of Climate Change and Human Settlements in Low Elevation Coastal Zones“, *Environment and Urbanization*, Vol. 18, Nr. 1 (April 2007), S. 17-37.

53 Ebenda.

54 Ebenda; U.N. Population Division, op. cit. Anmerkung 20.

55 International Institute for Environment and Development, „Climate Change: Study Maps Those at Greatest Risk from Cyclones and Rising Seas“, Pressemitteilung (London: 28. März 2007); Catherine Brahic, „Coastal Living—A Growing Global Threat“, *New Scientist.com*, 28. März 2007; UNEP, op. cit. Anmerkung 1.

ben. Und da ein Großteil der von den prognostizierten Überschwemmungen betroffenen Menschen in andere Länder emigrieren wollen wird, betrifft diese Umsiedlung nicht nur die Heimatländer der Flutflüchtlinge. Werden also die Regierungen diesem Druck standhalten können oder werden noch mehr Staaten scheitern?

## STÜRME MIT IMMER GRÖßERER ZERSTÖRUNGSKRAFT

Die steigenden Meeresspiegel sind jedoch nicht die einzige Folge der höheren Temperaturen weltweit. Höhere Temperaturen des Oberflächenwassers in den tropischen Ozeanen führen dazu, dass mehr Energie in die Atmosphäre gelangt und dort tropische Sturmsysteme auslöst, wodurch es immer häufiger zu Stürmen mit immer größerer Zerstörungskraft kommt – und die Kombination aus steigenden Meeresspiegeln, heftigeren Stürmen und stärkeren Sturmfluten könnte verheerend sein.<sup>56</sup>

Das Ausmaß der Zerstörung, die sich aus dieser Kombination ergeben kann, zeigte sich Ende August 2005, als Hurrikan Katrina in der Nähe von New Orleans auf die Golfküste der USA traf. In einigen Städten an der Golfküste blieb angesichts der bis zu 8,5 m hohen Flutwellen, die Katrina auslöste, kein Stein auf dem anderen. New Orleans überlebte zwar das ursprüngliche Auftreffen des Hurrikans relativ unbeschadet, doch als die Inlandsdämme brachen, wurde die Stadt überflutet, bis in großen Teilen der Stadt alles unter Wasser stand und nur noch die Dächer zu sehen waren, auf die sich Tausende Menschen geflüchtet hatten, um sich zu retten. Noch ein Jahr nach dem Sturm, im August 2006, gab es in den vom Sturm am stärksten zerstörten Teilen der Stadt weder Wasser noch Strom und auch die Abwasser- und Telefonleitungen waren noch nicht repariert und die Müllabfuhr nicht wieder aufgenommen worden.<sup>57</sup>

Dank der vorherigen Sturmwarnungen und der offiziellen Aufrufe dazu, die Küstenregion zu verlassen, waren etwa 1 Mio. Menschen nordwärts nach Louisiana oder in die benachbarten Bundesstaaten Texas und Arkansas geflohen. 290.000 von ihnen sind bisher nicht in ihre Häuser zurückgekehrt und werden es vermutlich auch nie mehr tun. Diese Menschen bildeten die erste große Welle von Klimaflüchtlingen weltweit.<sup>58</sup>

---

56 Thomas R. Knutson und Robert E. Tuleya, „Impact of CO<sub>2</sub>-Induced Warming on Simulated Hurricane Intensity and Precipitation: Sensitivity to the Choice of Climate Model and Convective Parameterization“, *Journal of Climate*, Vol. 17, Nr. 18 (15. September 2004), S. 3477-3495.

57 Lester R. Brown, „Global Warming Forcing U.S. Coastal Population to Move Inland“, *Eco-Economy Update* (Washington DC: Earth Policy Institute, 16. August 2006); Angaben über fehlendes Wasser und fehlenden Strom aus: Connie Kline, „New Orleans Looks Like Katrina Hit Yesterday; U.S. Needs to Step Up“, *Ventura County Star*, 6. August 2006; Angaben über nicht wieder aufgenommene Müllentsorgung aus: Susan Saulny, „Despite a City’s Hopes, an Uneven Repopulation“, *New York Times*, 30. Juli 2006; Angaben über fehlende Telefonleitungen aus: Gary Rivlin, „Patchy Recovery in New Orleans“, *New York Times*, 5. April 2006; Angaben über nicht repariertes Abwassersystem aus: „Katrina Recovery Deemed a Mixed Bag“, *Associated Press*, 15. August 2006.

58 Peter Grier, „The Great Katrina Migration“, *Christian Science Monitor*, 12. Septem-

Unter finanziellen Gesichtspunkten betrachtet war Katrina der bisher zerstörerischste Sturm aller Zeiten – weltweit. Und es war nur einer von insgesamt acht Hurrikans, die in den Jahren 2004 und 2005 die Südostküste der USA heimsuchten. Infolge des bisher nie dagewesenen Ausmaßes der Schäden haben sich die Versicherungsprämien verdoppelt oder verdreifacht und an einigen besonders gefährdeten Orten sogar verzehnfacht. Durch diese enorme Erhöhung der Versicherungsprämien ist der Wert von Grundstücken an der Küste enorm gesunken, sodass immer mehr Menschen besonders gefährdete Bundesstaaten wie Florida verlassen und ihren Wohnsitz und ihr Geschäft an einen anderen Ort verlagern.<sup>59</sup>

Doch Katrina und die Zerstörung, die dadurch angerichtet wurde, sind keineswegs Einzelerscheinungen. Im Herbst 1998 traf der Hurrikan Mitch – mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 320 km/h einer der stärksten Stürme, die je von der Atlantikseite gekommen waren – auf die Ostküste Mittelamerikas. Da der übliche Abzug des Sturms in nördlicher Richtung durch atmosphärische Bedingungen behindert wurde, fielen in Teilen von Honduras und Nicaragua innerhalb weniger Tage etwa 2 m Regen. Durch diese Sintflut stürzten Häuser, Fabriken und Schulen ein, Straßen und Brücken wurden zerstört. In Honduras wurden 70 % der Ernte und ein Großteil des Mutterbodens – der sich über große geologische Zeiträume gebildet hatte – einfach weggespült. Große Schlammlawinen zerstörten ganze Dörfer und begruben in einigen Fällen sogar die Einwohner unter sich.<sup>60</sup>

Der Sturm forderte 11.000 Todesopfer, Tausende weitere waren unter den Lawinen begraben oder ins Meer gespült worden und wurden nie gefunden. Die grundlegende Infrastruktur – Straßen und Brücken in Honduras und Nicaragua – wurde größtenteils zerstört. Flores, der Präsident von Honduras, fasste es folgendermaßen zusammen: „Insgesamt kann man sagen, dass es uns 50 Jahre gekostet hat, das aufzubauen, was jetzt innerhalb weniger Tage zerstört wurde.“ Durch die Sturmschäden, die das jährliche Bruttosozialprodukt der beiden Länder noch überstiegen, wurden sie in ihrer wirtschaftlichen Entwicklung um 20 Jahre zurückgeworfen.<sup>61</sup>

---

ber 2005; Louisiana Recovery Authority, *Migration Patterns: Estimates of Parish Level Migrations Due to Hurricanes Katrina and Rita* (Baton Rouge, LA: August 2007), S. 7ff.

59 National Weather Service National Hurricane Center, *NHC Archive of Hurricane Seasons*, unter [www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov), aktualisiert im Juni 2007; Kevin E. Trenberth, „Warmer Oceans, Stronger Hurricanes“, *Scientific American*, Juli 2007; Joseph Treaster, „High Winds, Then Premiums“, *New York Times*, 26. September 2006.

60 Janet N. Abramovitz, „Averting Unnatural Disasters“, in: Lester R. Brown et al., *State of the World 2001* (New York: W. W. Norton & Company, 2001) S. 123-42.

61 Zahl der Todesopfer des Sturmes aus: National Climatic Data Center, National Oceanic & Atmospheric Administration, „Mitch: The Deadliest Atlantic Hurricane Since 1780“ unter [www.ncdc.noaa.gov](http://www.ncdc.noaa.gov), aktualisiert am 1. Juli 2004; Flores zitiert in: Arturo Chavez et al., „After the Hurricane: Forest Sector Reconstruction in Honduras“, *Forest Products Journal*, November/Dezember 2001, S. 18ff.; Angaben zum Bruttosozialprodukt aus: Internationaler Währungsfond (IMF), *World Economic Outlook Database* unter [www.imf.org](http://www.imf.org), aktualisiert im April 2003.

2004 gab es in Japan rekordverdächtige zehn Taifune, die einen Gesamtschaden von 10 Mrd. \$ verursachten. In der gleichen Zeit wurde Florida von vier der zehn heftigsten Hurrikans der US-Geschichte getroffen, die zusammen zu Versicherungsansprüchen in Höhe von 22 Mrd. \$ führten.<sup>62</sup>

Vor diesem Hintergrund wird es für Versicherer und Rückversicherer zunehmend schwieriger, ein sicheres Prämienniveau zu berechnen, denn die traditionell als Berechnungsgrundlage für Versicherungsprämien benutzten historischen Daten eignen sich inzwischen nicht mehr als Richtlinie für die Zukunft. So ist beispielsweise die Zahl der großen Flutkatastrophen weltweit in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen, von sechs großen Überflutungen in den 50er Jahren auf 26 in den 90er Jahren.<sup>63</sup>

Die Versicherungsunternehmen sind davon überzeugt, dass die Verluste in Zukunft infolge der höheren Temperaturen und der heftigeren Stürme noch größer sein werden. Die Unternehmen sind deshalb besorgt, ob die Industrie angesichts dieser Attacken wachsender Zerstörung überhaupt solvent bleiben kann. Ebenso sieht man es bei *Moody's Investor Service*, der in den vergangenen sechs Jahren die Kreditwürdigkeit mehrerer der weltweit führenden Rückversicherer zurückgestuft hat.<sup>64</sup>

Thomas Loster, ein Klimaexperte bei der *Münchener Rück (Munich Re)*, sagt, die Gesamtbilanz der Naturkatastrophen würde „klar von wetterbedingten Katastrophen dominiert, von denen viele als außergewöhnlich und extrem bezeichnet werden können. [...] Wir müssen dieses gefährliche Experiment, das die Menschheit da mit der Erdatmosphäre betreibt, unbedingt stoppen.“<sup>65</sup>

Die *Münchener Rück* hat eine Liste mit Stürmen veröffentlicht, bei denen der Versicherungsschaden bei 1 Mrd. \$ oder mehr lag. Die erste derartige Naturkatastrophe gab es 1983, als der Hurrikan Alicia die Vereinigten Staaten heimsuchte und Versicherungsschäden im Wert von 1,5 Mrd. \$ hinterließ. Unter den 58 Naturkatastrophen mit einem Versicherungsschaden von 1 Mrd. \$ oder mehr, die bis Ende 2006 zu verzeichnen waren, gab es drei Erdbeben, einschließlich des verheerenden Tsunamis in Asien 2004, bei den restlichen 55 handelte es sich um wetterbedingte Katastrophen – Stürme, Überflutungen, Hurrikans und Waldbrände. In den 80er Jahren gab es drei derartige Ereignisse, in den 90er Jahren insgesamt 26 und für das laufende Jahrzehnt liegt die Zahl bereits für den Zeitraum zwischen 2000 und 2006 wiederum bei 26.<sup>66</sup>

62 Michael Smith, „Bad Weather, Climate Change Cost World Record \$90 Billion“, *Bloomberg*, 15. Dezember 2004; „Insurers See Hurricane Costs as High as \$23 Billion“, *Reuters*, 4. Oktober 2004.

63 „Awful Weather We're Having“, op. cit. Anmerkung 5; Munich Re, *Topics Geo Annual Review: Natural Catastrophes 2006* (München: 2007), S. 47.

64 „Disaster and Its Shadow“, *The Economist*, 14. September 2002, S. 71; „Moody's Downgrades Munich Re's Ratings to 'Aa1'“, *Insurance Journal*, 20. September 2002; Moody's Investor Service, „Issuer Research“ für Munich Re, Hanover Re und Swiss Re, unter [www.moody.com](http://www.moody.com), eingesehen am 26. Juli 2007.

65 Tim Hirsch, „Climate Change Hits Bottom Line“, *BBC News*, 15. Dezember 2004.

66 Munich Re, „Natural Disasters: Billion-\$ Insurance Losses“, in: Louis Perroy, „Impacts of Climate Change on Financial Institutions' Medium to Long Term Assets and Liabilities“, Präsentation vor der Staple Inn Actuarial Society, 14. Juni 2005; Munich Re, *Topics Geo Sig-*

Die beiden größten Katastrophen im Hinblick auf die angerichteten Schäden vor Hurrikan Katrina waren Hurrikan Andrew 1992, der 60.000 Häuser zerstörte und Schäden im Gesamtwert von 30 Mrd. \$ hinterließ, und die Überschwemmung im Jangtsebecken in China 1998, bei dem die Schäden ebenfalls einen Wert von 30 Mrd. \$ erreichten – eine Summe, die etwa dem Wert der chinesischen Reisernte entspricht. Die wachsenden Schadenssummen sind teilweise der zunehmenden Entwicklung der Städte und der Industrie in den Küstengebieten und den Talauen der Flüsse zuzuschreiben, aber auch den immer häufiger auftretenden Stürmen mit ihrer zunehmend größeren Zerstörungskraft.<sup>67</sup>

Im Westen sind die Atlantik- und die Golfküste der Vereinigten Staaten und die Karibikstaaten die Regionen, die derzeit am anfälligsten für heftige Stürme sind. Im Osten sind es vor allem die ost- und südostasiatischen Länder, darunter China, Japan, die Philippinen, Taiwan und Vietnam, die die volle Wucht der vom Pazifik kommenden starken Stürme zu spüren bekommen, während im Golf von Bengalen Bangladesch und die Ostküste Indiens besonders gefährdet sind.

In Westeuropa, wo es üblicherweise nur einmal alle einhundert Jahre einen Wintersturm mit großen Schäden gibt, gab es 1987 erstmals einen Wintersturm, der einen Schaden von mehr als 1 Mrd. \$ anrichtete – die Schadenssumme belief sich auf 3,7 Mrd. \$, von denen 3,1 Mrd. \$ durch Versicherungen abgedeckt waren. Seither gab es in Westeuropa neun große Winterstürme mit Versicherungsschäden zwischen 1,3 und 5,9 Mrd. \$.<sup>68</sup>

Da sich das Klima zunehmend verändert, ist auch mit immer extremeren wetterbedingten Ereignissen zu rechnen. So sagt Andrew Dlugolecki, ein führender Experte auf dem Gebiet der Klimaveränderungen und ihrer Auswirkungen auf Finanzinstitutionen, die durch atmosphärisch bedingte Ereignisse hervorgerufenen Schäden seien um etwa 10 % pro Jahr gestiegen. „Wenn sich dieser Anstieg unendlich fortsetzen sollte“, so Dlugolecki, „würden die Sturmschäden bis 2065 das Weltsozialprodukt übersteigen. Doch offensichtlich stünde die Welt bereits lange vorher vor dem Bankrott.“ In der realen Welt setzen sich nur wenige Wachstumsraten im zweistelligen Bereich mehrere Jahrzehnte lang fort, doch Dlugolecki wollte im Grunde damit sagen, dass sich der Klimawandel als enorm zerstörerisch, spaltend und sehr kostspielig erweisen könnte.<sup>69</sup>

---

*nificant Natural Catastrophes in 2004, 2005, and 2006* (München: 2005, 2006 und 2007).

67 Munich Re, *Topics Annual Review: Natural Catastrophes 2001* (München: 2002), S. 16f.; Angaben zum Wert der chinesischen Reisernte aus: USDA, op. cit. Anmerkung 3, Bezug auf Preise aus: IMF, *International Financial Statistics*, elektronische Datenbank unter [ifs.apdi.net/imf](http://ifs.apdi.net/imf), aktualisiert in Juni 2007.

68 Munich Re, „Natural Disasters“, op. cit. Anmerkung 66; Munich Re, *Significant Natural Catastrophes in 2005 and 2006*, op. cit. Anmerkung 66.

69 Andrew Dlugolecki, „Climate Change and the Financial Services Industry“, Rede auf der Eröffnung des UNEP Financial Services Roundtable, Frankfurt/Main, 16. November 2000; „Climate Change Could Bankrupt Us by 2065“, *Environment News Service*, 24. November 2000.

Wenn wir zulassen, dass das Klima weiter außer Kontrolle gerät, riskieren wir damit die Entstehung enormer finanzieller Kosten. In einem Bericht von Ende 2006 sagte der ehemalige Chefökonom der *Weltbank*, Nicholas Stern, voraus, langfristig könnten die durch den Klimawandel verursachten Kosten bei mehr als 20 % des Bruttoweltprodukts liegen. Im Vergleich dazu wären die kurzfristigen Kosten für die Senkung der Treibgasemissionen zur Stabilisierung des Klimas, die Stern auf etwa 1 % des Bruttoweltprodukts schätzt, geradezu „Peanuts“.<sup>70</sup>

## SENKUNG DER KOHLENSTOFFEMISSIONEN UM 80 PROZENT BIS 2020

Im Jahr 2004 veröffentlichten Stephen Pacala und Robert Socolow von der *Princeton University* in der Zeitschrift *Science* einen Artikel, in dem sie Möglichkeiten aufzeigten, die in den nächsten 50 Jahren bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe anfallende Menge an Kohlenstoffemissionen bei nur etwa 7 Mrd. t pro Jahr zu halten, statt durch die Fortsetzung unseres „Business-as-Usual“-Verhaltens einen Anstieg auf 14 Mrd. t zu riskieren. Dabei besteht das Ziel des Ökologen Pacala und des Ingenieurs Socolow darin, einen Anstieg der Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre von derzeit etwa 375 ppm auf über 500 ppm zu verhindern.<sup>71</sup>

In ihrem Artikel führen die beiden Wissenschaftler 15 Möglichkeiten auf, mit deren Hilfe unter Verwendung bereits vorhandener und erprobter Technologien bis 2054 jährlich jeweils 1 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden könnten. Sieben dieser Optionen in beliebiger Kombination können dazu verwendet werden, einen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis einschließlich 2054 zu verhindern. Weiter vertraten Socolow und Pacala in dem Artikel die Ansicht, der technologische Fortschritt würde dazu führen, dass die jährliche Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2104 auf 2 Mrd. t gesenkt werden könnte und damit auf ein Niveau, das von den natürlichen Kohlenstoffspeichern im Boden und im Meer absorbiert werden könnte.<sup>72</sup>

Dieses Konzept von Pacala und Socolow hat sich als ausgesprochen hilfreich erwiesen, als es darum ging, eine Diskussion über Möglichkeiten zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Gang zu bringen. Inzwischen sind seit Erscheinen des Artikels drei Jahre vergangen und es ist mehr als offensichtlich, dass wir schneller und in weitaus größerem Maßstab handeln müssen als bisher angenommen. Außerdem müssen wir über den konzeptionellen Ansatz hinausgehen und nicht mehr alle Optionen gleich behandeln, sondern uns auf jene konzentrieren, die am meisten Erfolg versprechen.

---

70 Sir Nicholas Stern, *The Stern Review on the Economics of Climate Change* (London: HM Treasury, 2006), S. vi–ix.

71 S. Pacala und R. Socolow, „Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies“, *Science*, Vol. 305 (13. August 2004), S. 968ff.

72 Ebenda.

Forscher wie James Hansen, einer der führenden Klimaforscher bei der NASA, sind der Meinung, die globale Erwärmung beschleunige sich zunehmend und stehe kurz davor, einen kritischen Punkt zu erreichen, an dem der Klimawandel eine Eigendynamik entwickelt und nicht mehr aufzuhalten ist. Diese Forscher glauben, es blieben uns im günstigsten Falle noch zehn Jahre, um den Trend umzukehren und ein Überschreiten der natürlichen Grenze in diesem Bereich zu verhindern – und ich kann ihnen nur zustimmen.<sup>73</sup>

Es wird viel darüber geredet, was wir in den nächsten Jahrzehnten oder bis 2050 tun müssten, um „gefährliche Klimaveränderungen“ zu vermeiden. Doch tatsächlich sehen wir uns damit bereits konfrontiert. Zwei Drittel der Gletscher, aus denen der Jangtse und der Hwangho gespeist werden, werden bis 2060 verschwunden sein, wenn die Gletscher auch in Zukunft um 7 % pro Jahr abschmelzen. Und auch im Falle des Gangotri-Gletschers in Indien, dessen Schmelzwasser in der Trockenzeit 70 % zur Speisung des Ganges beitragen, berichten Glaziologen, er könne innerhalb weniger Jahrzehnte vollständig abgeschmolzen sein.<sup>74</sup>

Es stellt sich die Frage, ob es überhaupt etwas geben kann, das die Gewährleistung der ausreichenden Lebensmittelversorgung für alle Menschen der Welt stärker gefährdet als das Abschmelzen jener Gletscher, aus denen sich die großen Flüsse Asiens in der Trockenzeit speisen, die letztlich die Weizen- und Reisfelder der Region bewässern. In einer Region, in der die Hälfte der Weltbevölkerung lebt, könnte dieser Wasserverlust in der Trockenzeit nicht nur dazu führen, dass Menschen Hunger leiden müssen, sondern sogar dazu, dass unvorstellbar viele Menschen letztlich verhungern müssen.

Ein weiterer Tiefschlag für die Sicherung der Lebensmittelversorgung in Asien wäre die Tatsache, dass die zum Reisanbau genutzten Talauen und Deltas der Flüsse unter Wasser stünden. Laut Angaben der *Weltbank* würde bei einem Anstieg des Meeresspiegels um nur 1 m die Hälfte der Reisanbauflächen in Bangladesch überschwemmt. Und auch wenn ein solcher Anstieg nicht über Nacht kommt, ist es doch besorgniserregend, dass eine solche Entwicklung unabwendbar werden könnte, wenn das Abschmelzen der Eismassen im derzeitigen Tempo weitergeht. Weiter muss darauf hingewiesen werden, dass dieses gefährliche Abschmelzen der Eismassen keine Zukunftsvision für den Fall weiter steigender Temperaturen ist, sondern bereits jetzt, unter den derzeitigen Temperaturbedingungen, Realität ist.<sup>75</sup>

Als sich 2007 der Sommer seinem Ende näherte, gab es Berichte aus Grönland, dass die Gletscher zunehmend schneller ins Meer gleiten würden, viel schneller, als es Glaziologen je vorhergesehen hatten. Riesige Eisschollen, die

---

73 „Earth’s Climate Approaches Dangerous Tipping Point“, *Environment News Service*, 1. Juni 2007; James Hansen et al., „Climate Change and Trace Gases“, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, Vol. 365 (2007), S. 1925-1954.

74 Wax, op. cit. Anmerkung 22; Coonan, op. cit. Anmerkung 23; Watts, op. cit. Anmerkung 24; „Glacier Study Reveals Chilling Prediction“, op. cit. Anmerkung 24.

75 World Bank, *World Development Report 1999/2000* (New York: Oxford University Press, September 1999).

jeweils mehrere Milliarden Tonnen wiegen, lösten sich und glitten ins Meer, wobei sie sogar kleinere Erdbeben auslösten.<sup>76</sup>

Da die Oberfläche zwischen Gletscher und darunter liegendem Felsboden durch das Schmelzwasser gleitfähig gemacht wird, wird die Bewegung des Eises über den Boden beschleunigt, sodass es mit einer Geschwindigkeit von etwa 2 m/h ins Meer gleitet. An dieser beschleunigten Bewegung und den durch das Abgleiten verursachten Erdbeben lässt sich ablesen, wie groß das Potenzial dafür ist, dass sich der gesamte Eisschild ablöst und zusammenschmilzt.<sup>77</sup>

Neben all den bereits in Gang gesetzten Entwicklungen sieht sich die Welt noch mit dem Problem konfrontiert, dass möglicherweise bald Rückkopplungsmechanismen einsetzen, durch die die Erwärmung noch weiter beschleunigt wird. Wissenschaftler, die einst noch davon ausgingen, dass frühestens im Jahr 2100 der Punkt erreicht wäre, an dem der Arktische Ozean im Sommer eisfrei wäre, sehen heute das Jahr 2030 als realistischere Schätzung an – und selbst das könnte sich noch als äußerst konservative Schätzung erweisen.<sup>78</sup>

Diesbezüglich machen sich die Wissenschaftler besondere Sorgen, hauptsächlich wegen eines möglichen Albedo-Effekts. Hierbei schwindet die Masse an gut reflektierendem Eis zunehmend, während im Verhältnis dazu immer mehr schwächer reflektierendes, dunkles Wasser vorhanden ist. Dadurch wird die aus dem Sonnenlicht absorbierte Menge an Hitze im Wasser im größer, was natürlich potentiell dazu führen könnte, dass der Grönländische Eisschild noch schneller abschmilzt.

Ein weiterer Rückkopplungsmechanismus, der Anlass zur Sorge gibt, ist das Aufschmelzen der Permafrostflächen. In diesem Falle würden Milliarden Tonnen Kohlenstoff freigesetzt, einige davon in Form von Methangas. Dieses ist ein starkes Treibgas, das im Hinblick auf seine Auswirkungen auf die globale Erwärmung pro Tonne 25-mal stärker ist als Kohlendioxid.<sup>79</sup>

Das Risiko, mit dem sich die Menschheit konfrontiert sieht, besteht darin, dass der Klimawandel außer Kontrolle geraten könnte und es nicht mehr möglich wäre, bestimmte Trends, wie das Abschmelzen der Eismassen oder das Ansteigen der Meeresspiegel, aufzuhalten. Wenn dieser Punkt erreicht würde, könnte der Fortbestand der gesamten Zivilisation in Gefahr sein.

Diese Kombination aus schmelzenden Gletschern, steigenden Meeresspiegeln und den Auswirkungen dieser Entwicklungen auf die Absicherung der weltweiten Lebensmittelvesorgung sowie auf die Küstenstädte weltweit könnte die Fähigkeiten der Regierungen zum Umgang mit solch großen Problemen leicht übersteigen. Heute sind es noch vorwiegend schwächere Staaten, die unter dem zunehmenden Druck der Umweltbelastungen zusammenbrechen, doch die gerade beschriebenen Veränderungen könnten selbst für die stärksten

---

76 Brown, op. cit. Anmerkung 35.

77 Ebenda.

78 Adam, op. cit. Anmerkung 41.

79 IPCC, *Summary for Policymakers*, op. cit. Anmerkung 9, S. 33; Sergey A. Zimov et al., „Permafrost and the Global Carbon Budget“, *Science*, Vol. 312, Nr. 3780 (16. Juni 2006), S. 1612f.

Staaten zuviel werden, sodass sich letztlich unsere gesamte Zivilisation angesichts dieser extremen Belastungen beginnen könnte aufzulösen.

Im Gegensatz zu Pacala und Socolow, deren Ziel darin bestand, das Niveau der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2054 konstant zu halten, wollen wir mit Plan B eine umfassende Initiative zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 % bis 2020 starten. Unser Ziel besteht darin zu verhindern, dass die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre den Wert von 400 ppm überschreitet, um so den weiteren Anstieg der Temperaturen zu begrenzen.<sup>80</sup>

Es ist ein außergewöhnlich ehrgeiziges Unternehmen. Es bedeutet zum Beispiel, dass wir bis 2020 alle Kohlekraftwerke vom Netz nehmen und gleichzeitig den Erdölverbrauch massiv einschränken müssen. Das wird nicht leicht werden.

Doch wir können bereits vorhandene, fortschrittliche Technologien nutzen, um diesen Wechsel möglich zu machen. Unser Plan zur Senkung der Kohlenstoffemissionen besteht aus drei Kernkomponenten: Stopp der Entwaldung bei gleichzeitiger Anpflanzung neuer Bäume zur Aufnahme von Kohlenstoff (siehe Kapitel 8), Anhebung der Energieeffizienz weltweit (siehe Kapitel 11) und Nutzung erneuerbarer Energien (siehe Kapitel 12). Zur Umsetzung von Plan B müssen wir bei der Beleuchtung, Beheizung und Kühlung von Gebäuden und im Bereich des Transports die Technologien zum Einsatz bringen, bei denen Energie am effizientesten genutzt wird. Außerdem müssen wir endlich die Sonnen- und Windenergie sowie die geothermische Energie, die uns die Erde zur Verfügung stellt, konsequenter nutzen und beispielsweise auf Hybridfahrzeuge mit zusätzlicher Speicherbatterie umsteigen, die größtenteils mit Strom betrieben werden, der aus Windenergie erzeugt wurde.

Ein wichtiger Teil von Plan B ist es, die gesamte Weltenergiewirtschaft vollständig neu zu strukturieren und zwar in Blitzgeschwindigkeit. Ein Beispiel dafür, wie dieses Tempo aussehen muss, bieten die USA, die im Zweiten Weltkrieg ihre Industrie innerhalb weniger Monate auf kriegswichtige Produktion umgestellt haben. (siehe Kapitel 13) Im Zweiten Weltkrieg stand eine ganze Menge auf dem Spiel, doch im Vergleich zu heute war das noch gar nichts. Heute steht das Überleben unserer gesamten Zivilisation auf dem Spiel und die große Frage ist, ob wir in der Lage sein werden, schnell genug zu handeln, um sie zu retten.

---

80 Wert von 400 ppm berechnet auf Grundlage von Angaben über Emissionen aus der Verwendung fossiler Brennstoffe aus: G. Marland et al., „Global, Regional, and National CO<sub>2</sub> Emissions“, in: *Trends: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, 2007) sowie auf Grundlage der Emissionen aufgrund der veränderten Landnutzung aus: R. A. Houghton und J. L. Hackler, „Carbon Flux to the Atmosphere from Land-Use Changes“, in: *Trends: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, 2002), Abfallkurve zitiert in: J. Hansen et al., „Dangerous Human-Made Interference with Climate: A GISS ModelE Study“, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 7 (2007), S. 2287-2312.