

KLIMAWANDEL IN DER ARKTIS

EIN RESÜMEE DES ACIA-BERICHTS

Sabine Zetsche, Cornelia Faller und Ulrike Broich



Kurzzusammenfassung

Das vorliegende Papier ist ein Resümee des ACIA-Berichts, der bislang umfassendsten wissenschaftlichen Darstellung von Ausmaß und Konsequenzen der Klimaänderungen in der Arktis (siehe <http://amap.no/acia>). Ergänzend wurden einige weitere Quellen ausgewertet.

Der Bericht zeigt eindrücklich, dass der arktische Klimawandel nicht nur den nördlichen Polarraum selbst betrifft - einschließlich Vegetation, Tierwelt, Menschen und Wirtschaft. Vielmehr hat er auch globale Wirkung und kann gleichzeitig als Frühwarnsystem für den weltweiten Klimawandel herangezogen werden.

(für eine ausführliche Zusammenfassung siehe Kap. 7)

Impressum

Autorinnen:

Sabine Zetsche, Cornelia Faller und Ulrike Broich

Redaktion:

Gerold Kier und Dr. Manfred Treber

Herausgeber:

Germanwatch e.V.

Büro Bonn

Dr. Werner-Schuster-Haus

Kaiserstr. 201

D-53113 Bonn

Telefon 0228/60492-0, Fax -19

Büro Berlin

Voßstr. 1

D-10117 Berlin

Telefon 030/288 8356-0, Fax -1

Internet: <http://www.germanwatch.org>

E-mail: info@germanwatch.org

Stand: April 2005

Bestellnr.: 05-2-09

Dieses Hintergrundpapier kann im Internet abgerufen werden unter:

<http://www.germanwatch.org/rio/acia05.htm>

Dieses Projekt wird finanziell vom Bundesumweltministerium und vom Umweltbundesamt gefördert. Die Förderer übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen der Förderer übereinstimmen.

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Wandel von Klima und Eisbedeckung in der Arktis.....	6
3	Auswirkungen des Klimawandels auf das Ökosystem der Arktis	8
3.1	Vegetation.....	8
3.2	Tierwelt.....	9
3.3	Gefahren durch erhöhte UV-Strahlung.....	10
4	Auswirkungen auf die Bevölkerung.....	12
4.1	Einflüsse auf Ernährung, Kultur und Lebensweise	12
4.2	Gefahren für die Gesundheit.....	13
5	Auswirkungen auf Infrastruktur und Industrie.....	15
5.1	Bedeutung des Eises und des Permafrostbodens für die Infrastruktur	15
5.2	Mehr Schiffsverkehr und Zugang zu Ressourcen.....	15
6	Globale Auswirkungen.....	17
6.1	Verstärkte Erwärmung durch verringerte Reflektion	17
6.2	Meeresspiegelanstieg durch Schmelzen von Festlandeis	17
6.3	Veränderung der Ozeanzirkulation.....	18
7	Zusammenfassung	21



Übersichtskarte: Die Arktis (Quelle: eigene Darstellung)

1 Einleitung

Aus der Wissenschaft kommen regelmäßig neue Untersuchungen über die Auswirkungen des Klimawandels. Zunehmend gibt es Aussagen über die erwarteten regionalen Folgen, da die Computerentwicklung aufgrund größerer Rechenkapazität ermöglicht, dass die geographische Auflösung der Klimamodelle beständig steigt. Mit dem Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)¹ wurde im Herbst letzten Jahres eine der bisher ausführlichsten und umfassendsten Studien über regionale Auswirkungen überhaupt veröffentlicht. Hunderte Wissenschaftler hatten zu dieser Untersuchung über den Nordpolarraum gearbeitet. Bereits vor der Veröffentlichung erregte sie schon Aufsehen: Die Administration Bush verhinderte ihr Erscheinen vor der US-Wahl, da ihre klaren, ja alarmierenden Aussagen im deutlichen Kontrast zur Position der US-Regierung und deren realer Untätigkeit im Klimaschutz stehen.

Als der ACIA-Bericht vorgestellt worden war, fand er weltweit große Beachtung. Auch diese große internationale Resonanz hat uns dazu bewogen, mit dem nun vorliegenden Papier eine deutschsprachige Zusammenfassung des Berichts zu erstellen und dessen Ergebnisse damit stärker in den deutschen Sprachraum zu tragen. Neben dem ACIA-Bericht selbst fanden noch einige weitere Quellen Eingang - dies wurde jeweils gesondert vermerkt.

Der ACIA-Bericht verdeutlicht in eindrucklicher Weise, dass die Arktis eine Art Frühwarnsystem für die zunehmende Klimaänderung ist: Wie diese sich auswirken wird, zeigt die Arktis bereits heute in Ansätzen. Die Arktis ist extrem verwundbar und erfährt weltweit mit die schnellste und ernsthafteste Klimaänderung. Weiterhin wird in der Studie bekräftigt, dass der Klimawandel größtenteils aus den vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen resultiert. Dies geht überein mit den Ergebnissen einer neuen, von der US-Regierung geförderten Studie², nach der eine "umwerfende" Korrelation zwischen einem Anstieg der Ozeantemperatur im Laufe der letzten 40 Jahre und der Emissionsbelastung der Atmosphäre festgestellt wird und die damit ein zentrales Argument der Klimaskeptiker - dass der Klimawandel ein natürliches Phänomen sein könnte - zerstört.

Diese Sachverhalte sind sehr geeignet, die gegenwärtige Situation, in der sich der weltweite Klimaschutz befindet, exemplarisch zu darzustellen. Auf der einen Seite kommen seitens der Wissenschaft immer unüberhörbarere Signale, dass der Mensch das Klima ändert, ja schon geändert hat und dass baldiges wirksames Handeln vonnöten ist, um katastrophale Auswirkungen der Klimaänderung so weit wie möglich zu verhindern. Das Ziel, die Erwärmung unter zwei Grad Temperaturanstieg gegenüber vorindustriellem Niveau zum Stillstand zu bringen, ist Konsens unter den im Klimaschutz aktiven Kräften

¹ im englischsprachigen Volltext abrufbar unter <http://amap.no/acia>

² siehe <http://www.germanwatch.org/kliko/ks29.htm>

(von Nichtregierungsorganisationen³ bis hin zu Staaten und Zusammenschlüssen wie die Europäische Union⁴).

Andererseits erfährt gerade die Umsetzung des notwendigen zusätzlichen Klimaschutzes in vielen Staaten trotz des Aufschwungs, den dieser in den Medien weltweit durch das Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls erfahren hat, derzeit heftige Gegenreaktionen von Seiten vieler Regierungen sowie Unternehmen und Unternehmensverbände. Aber auch die Bereitschaft in den Bevölkerungen, die Folgen von Klimaschutzmaßnahmen, die meist mit einer gewissen Abkehr vom eingespielten Verhalten im Umgang mit Energie und im Verkehr verbunden sind, zu begrüßen oder einzufordern, ist bedauerlicherweise gering. Es steht an, die Bevölkerung intensiver darüber in Kenntnis zu setzen, welche konkreten Folgen die Klimaänderung erwarten lässt. Wir hoffen, dass der ACIA-Bericht dafür einen Beitrag leistet.

Manfred Treber, Februar 2005

ACIA-Bericht

Der ACIA-Bericht (Arctic Climate Impact Assessment) ist der umfassendste Bericht, der über die Klimaveränderungen in der Arktis bisher erschienen ist. Er wurde vom Arktischen Rat (s.u.) und dem Internationalen Arktischen Wissenschaftskomitee (IASC) in Auftrag gegeben. Vier Jahre lang arbeiteten über 300 Wissenschaftler aus 15 Ländern gemeinsam mit sechs indigenen Organisationen der Arktis an der Erstellung des Berichtes. Er fasst die Folgen des Klimawandels auf die Arktis in zehn Punkten ("Key Findings") zusammen und kommt zu der Schlussfolgerung, dass die Arktis stärker als andere Gebiete der Erde von den Klimaveränderungen betroffen ist.

Arctic Council (Arktischer Rat)

Der Arktische Rat wurde 1996 als zwischenstaatliches Forum von den acht Anrainerstaaten der Arktis Kanada, Dänemark, Finnland, Island, Norwegen, Russland, Schweden und USA gegründet. Er basiert auf der 1991 von den acht Ministern verabschiedeten Arctic Environmental Protection Strategy (AEPS), in der ökologische Grundprinzipien festgehalten sind. Mit dem Arktischen Rat sollte eine Plattform geschaffen werden, auf der wichtige ökologische und soziale Herausforderungen der Arktischen Region zusammen mit Vertretern einheimischer Organisationen diskutiert werden können. Der Arktische Rat koordiniert v.a. Forschungsprojekte und Entwicklungsvorhaben. Weitere Infos zum Arktischen Rat unter <http://www.arctic-council.org>.

ICC (Inuit Circumpolar Conference)

Die ICC ist eine internationale Nichtregierungsorganisation, welche die Interessen der 150.000 in der Arktis lebenden Inuit global vertritt. Ziele der Organisation sind, die auf den verschiedenen Kontinenten verstreut lebenden Inuit zu vereinen, ihre Rechte und Interessen zu fördern und die Entwicklung der Inuit-Kultur zu sichern. Die ICC hat Beraterstatus bei E-COSOC und ist Mitglied im Arktischen Rat. Weitere Infos zur ICC unter <http://www.inuit.org>.

³ siehe u.a. Climate Action Network (2002): Gefährlichen Klimawandel verhindern!
<http://www.germanwatch.org/kliko/ks10.htm>

⁴ siehe u.a. European Community (1996) Climate Change - Council Conclusions 8518/96 (Presse 188-G) 25/26.VI.96 und EU-Kommission (2005) Strategie für eine erfolgreiche Bekämpfung der globalen Klimaänderung. (KOM (2005) 35 endg.)
http://www.europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/comm_de_050209.pdf

2 Wandel von Klima und Eisbedeckung in der Arktis

Bisher galt Grönland als das Land des ewigen Eises, in dem grüne Landstriche, im Gegensatz zu der eigentlichen Bedeutung des Namens, nur selten zum Vorschein kommen. Dieses Bild könnte sich innerhalb des nächsten Jahrhunderts verändern, denn die Arktis ist von der globalen Erwärmung, Folge des menschengemachten Klimawandels, besonders betroffen, so die Ergebnisse des ACIA-Berichtes.

Meßbar ist die fortschreitende Erwärmung in der Arktis unter anderem an der schwindenden Ausdehnung und Dicke des Meer- und Landeises, Hauptindikator und Motor des Klimawandels zugleich. Das Eis bestimmt den Grad der Reflektion des Sonnenlichtes, regelt den Austausch von Wärme und Feuchtigkeit zwischen Meeresoberfläche und Atmosphäre und beeinflusst die Verdunstung. In den letzten 30 Jahren wurde ein Rückgang der jährlichen Meereisbedeckung um 8 % beobachtet, was einer Fläche von bis zu 1 Mio. km² gleichkommt (größer als die Fläche von Norwegen, Schweden und Dänemark zusammen!). Bis zum Jahr 2100 wird eine zusätzliche Abnahme der jährlichen Eisbedeckung um bis zu 50% projiziert. Betroffen ist dabei vor allem die sommerliche Eisbedeckung. "Am Ende dieses Jahrhunderts wird es im Sommer kein Eis mehr am Nordpol geben", prognostiziert auch Ola Johannsen vom Nansen-Forschungsinstitut im norwegischen Bergen.⁵

Erfahrungen von Inuit

"Während des Winters kann es nun auch regnen, so wie letztes Neujahr. Früher regnete es nie im Winter. Regen mitten im Winter? Soviel, dass der Schnee verschwindet? Ja, das ist wahr. Regen, und der Schnee schmilzt."

Vladimir Lifov, Lovozero, Russland, 2002

"Der Klimawandel ist so dramatisch, dass es während des kältesten Monats des Jahres, im Dezember 2001, zu starken Regenfällen in der Thule-Region kam, die über dem Schnee des Meer- und Landeises eine dicke Eisschicht hinterließendies ist sehr schlecht für die Pfoten unserer Schlittenhunde."

Uusaqqak Qujaukitsoq, Qaanaaq, Grönland, 2002

"Wenn es viel Eis gibt, machst Du Dir keine Sorgen über Stürme. Dann gehst du einfach raus und lenkst zwischen den Eisschollen. Aber in den letzten Jahren gab es kein Eis. Wenn es stürmt, kann man nicht mehr rausfahren..."

Andy Carpenter, Sachs Harbour, Kanada, 1999

Das Schmelzen des Eises ist nicht nur ein Frühwarnsystem des Klimawandels, sondern verstärkt seinerseits die regionale und globale Erwärmung: Durch die Verdunkelung der Flächen aufgrund des Verschwindens des Eises wird ein kleinerer Teil der Sonnenstrahlung direkt reflektiert, so dass sich die Erdoberfläche stärker erwärmt und somit wieder-

⁵ Deutsche Welle, Svenja Üing, 10.12.2003: "Leben am Rande des Eises"; <http://www.dw-world.de/dw/article/0,1564,1041861,00.html>

um zum Abschmelzen des Eises beiträgt - ein sich selbst verstärkender Kreislauf, der zunehmend grüne Fußspuren hinterlässt.

Warum ändert sich die Temperatur in der Arktis schneller als in anderen Erdteilen?

Laut den neuesten Forschungsergebnissen erhöht sich die Temperatur in der Arktis mehr als doppelt so schnell wie in der restlichen Welt. "Es passiert mit einer Geschwindigkeit, die vor ein paar Jahren nicht für möglich gehalten worden wäre", betont der Ozeanexperte und Klimawissenschaftler Prof. Stefan Rahmstorf.⁶

Fünf Gründe warum sich die Arktis schneller erwärmt:

- Die Schnee- und Eisschmelze hinterlässt dunklere Oberflächen, die einen größeren Teil der Sonnenstrahlung absorbieren und somit die örtliche Erwärmung verstärken, die ihrerseits das Schmelzen vorantreibt (sog. positive Rückkopplung).
- Der Teil der Strahlung, der durch die Treibhausgase absorbiert wird, trägt in der Arktis weitgehend direkt zur Erwärmung der Atmosphäre bei, während in niedrigeren Breiten ein Teil der Energie in die Evaporation (Verdunstung des Bodenwassers) geht.
- Die Atmosphäre über den Polen der Erde ist dünner als über der restlichen Erde und heizt sich somit schneller auf.
- Der Wärmeaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre wird mit schwindender Eisbedeckung des Meeres verstärkt und bewirkt, dass der Ozean während der Wintermonate mehr Wärmeenergie an die Atmosphäre abgibt.
- Die Arktis erhält einen Teil ihrer Wärmeenergie aus den niedrigeren Breiten. Der Transport verläuft über die Atmosphäre und über den Ozean. Veränderungen in diesen Zirkulationsmustern könnten die stetige Erwärmung der Arktis zusätzlich forcieren.

Schon vor einigen Jahren wurde die hohe Sensibilität der arktischen Region gegenüber den Folgen des Klimawandels bekannt. Neu ist die Geschwindigkeit, mit der sich der Klimawandel und mit ihm der Temperaturanstieg vollzieht. Allein in den letzten 50 Jahren ist die Durchschnittstemperatur in der Arktis um bis zu vier Grad gestiegen. Erwartet wird eine weitere Erwärmung in der Arktis von 3 - 5 °C über dem Land und 4 - 7 °C über dem Meer bis Ende des Jahrhunderts. Welche Auswirkungen diese rasante Entwicklung auf andere Klimavariablen hat, lässt sich an der Veränderung der Niederschlagsverteilung erkennen.

Durch den Temperaturanstieg erhöht sich die absolute Verdunstung und mit ihr die Niederschlagsmenge. In der Arktis hat die Niederschlagsmenge seit Anfang des 20. Jahrhunderts kontinuierlich zugenommen, wobei der größte Teil davon in Form von Regen fiel, in der Arktis bisher noch ein seltenes Phänomen. Erwartet wird ein weiterer Anstieg des Niederschlages, insbesondere in den Wintermonaten.

Die bereits spürbaren Veränderungen des Klimas in der Arktis und die Zukunftsprognosen des ACIA-Berichtes holen den Klimawandel von seinem abstrakten Sockel und geben ihm ein menschliches Gesicht. Kleinste Veränderungen der Klimavariablen können unvorhersagbare Folgen für das Ökosystem der Arktis mit sich bringen und damit einer ganzen Kultur die Lebensgrundlage entziehen.

⁶ Handelsblatt, Sonntag, 31. Oktober 2004: Erderwärmung lässt Polareis schneller schmelzen

3 Auswirkungen des Klimawandels auf das Ökosystem der Arktis

Die klimatischen Verhältnisse einer Region entscheiden maßgeblich darüber, welcher Ökosystemtyp sich entwickelt. Niederschlagsmenge, Durchschnitts-, Höchst- oder Tiefsttemperaturen setzen die Rahmenbedingungen, in denen bestimmte Arten fähig sind zu leben, andere hingegen nicht. Verändern sich die Klimavariablen einer Region, verändert sich mit ihnen auch die Zusammensetzung des dortigen Ökosystems. Während einige Arten aussterben oder in den Hintergrund rücken, können sich andere besser vermehren oder neue Arten in das Ökosystem eindringen.

3.1 Vegetation

In der Arktis befinden sich drei Vegetationszonen mit den für sie typischen Ökosystemen - die polare Eiswüste, die Tundra und der nördliche Teil des borealen Nadelwaldes. Charakteristisch für die beiden ersten Zonen sind die extremen Lebensbedingungen, in denen nur wenige hochangepasste Arten fähig sind zu überleben. Im Gegensatz zum Borealen Nadelwald wachsen in der Tundra keine Bäume oder Sträucher mehr - Moose, Flechten und einige Zwergsträucher prägen hier das Bild. Aufgrund ihrer spezifischen Anpassung sind diese Pflanzen auf relativ stabile Umweltverhältnisse angewiesen.

Eine Erwärmung der polaren und subpolaren Region führt zu einer Verschiebung der Vegetationszonen in Richtung Norden. Wo bislang die niedrigen Durchschnittstemperaturen den Baumwuchs verhinderten, werden sich mit steigenden Temperaturen die ersten Pionierarten ansiedeln und gegen die alte Vegetation konkurrieren. In der arktischen Region wird die Tundra zunehmend durch den nach Norden wandernden Nadelwald verdrängt. Viele der Anpassungsmechanismen, die es den arktischen Arten ermöglichen, in dieser lebensfeindlichen Gegend zu überleben, begrenzen ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber den neu eindringenden Arten. Hinzu kommt, dass sich der Klimawandel mit einer Geschwindigkeit vollzieht, die eine Anpassung der ursprünglichen Arten an die neuen Umweltbedingungen unmöglich macht. Da der Verlagerung der Tundra ihrerseits nach Norden Grenzen gesetzt sind, wird befürchtet, dass mit dem Klimawandel und den steigenden Temperaturen die Tundra an Fläche verlieren wird. Damit verschwinden große Teile eines Ökosystems, das die weltweit einzigartige Vielfalt von über 600 Moos- und 2000 Flechtenarten beherbergt. Neben der Zerstörung der Lebensgrundlage der dort lebenden Tierarten wird auch die Brutfläche für die vielen Zugvögel reduziert, die jedes Jahr in den Norden fliegen, um ihre Jungen groß zu ziehen.

Aber selbst wenn eine Vegetationswanderung in Richtung Norden möglich ist, wie im Fall des Borealen Nadelwaldes, kann es zu tiefgreifenden Veränderungen innerhalb der Ökosysteme kommen. Aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Arten wandert kein Ökosystem geschlossen. Vielmehr ist die Verlagerung von den unterschiedlichen klimatischen Sensibilitäten der einzelnen Arten, ihrer unterschiedlichen Mobilität und Lebensdauer abhängig. Diese Variationen führen zum Auseinanderbrechen der ursprünglichen Ökosysteme und zur Formation neuer Lebensgemeinschaften mit unbekanntem Folgen.

Eine weitere Gefahr für die expandierenden borealen Nadelwälder ist das hohe Risiko für Waldbrände. Aufgrund der steigenden Temperaturen hat sich die abgebrannte Fläche im westlichen Nordamerika in den letzten 30 Jahren bereits verdoppelt und wird voraussichtlich in den nächsten 100 Jahren um weitere 80 % steigen. Für die Wälder Sibiriens gilt: wenn die Sommertemperaturen von 9,8 auf 15,3 °C ansteigen, dann steigt die Fläche potentieller Waldbrandgebiete um 150 %.

Aber nicht nur an Land machen sich die Folgen des Klimawandels bemerkbar - einer der wichtigsten Bestandteile der arktischen Nahrungskette sind die marinen Mikroorganismen, so z.B. die Algen, die an der Unterseite des Eises siedeln. Sie sind hoch angepasst an die dort herrschenden Bedingungen. Mit dem Schmelzen der Meereisflächen wird nicht nur ihr Lebensraum vernichtet, sondern es verändert sich auch die Salinität des Wassers. Untersuchungen in der Beaufort-See ergaben, dass zwischen 1970 und den späten '90ern die meisten der dort lebenden Eisalgen ausstarben und durch weniger produktive Süßwasseralgen ersetzt wurden. Der Verlust an Produktivität der marinen Organismen macht sich durch die Nahrungskette hinweg bis an ihre Spitze bemerkbar und führt zum erhöhten Nahrungsstress innerhalb der verschiedenen Ebenen.

3.2 Tierwelt

Im Gegensatz zur Antarktis bildet in der arktischen Region kein zusammenhängendes Stück Festland, sondern das Meer den Mittelpunkt. An das Meer grenzen im Süden ringförmig die nördlichen Teile der Kontinente. Große Teile des Arktischen Meeres - des sogenannten Nordpolarmeeres - liegen ganzjährig unter einer dicken Eisschicht. Das Leben hat sich meist an den nährstoffreichen Übergangszonen zwischen Küsten und Meereis ausgebildet und ist eng an den Rhythmus des Eises gebunden. Für viele der großen Säuger bedeutet es Schutz und Mobilität, dient zur Geburt und Aufzucht der Jungen und als Jagdgebiet. Der fortschreitende Rückgang des Eises entzieht vielen der arktischen Tierarten ihre Lebensgrundlage.

Der Eisbär

Insgesamt leben in der Arktis 20.000 bis 25.000 Bären, davon 60% in Kanada. Das Eis bildet für sie die Lebensgrundlage. Schmilzt das Eis im Frühjahr, beginnt für den Eisbären die Fastenzeit, die acht bis zehn Monaten dauern kann. Diese Zeit kann ein Eisbär nur überstehen, wenn er sich während der Jagdzeit riesige Fettreserven angefressen hat. Seine Nahrungsgrundlage reicht von Eismeer-Ringelrobben, Sattelrobben, jungen Walrossen, Beluga-Walen, Narwalen, Fischen bis hin zu Seevögeln und deren Eiern.

Je früher das Eis bricht, umso weniger Nahrung können die Eisbären zu sich nehmen. An Land finden die größten Fleischfresser unter allen Landtieren höchstens Gräser, Tang und Beeren - nichts, was ihren extrem fettabhängigen Stoffwechsel am Leben erhalten könnte. Ihre körperliche Kondition lässt nach, die Geburtenrate geht zurück und weniger Jungtiere überleben. Jede Woche, die das Eis früher schmilzt, bedeutet ein Gewichtsverlust von 10 kg für die Eisbären, mit dem sie in die Fastenzeit gehen. Sollte der Arktische Ozean für längere Perioden eisfrei bleiben, ist es wahrscheinlich, dass der Eisbär zumindest im südlichen Teil seines Reviers verhungert und lokal ausstirbt.

Schmilzt das Eis zu früh im Jahr, reicht den Robben die Zeit zur Aufzucht ihrer Jungen nicht aus und die abbrechenden Schollen trennen Mutter und Jungtier, bevor der Nachwuchs reif genug ist, alleine überleben zu können. Aber nicht nur die Aufzucht der Jungen, sondern auch die Suche nach Nahrung wird durch den Rückgang erschwert. Da die

Ränder der Kontinente, die sogenannten Schelfbereiche, sehr produktiv sind, bieten sie Robben, Walrossen und Eisbären ausreichend Nahrung. Zieht sich das Eis zurück, liegen die Ränder in tieferen Meeresregionen, die weniger reich an Muscheln und Mikroorganismen sind.

Neben den Bedrohungen durch den Klimawandel sind die Tiere in der Arktis weiteren Risiken ausgesetzt. Zu ihnen gehören die hohe Belastung der Lebewesen durch die Anreicherung giftiger Chemikalien, die Verinselung der natürlichen Lebensräume, die Belastung durch die erhöhte UV-Strahlung (s.u.) oder die Umweltverschmutzung durch die wirtschaftlichen Tätigkeiten in der Region (Ölförderung und Ausbau der Infrastruktur). Zusammengenommen besteht die Gefahr, dass die Grenzen der Anpassungsfähigkeit jener Lebewesen überschritten werden, die ursprünglich für ihre Kraft, Schönheit und der Fähigkeit, in dieser rauen Umgebung überleben zu können, bewundert wurden.

Die Folgen der regionalen Veränderungen innerhalb der Ökosysteme der Arktis ziehen weite Kreise. Die Tundra ist einer der wichtigsten Brut- und Futterplätze für viele Zugvögel aus den südlicheren Breiten. Jeden Sommer kommen mehrere hundert Millionen Vögel, um in der Tundra ihre Jungen groß zu ziehen. Die Größe der Population und damit die Fähigkeit das Überleben der eigenen Art zu sichern, wird durch ihren Erfolg während der Sommerzeit in der Arktis bestimmt. Durch die voranschreitende Verkleinerung der Tundragebiete werden viele, auch vom Aussterben bedrohte Vogelarten voraussichtlich noch in diesem Jahrhundert bis zu 50 % ihrer Brutstätten verlieren. Damit würde sich die Individuenzahl der Arten drastisch verringern.

In einem so fein aufeinander abgestimmten System wie der arktischen Ökozone können kleinste Veränderungen eines Teilbereiches große Spuren hinterlassen. Auf dem Spiel stehen nicht nur außergewöhnliche Ökosysteme, sondern mit ihnen eine Kultur, die eng mit der Natur verbunden lebt und auf die natürlichen Ressourcen als Lebensgrundlage angewiesen ist.

Erfahrungen der Inuit

"Ich weiß nur, dass die Robben im Moment nicht da sind, sei es weil der Frühling so früh begonnen hat oder weil sie draußen auf den Eisschollen sind, jedenfalls sind sie nirgendwo zu sehen."

62 jähriger Mann, Kuujjuaq, Kanada

3.3 Gefahren durch erhöhte UV-Strahlung

Der Klimawandel verstärkt zunehmend die Zerstörung der Ozonschicht. Dies führt letztlich zu einer Schädigung von Pflanzen und Tieren sowohl im Wasser als auch auf dem Festland, bringt aber auch zusätzliche Gefahren für den Menschen (siehe 0).

Die Ozonschicht befindet sich in der Stratosphäre, in einer Höhe von etwa 15 bis 40 km über der Erde. Sie hat die Funktion, die Erdoberfläche vor schädlicher UV-Strahlung zu schützen. Oft werden die Phänomene Klimawandel und Ozonzerstörung fälschlicherweise gleichgesetzt, obwohl sie ganz unterschiedlichen Mechanismen unterliegen.

Der **anthropogene Klimawandel** resultiert aus den Emissionen von Treibhausgasen, welche das Aufheizen der Erdatmosphäre verursachen. Die **Zerstörung der Ozonschicht** resultiert aus dem menschlich verursachten Anstieg von chlorierten Chemikalien (z.B. FCKW, Halogene), die die Ozonmoleküle in der Stratosphäre durch chemische Reaktionen spalten. Als **Ozonloch** bezeichnet man die Bereiche unnatürlich niedriger Ozonkonzentrationen, die v.a. über den Polargebieten liegen.

Die erhöhte Konzentration von Treibhausgasen führt nur in der Troposphäre zu einer Erwärmung, in der höher gelegenen Stratosphäre wirkt sie abkühlend. Die kalten Temperaturen in diesen Höhen verstärken die Wirbelwinde und begünstigen die Entstehung von polaren Stratosphärenwolken. An der Oberfläche dieser Wolken laufen unter Lichteinwirkung komplizierte chemische Reaktionen ab, bei denen die sonst harmlosen Abbauprodukte der FCKWs und Halogene in ein Gemisch aus gefährlichen Radikalen umgewandelt werden, die das Ozon zerstören. Außerdem isoliert der sog. Polarwirbel die Stratosphäre über der Arktis vom Rest des globalen Klimasystems, was eine Ozonkompensation unmöglich macht. Als Folge wird die Ozonschicht dünner oder verschwindet, die Bedrohung durch die UV-Strahlung wird immer höher. Modellrechnungen erwarten für die Arktis zwischen 2010 und 2020 aufgrund des Ozonabbaus eine 90 %ige Erhöhung der UV-Strahlung im Frühjahr gegenüber 1972-1992.

Auswirkungen auf das Ökosystem an Land

Erhöhte UV-Strahlung wirkt sich auch auf die Pflanzen und Tiere aus. Die UV-Strahlung kann bei Pflanzen zu Modifikationen des Stoffwechsels führen. Zusätzlich zu den direkten Folgen werden Tiere indirekt durch die Veränderungen der Pflanzen beeinträchtigt, da es in einigen Fällen zu einer Verschiebung des Nährstoffgehaltes innerhalb der pflanzlichen Organe kommen kann. Insbesondere die Reduktion der Ozonschicht im Frühling stellt für Tiere und Pflanzen eine wachsende Bedrohung dar, da im Frühjahr die Zeit für die Geburt der Tiere und das Aufkeimen der Pflanzen ist. Die jungen Tiere und Sprösslinge der Pflanzen sind besonders sensibel gegenüber der erhöhten Strahlenbelastung.

Auswirkungen auf das Ökosystem im Süßwasser

Durch die Erderwärmung gibt es einen Rückgang der Schnee- und Eisdecke auf dem Wasser. Weißes Eis und Schnee formen bedeutende Barrieren für die Durchdringung der Strahlen; bereits eine 2cm dicke Schneeschicht kann die Strahlung unter dem Eis um ein dreifaches reduzieren. Tiere und Pflanzen, die normalerweise von dieser Decke geschützt wurden, sind unter Wasser nun einer höheren Strahlung ausgesetzt. Vor allem Amphibien reagieren besonders sensibel auf UV-Strahlung.

Auswirkungen auf das Ökosystem in den Meeren

Phytoplankton, winzige Pflanzen, die die "Rohstoffproduzenten" für die marine Nahrungskette sind, können durch erhöhte UV-Strahlung negativ beeinflusst werden. Die Leistungsfähigkeit der Nahrungskette kann so um 20-30 % verringert werden. Verschiedene Stichproben haben ergeben, dass einige Gattungen, die in einer Tiefe bis zu 20m leben, Veränderungen in der DNA aufweisen. Neuere Studien schätzen, dass ein saisonaler Rückgang des stratosphärischen Ozons um 50 % die Rohstoffproduktion der marinen Nahrungskette um 8,5 % reduziert.

4 Auswirkungen auf die Bevölkerung

Der arktische Lebensraum erscheint den meisten Europäern unwirtlich: Stürme, unerbittlicher Dauerfrost und lange Wintermonate im Dunkeln. Die Inuit haben sich über Generationen hinweg an diese Herausforderung angepasst. Entbehrungen und das Bewußtsein der Abhängigkeit von der Natur prägen ihre Kultur und ihr Sozialsystem. Heute stellt der Klimawandel eine große Herausforderung für die Menschen der Arktis dar. Schwer einschätzbare Wetter-, Schnee- und Eisverhältnisse machen das Reisen riskant und sogar lebensgefährlich. Vor allem aber die Auswirkungen des Klimawandels auf die Tierwelt haben drastische Auswirkungen sowohl auf die Ernährung der Bevölkerung als auch auf deren Kultur.

4.1 Einflüsse auf Ernährung, Kultur und Lebensweise

Die Arktis beherbergt zahlreiche indigene Völker, deren Kultur und Aktivitäten durch die arktische Umgebung geprägt sind. Seit Generationen leben sie mit ihrer Umwelt im Einklang, indem sie ihre traditionelle Nahrungsbeschaffung durch sorgfältiges Beobachten gekonnt an ihre Umwelt angepasst haben. Die indigenen Völker haben noch immer eine starke Bindung zu ihrer Umwelt durch Jagen, Viehzucht, Fischen und Sammeln. Die lebendigen Ressourcen der Arktis unterhalten die indigenen Völker nicht nur im Sinne der Wirtschaft und Ernährung, sondern stellen auch die wesentliche Grundlage für ihre soziale Identität, ihr spirituelles Leben und ihr kulturelles Überleben dar.

Die indigenen Völker der Arktis nehmen die Auswirkungen des Klimawandels bereits sehr bewusst in ihrem täglichen Leben wahr. Veränderungen der Schneequalität, durch erhöhte Niederschläge, das Schmelzen von Teilen des Meereises, eine Verdünnung der Eisschicht, wie sie Inuit-Jäger z.B. im kanadischen Nunavut-Territorium verzeichnet haben und starke Stürme erschweren das Reisen, Jagen und den Transport wichtiger Versorgungsgüter. Veränderungen der Schmelzrate des Meereises im Frühjahr zusammen mit den unvorhersagbaren Wetterbedingungen beeinflussen den Zugang zu den Nahrungsressourcen, wie z.B. zu Jagd- und Fischlagern. Hinzu kommt der Rückgang in der Anzahl und die Veränderung des Verhaltens der Seerobben und anderer Jagdtiere. Die Inuit haben über die Jahrhunderte hinweg die Wetter-, Schnee- und Eisverhältnisse, sowie die Beschaffenheit ihrer Jagd- und Wohngebiete studiert und das Wissen über die Generationen weitergegeben - eine der wichtigsten Eigenschaften, um in dieser Gegend überleben zu können. Die Veränderungen der Wetterbedingungen, in der Vegetation und in der Tierwelt durchkreuzen das lang angesammelte Wissen und machen Vorhersagen schwierig oder unmöglich. Für ein Volk, für welches das Wissen um die Natur zu den Lebensgrundlagen gehört, bedeuten diese Veränderungen eine erhebliche Beeinflussung ihres bisherigen Lebensstils und ihrer Kultur.

Wer lebt in der Arktis?

Lange bevor die Europäer die Arktis entdeckten, besiedelten verstreut lebende Menschen aus den unterschiedlichsten Volksgruppen das Gebiet. Die ersten Menschen kamen spätestens seit dem Höhepunkt der letzten großen Eiszeit vor 20.000 Jahren aus Sibirien und Nordamerika in die Arktis, als das Meereis den asiatischen und amerikanischen Kontinent verband. Mit der Entwicklung neuer Jagdinstrumente und anderer Werkzeuge wurde die Besiedelung weiterer arktischer Gebiete ermöglicht. Neue Volksstämme zogen in Richtung Norden. Erst vor etwa 1000 Jahren erreichten mit der Ansiedelung der Wikinger auf Island auch Norweger und Russen die nördlichen Gebiete. Während es in den Regionen Grönlands, Alaskas und Kanadas nur wenige größere Siedlungen gibt, entstanden in Nordeuropa und im Norden Russlands mehrere große Städte.

Im 20. Jh hat sich die Immigration in die Arktis derart verstärkt, dass die nicht-indigenen Völker gegenüber den indigenen Völkern in der Mehrzahl sind. Konflikte über den Besitz von Land und Ressourcen haben sich durch das Bevölkerungswachstum und die Unverträglichkeit der traditionellen und modernen Lebensformen verschlechtert.⁷ Heute leben in der Arktis ca. 4 Millionen Einwohner, davon gehören ca. 10 % indigenen Völkern an (in Kanada bis zu 50%).

Wer sind die Inuit?

Die Inuit sind Menschen diverser Volksgruppen, die in der Arktis leben, d.h. in Alaska, im Norden Kanadas (im Nunavut-Territorium), in Sibirien und Grönland. Sie haben eine relativ einheitliche Kultur, die lange Zeit auf der Jagd von großen Säugern (Robben, Walrosse, Wale) basierte. Daneben betreiben sie Fischfang und sammeln Früchte. Zur Fortbewegung auf dem Wasser nutzen sie das Kajak oder ein Umiak, auf dem Land dienen ihnen Schlitten mit Huskies zum Transport. Die bekannten Iglus sind in der Regel nicht permanente Unterkünfte, sondern werden auf Reisen genutzt.

Wer sind die Eskimos?

Der Ursprung des Begriffs Eskimo ist noch nicht völlig geklärt. Früher nahm man an, er stamme von Esquimantsik ab (dt: etwa "Rohfleischesser"), wie die Athabaska-Indianer geringschätzig die Ureinwohner der Arktis benannt haben sollen. Neue Erkenntnisse gehen davon aus, der Name stamme von den Montagnais-Indianern und bedeute "Schneeschuhknüpfer". Von den Europäern wurde die Bezeichnung Eskimo übernommen, obwohl sich die Einwohner der arktischen Region selbst Inuit ("der Mensch" oder "das Volk") nennen. Unter Eskimo werden eine Reihe von Volksgruppen im arktischen Kulturkreis zusammen gefasst, die traditionell als Jäger und Sammler lebten.⁸

4.2 Gefahren für die Gesundheit

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit unterliegen regionalen Schwankungen und individuellen Faktoren der Menschen wie Alter, Lebensweise, Geschlecht, Zugang zu Ressourcen sowie anderen Faktoren, welche die individuelle und kollektive Anpassung an den Klimawandel beeinflussen.

So kann sich der Klimawandel auch positiv auf die menschliche Gesundheit auswirken: kältebedingte Verletzungen wie z.B. Erfrierungen und Unterkühlungen bis hin zum Kältetod würden seltener werden. Doch es drohen v.a. negative Folgen: mögliche Verschlechterung der Ernährungslage, abhängig vom Zugang zu und Vorhandensein von Nahrungsmitteln, potentielle Veränderung der Übertragung von Bakterien und Viren, Ausbreitung von durch Mücken verbreiteten Krankheiten, veränderte Qualität des Trink-

⁷ Piers Vitebsky: Die Arktis als Heimat.

http://www.thearctic.is/articles/overviews/homeland/german/kafli_0201.htm

wassers, z.B. durch das Tauen des Permafrostbodens oder die zunehmende Küstenerosion und damit ebenfalls ein erhöhtes Risiko der Übertragung von Krankheiten. Gesundheitliche Schäden können zudem durch ein Zusammenspiel der Folgen der Anreicherung chemischer Kontaminanten, erhöhter UV-Strahlung (s.u.) und des Klimawandels entstehen. Vermehrte extreme Wetterereignisse wie Überflutung, Stürme, Bergstürze und Lawinen stellen eine weitere Bedrohung für die Gesundheit des Menschen dar.

"Klimawandel verletzt Menschenrechte"

Wenn es um die Verhandlungen zum Klimaschutz geht, stehen meist die Positionen der beteiligten Staaten und die Auswirkungen auf die wirtschaftlichen Tätigkeiten im Vordergrund.

Die Vorsitzende der ICC, Sheila Watt-Cloutier, hat auf der zehnten UN-Klimakonferenz im Dezember 2004 in Buenos Aires jedoch erneut betont, dass Klimaschutz auch mit sozialer Verantwortung zu tun hat. Sie betonte die Dringlichkeit, dass die Länder über die Kioto-Protokoll-Verpflichtungen hinaus agieren. Sie hielt fest, dass die *Interamerikanische Kommission für Menschenrechte* das Recht der indigenen Bevölkerung auf eine gesunde und sichere Umwelt als ein grundlegendes Menschenrecht anerkannte. Mit einer Petition bei der Kommission versucht der ICC, dass auch die Zerstörung der Kultur und Lebensart der Inuit in Folge der anthropogenen Klimaveränderungen als Vergewaltigung ihrer Menschenrechte anerkannt wird. Die globale Erwärmung bedrohe die Ureinwohner im hohen Norden in ihrem Überleben. Sorgsames Management und Schutz der arktischen Umwelt sei eine Voraussetzung für die Rechtsfähigkeit der Inuit, v.a. weil sie Subsistenz- und Traditionswirtschaft betreiben.⁹

Eine besondere Bedrohung für die Gesundheit stellt die bereits in Abschnitt 0 beschriebene Zunahme der UV-Belastung dar. Der Mensch nimmt bis zu seinem 18. Lebensjahr ca. die Hälfte der UV-Strahlung auf, der er im Laufe seines Lebens ausgesetzt ist. Der derzeitige hohe Anteil an UV-Strahlung in der Arktis deutet ganz darauf hin, dass die heutige Jugend mehr als 30 % zusätzlicher UV-Strahlung ausgesetzt ist als vorherige Generationen. Eine solche Strahlendosis kann verstärkt Hautkrebs, Hornhautbeschädigungen, grauen Star, Störungen des Immunsystems, Virusinfektionen, Hautalterung, Sonnenbrand und andere Hautstörungen hervorrufen. Dabei ist Hautpigmentation kein wirksamer Schutz gegen die UV-Strahlung. Laut der Europäischen Kommission stellt die Reduktion der Ozonschicht über den Polen und die damit verbundene stärkere UV-Strahlung auch in Europa ein größeres Risiko für die Erkrankung an Hautkrebs dar.

⁸ Gesellschaft für bedrohte Völker, <http://www.gfbv.de/voelker/nordam/inuit.htm>. Msn. encarta: http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_761561130/Eskimo.html

⁹ ICC Executive Council Resolution 2003-O1. Re: Climate Change and Inuit Human Rights. <http://www.inuit.org/index.asp?lang=eng&num=244>

5 Auswirkungen auf Infrastruktur und Industrie

Industrielle Tätigkeiten und Infrastruktur sind in der arktischen Region an die dortigen Bedingungen angepasst worden - insbesondere an den über weite Strecken vereisten Boden und die saisonal auftauchenden Straßen und Brücken aus Eis. Die Auswirkungen der fortschreitenden Erwärmung, das Auftauen des Bodens oder das Schmelzen des See- und Meereises, zerstören Gebäude und Infrastruktur, verändern die Verkehrsrouten und Mobilität.

5.1 Bedeutung des Eises und des Permafrostbodens für die Infrastruktur

Im Gegensatz zum Rest der Welt ist die Arktis im Winter zugänglicher als im Sommer, da die Tundra gefroren ist und das Eis neue Brücken und Straßen entstehen lässt. Viele Industriezweige sind von dem gefrorenen, harten Boden abhängig und viele nördliche Siedlungen sind auf die Straßen aus Eis angewiesen, z.B. für den Lebensmitteltransport.

Der Klimawandel hat Auswirkungen auf die Lufttemperatur, die Dicke der Schneedecke und die Vegetation, die wiederum die Temperatur des gefrorenen Bodens und das Ausmaß des Abtauens beeinflussen. Durch die Erwärmung der bodennahen Luft, wird für die nächsten 100 Jahre mit einer Degradation von 10-20% der Fläche des Permafrostbodens (Dauerfrostbodens) gerechnet.

Bereits in den letzten 30 Jahren hat sich die Anzahl der Tage, an denen die Tundra im Rahmen umweltpolitischer Standards befahrbar ist, von 200 auf 100 verringert. Für die Industrien bedeutete dies einen 50 %igen Rückgang der Öl- und Gasförderung. Auch die Forstwirtschaft benötigt gefrorenen Boden und vereiste Flüsse für den Transport des Holzes zu den Sägemühlen.

Erhöhte Temperaturen des Permafrostbodens stellen eine wesentliche Herausforderung für Infrastruktur, Gebäude und Industrieanlagen dar. In Nordrußland z.B. sind bereits Bahnschienen deformiert, Landepisten von Flughäfen vieler Städte in einem schlechten Zustand und Öl- und Gaspipelines brechen und verschmutzen den Boden, was ganze Landflächen unbrauchbar macht. In der russischen Stadt Yakutsk in Zentralsibirien, die auf Permafrostboden gebaut wurde, sind bereits mehr als 300 Gebäude durch das Tauen beschädigt worden.

Zusätzlich zu den Folgen des Tauwetters wird die Infrastruktur von Problemen wie Überflutung, Schlammlawinen, Steinschlägen und Lawinen bedroht.

5.2 Mehr Schiffsverkehr und Zugang zu Ressourcen

Wissenschaftler schätzen den jährlichen Rückgang des Treibeises der letzten Jahrzehnte auf 5-10 % und den Rückgang in der Dicke auf 10-15 %. Modelle deuten darauf hin, dass das Treibeis im Sommer immer weiter vom arktischen Festland wegtreibt, was neue Schiffsrouten eröffnet und die Saison, in der Schiffsverkehr möglich ist, verlängert. Die Schiffssaison wird als Anzahl der Tage definiert, an denen die Treibeiskonzentration

nicht mehr als 50 % beträgt. Für den Nördlichen Seeweg (NSR), der die kürzeste Verbindung zwischen Europa und Fernost darstellt, bedeutet das eine Verlängerung der Schifffahrtssaison von den heutigen 20-30 Tagen auf 90-100 Tage im Jahr 2080. Die Eröffnung neuer Schiffrouten und eine längere Schifffahrtssaison verbessern zwar in einigen Gebieten den Zugang zu neuen Ressourcen und die Möglichkeiten für das Transportwesen, haben aber auch zweifelhafte ökologische und soziale Auswirkungen für die arktische Region. Was für Unternehmen der Erdöl- und Erdgasindustrie von Vorteil ist, hat für die regionale Entwicklung und den Umweltschutz oft fragliche Auswirkungen. Durch die Verlagerung der Meeresrouten oder deren erhöhte Frequentierung wird auch der Lebensraum der Meerestiere gestört.

Indigene Völker haben die Ressourcen der Arktis seit Tausenden von Jahren nachhaltig bewirtschaftet, doch heute sind es die Industrienationen, darunter Länder der EU, die sowohl die Hauptnutzer der Ressourcen als auch die Hauptverursacher der Verschmutzung sind, die die Region belastet. Die indigenen Völker leiden am meisten unter den negativen Auswirkungen dieser Ausbeutung und haben nur einen relativ geringen Anteil an den Gewinnen.

Prof. Jacqueline McGlade, EEA-Exekutivdirektorin¹⁰

¹⁰ Pressemitteilung der EEA, Brüssel/Kopenhagen, 15. März 2004, <http://org.de.eea.eu.int/documents/newsreleases/arctic-de>

6 Globale Auswirkungen

Die Veränderungen in der Arktis sind nicht nur ein frühes Anzeichen des globalen Klimawandels, sondern verursachen ihrerseits Veränderungen in weiten Teilen der Erde. Das Klimasystem der Erde ist ein hoch komplexes System, das durch viele sich gegenseitig beeinflussende Variablen gesteuert wird. Regionale Klimaveränderungen, wie sie verstärkt in der arktischen Region zu beobachten sind, können daher nicht aus dem globalen Kontext herausgelöst betrachtet werden. So treffen auch die Auswirkungen einer beschleunigten Erwärmung in der Arktis und der fortlaufenden Schmelze der Land- und Meereisflächen nicht nur die Bevölkerung und das Ökosystem der arktischen Region, sondern auch Menschen in weit entfernten Regionen der Erde.

6.1 Verstärkte Erwärmung durch verringerte Reflektion

Zum einen führt die kontinuierliche Schneeschmelze und das Vordringen des Borealen Nadelwaldes in die Gebiete der Tundra zu einer Verdunklung der Oberflächen. Somit wird ein größerer Teil der Sonnenstrahlung absorbiert und in Wärme umgewandelt, die ihrerseits wiederum den Schnee schmelzen lässt: Ein sich selbst verstärkender Mechanismus, der die Erwärmung fortlaufend antreibt. "Momentan reflektiert das Eis noch 80 Prozent der einfallenden Sonnenstrahlen zurück ins All und reguliert die Erdtemperatur auf erträgliches Maß", so Prof. Dr. Graßl, Direktor am Max-Planck-Institut für Meteorologie. Wäre das Eis weg, würde das Polarmeer 80 Prozent der Lichtenergie schlucken und die Atmosphäre aufheizen.¹¹

Damit sitzt in der Arktis ein Motor, der die globale Erwärmung zusätzlich antreibt. Durch den Anstieg der Temperaturen und das dadurch bedingte Auftauen des Permafrostbodens werden außerdem Klimagase freigesetzt, die bei der Verrottung des organischen Materials im Boden entstehen. Insbesondere das Treibhausgas Methan, dessen Klimawirksamkeit (über 100 Jahre gesehen) 23 mal so groß ist wie die des CO₂, wird durch diese Prozesse freigesetzt. Auch hier entsteht ein Teufelskreis, denn das Gas trägt zur weiteren Erwärmung bei, die wiederum weitere Teile des Frostbodens auftauen lassen. Noch nicht genau voraussagbar ist in diesem Zusammenhang die Speicherwirkung des vorrückenden Borealen Nadelwaldes. Ob die Speicherung von CO₂ durch die Wälder den Effekt der Böden kompensiert, überkompensiert oder unterschreitet, ist weiterhin offen.

6.2 Meeresspiegelanstieg durch Schmelzen von Festlandeis

Das Eisvolumen der Arktis wird auf über 3.100.000 km³ geschätzt, wobei der Grönländische Eisschild den größten Teil davon ausmacht. Die beschleunigte Erwärmung in der Arktis kurbelt die Geschwindigkeit an, mit der die arktischen Eisflächen schmelzen. Seit den frühen '60ern ist ein Rückgang der Eisflächen beobachtet worden, seit den '90ern hat

¹¹ Spiegeldossier DER SPIEGEL 35/2000, 28. August 2000: "Der schwimmende Nordpol"; <http://www.spiegel.de/spiegel/0,1518,90843,00.html>

sich der Trend deutlich beschleunigt. Die Fläche des Grönländischen Eisschildes, die jedes Jahr in den warmen Sommermonaten schmilzt, nahm zwischen 1979 und 2002 um mehr als 16 % zu. Im Jahr 2002 schmolz in Grönland mit fast 700.000 km² eine Fläche, die alle bisherigen Beobachtungen übertraf. Bei einer zugrunde gelegten regionalen Erwärmung Grönlands, die dreimal so hoch ist wie der globale Durchschnitt - keineswegs ein unwahrscheinliches Szenario - prognostizieren einige Computersimulationen sogar das Schmelzen der gesamten Eisfläche.

Neben der Ausdehnung des Wassers durch die steigende Temperatur trägt das Abschmelzen der Landgletscher in der Arktis maßgeblich zu einem Anstieg des Meeresspiegels bei. Seit 1990 steigt der Meeresspiegel jährlich um drei Millimeter. Erwartet wird ein Anstieg um 10 - 90 cm bis zum Ende dieses Jahrhunderts, je nach zugrunde gelegtem Klima- und Emissionsszenario. Eine beschleunigte Erwärmung in der Arktis hätte verheerende Auswirkungen auf viele Küstenregionen der Welt. Allein in Bangladesch leben 17 Mio. Menschen weniger als einen Meter über dem Meeresspiegel.

Robert Corell, Vorsitzender des ACIA-Berichtes, beschreibt: "Auf Grönland ist genug Wasser gespeichert, um den Meeresspiegel um sieben Meter anzuheben. Das bedeutet, dass unter dieser Annahme der Meeresspiegel alle 50 bis 100 Jahre um einen Meter steigen könnte. Ein Meeresspiegelanstieg von einem Meter ist eine gigantische Zahl. Bangladesch würde 40 % seiner Landmasse verlieren. Einige pazifische Inselstaaten wie Tuvalu würden komplett unter Wasser liegen. Große Teile von Florida und damit auch südliche Teile Miamis wären bei einem Ein-Meter-Anstieg überflutet. Man kann sich also vorstellen, was sieben Meter innerhalb der nächsten Jahrhunderte bedeuten würde."¹²

Die Malediven werben für ihr Urlaubsparadies bereits mit einem sarkastischen "Besuchen Sie uns solange es uns noch gibt!" Die Regierung Malés, einer der Inselstaaten der Malediven, hat in Folge der sich zuspitzenden Situation eine neue, künstliche Insel vor seiner Küste aufgeschüttet, die im Notfall die Klimaflüchtlinge beherbergen soll.¹³ Was sich nach Science-fiction anhört, ist für viele Menschen bereits zur bitteren Realität geworden. Bangkok, Bombay und Kalkutta sind nur einige Namen von großen südostasiatischen Städten, die in flachen Küstengebieten oder an Flussdeltas liegen. Die Folgen einer Überschwemmung großer Teile dieser Regionen sind unvorstellbar. Das Vordringen des Meeres verunreinigt zudem das küstennahe Grundwasser, das vielen dieser Großstädte zur Trinkwasserversorgung dient.

6.3 Veränderung der Ozeanzirkulation

Der Nordatlantikstrom - der verlängerte Arm des Golfstroms - könnte durch eine Temperaturerhöhung im arktischen und nordatlantischen Raum massiv beeinträchtigt werden. Dies hätte erhebliche Konsequenzen, vor allem für Mittel- und Nordeuropa. Dort sorgt er nämlich normalerweise für ein relativ mildes Klima, indem er warmes Wasser aus dem Golf von Mexiko wie über ein Transportband in den Nordatlantik bringt. Physikalischer Motor für dieses Transportband sind Dichteunterschiede des Wassers. Auf dem Weg nach Norden wird das Wasser durch die kälteren Temperaturen schwerer. Der hierdurch aus-

¹² Cicerone, Jorunn Gran, Oslo 6-2004: "A different pattern in the Arctic than the rest of the world"

¹³ Johannes Dieterich: Der flachste Staat der Welt klagt an - und baut an. In: Frankfurter Rundschau, 04.02.05

gelöste Absinkprozess zieht das nachfolgende wärmere Wasser nach Norden, während das kältere Tiefenwasser wieder nach Süden strömt.

Im Zuge der globalen Erwärmung werden zwei Entwicklungen erwartet, die zu einer Verringerung der Dichte (und damit auch der Tendenz zum Absinken) des Meerwassers im Nordatlantik führen würden: Zum einen die Erwärmung des Meerwassers, zum anderen die Verringerung des Salzgehalts durch eine Zunahme der Niederschläge im Nordatlantikraum und durch das verstärkte Abschmelzen des Grönlandeises.

Als Konsequenz wird sich der Nordatlantikstrom voraussichtlich abschwächen, im Extremfall könnte er sogar vollständig ausfallen. Experten schätzen, dass bei einem globalen Temperaturanstieg von 1 bis 3 Grad die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein solches dramatisches Ereignis nur bei einigen Prozent liegt. Bei einer Temperaturerhöhung von 4 bis 5 Grad in diesem Jahrhundert, die angesichts der weltweiten Emissionstrends durchaus im Bereich des Möglichen liegt, schätzen einige Fachleute allerdings, dass die Wahrscheinlichkeit auf 50 Prozent steigen könnte.¹⁴

Die Folge wäre ein verminderter Wärmetransport aus dem Golf von Mexiko nach Nord- und Mitteleuropa mit der Konsequenz einer möglicherweise drastischen Abkühlung. Ob dieser Effekt nur den Temperaturanstieg in Europa abschwächt, also nur zu einer relativen Abkühlung führt,¹⁵ oder ob er gegenüber den heutigen Temperaturen sogar zu einer absoluten Abkühlung führen würde, ist wissenschaftlich noch ungeklärt.¹⁶ In jedem Fall ist davon auszugehen, dass sowohl eine relative als auch eine absolute Abkühlung eine erhebliche Belastung für Mensch und Ökosysteme in Europa bedeuten würde. Denn Anpassungsprozesse, die dann über Jahrzehnte in Richtung Erwärmung gewirkt haben werden, müssten plötzlich ihre Richtung wechseln. Würde die Ozeanzirkulation große Mengen an Wärme nicht mehr nach Europa sondern in andere Regionen der Erde leiten, so wäre dort dann mit einer zusätzlichen Temperaturerhöhung zu rechnen, welche die Folgen der ohnehin stattfindenden Erwärmung noch verschlimmern würde.

Die Nordatlantische Zirkulation ist zudem für die Nährstoffversorgung in vielen der Küstenregionen verantwortlich, da durch die Zirkulation laufend nährstoffreiches Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche gezogen wird. Eine Verlangsamung oder das Abbrechen der Zirkulation zöge an einigen Stellen eine Nährstoffverarmung und mit ihr einen Wandel der dortigen marinen Ökosysteme mit sich. Die resultierende Veränderung der Fischverteilungen betreffen vor allem die Menschen, die direkt vom Fischfang leben. Eine Abschwächung bzw. ein Zusammenbruch der nordatlantischen Zirkulation hätte zudem erhebliche Auswirkungen auf den Meeresspiegel, die CO₂-Aufnahme des Ozeans und marine Ökosysteme.

Der Klimawandel in der Arktis, seine Ursachen und Folgen, verdeutlichen uns, wie eng die Schicksale von Menschen miteinander verknüpft sind, die geographisch Tausende von Kilometern trennen. Der Flugreisende auf einem Kurzstreckenflug von Berlin nach Mün-

¹⁴ ECF/PIK (2004) What is dangerous climate change? Results of a Symposium on Key Vulnerable Regions and Climate Change, http://www.european-climate-forum.net/pdf/ECF_beijing_results.pdf

¹⁵ nach: IPCC (2001a) Climate Change – The Scientific Basis, New York, Seite 16

¹⁶ Rahmstorf, S. (2003) The Thermohaline Ocean Circulation. A Brief Fact Sheet. http://www.pik-potsdam.de/~stefan/thc_fact_sheet.html

chen, der Inuit-Jäger, der auf seinem Weg über das arktische Eis an einer unerwartet dünnen Stelle einbricht und der Bangladescher, dessen Hütte eine Sturmflut zerstört; sie alle sind Teil dieses Netzes.

Sheilla Watt-Cloutier betonte in ihrer Rede vor dem amerikanischen Senat "Nehmen Sie das, was in der Arktis passiert - die Geschichte der Inuit - als Vehikel, welches uns alle wieder miteinander verknüpft, so dass wir vielleicht verstehen werden, dass der Planet und seine Bewohner eins sind. [...] Wenn wir es schaffen, die Emissionen klimaschädlicher Treibhausgase rechtzeitig zu reduzieren, so dass die Arktis vor der Zerstörung durch den Klimawandel bewahrt werden kann, kann auch das unbeschreibliche Leid von Hunderten von Millionen Menschen rund um den Globus verhindert werden."

7 Zusammenfassung

Der ACIA-Bericht (Arctic Climate Impact Assessment) gibt eine umfassende Analyse der tiefgreifenden, regionalen Auswirkungen des Klimawandels auf die Arktis. In der Polarregion wird, als Folge des steigenden anthropogenen CO₂-Ausstoßes in die Atmosphäre, ein Temperaturanstieg beobachtet und prognostiziert, der das globale Mittel um fast das Zweifache übersteigt. Deutlich wird die fortschreitende Erwärmung in der Arktis insbesondere an der schwindenden Ausdehnung und Dicke des Meer- und Landeises, Hauptindikator und Motor des Klimawandels zugleich. In den letzten 30 Jahren wurde ein Rückgang der jährlichen Meereisbedeckung um 8 Prozent beobachtet, was einer Fläche von bis zu 1 Mio. km² gleichkommt. Zusammen mit der Verschiebung in der Verteilung von Verdunstung und Niederschlag, Schneequalität und -quantität erreichen die Veränderungen ein Ausmaß, welches die Grenzen der Anpassungsmöglichkeiten von Mensch und Umwelt erreicht und teilweise bereits überschreitet.

Der hohe Grad der Anpassung von Pflanzen und Tieren an die arktische Umgebung, der ihnen einerseits ermöglicht, in diesen außergewöhnlich extremen Bedingungen zu überleben, reduziert auf der anderen Seite ihre Fähigkeit, auf Umweltveränderungen zu reagieren. Während sich einige Arten bei steigenden Durchschnittstemperaturen besser vermehren, werden andere aussterben, in den Hintergrund rücken oder es werden neue Arten in das Ökosystem eindringen. So begünstigt eine Erwärmung der polaren und sub-polaren Region die Verschiebung der Ökozonen nach Norden. Wo bislang die niedrigen Durchschnittstemperaturen den Baumwuchs verhinderten, werden sich mit steigenden Temperaturen die ersten Pionierarten ansiedeln und gegen die alte Vegetation konkurrieren. Der nach Norden wandernde Nadelwald bedroht die Existenz großer Teile der Tundra, eine der einzigartigen Vegetationszonen, die nicht nur die Lebensgrundlage für die heimischen Tierarten bietet, sondern auch Brutplatz für die vielen Zugvögel, die jährlich in die Arktis fliegen.

Eine derartige Veränderung innerhalb der Ökosysteme stellt für die Bewohner der Arktis, die ihr Leben über die Jahrhunderte hinweg eng an den Rhythmus der Natur angepasst haben und von den Ressourcen der Umgebung kulturell und wirtschaftlich abhängig sind, eine große Bedrohung dar. Die indigenen Völker der Arktis nehmen die Auswirkungen des Klimawandels bereits sehr bewusst in ihrem täglichen Leben wahr. Veränderungen der Schneequalität, durch erhöhte Niederschläge, das Schmelzen von Teilen des Meereises, eine Verdünnung der Eisschicht und starke Stürme erschweren das Reisen, Jagen, den Transport wichtiger Versorgungsgüter, sowie den Zugang zu den Nahrungsressourcen, wie z.B. zu Jagd- und Fischlagern. Die fortschreitende Erwärmung führt zudem zu einem teilweisen, an einigen Stellen sogar flächendeckenden Auftauen des Dauerfrostbodens. Da in der arktischen Region sowohl die Infrastruktur (Straßen, Pipelines) als auch Gebäude auf den harten Untergrund als Stabilisator angewiesen sind, wird eine Erhöhung der Temperatur des Bodens zu erheblichen Problemen führen. Bereits heute werden Risse, Deformationen oder gar die völlige Zerstörung von Gebäuden und Infrastruktur aufgrund der veränderten Bodenverhältnisse beobachtet.

Neben der Einschränkung der wirtschaftlichen und kulturellen Lebensweise stellt der Klimawandel in der Arktis eine zusätzliche Bedrohung für die Gesundheit der dort lebenden Menschen dar. Durch physikalische Zusammenhänge verstärkt die Erwärmung der unteren Luftschichten die Zerstörung der Ozonschicht. Dadurch steigt der Anteil der gefährlichen UV-Strahlen, der auf die Erdoberfläche trifft. Vermehrte Hauterkrankungen und Immunschwächen gehören zu den Folgen einer erhöhten Dosis der UV-Strahlung.

Die regionalen Veränderungen in der Arktis und ihre dramatischen Auswirkungen für Mensch und Natur sind nicht nur ein frühes Anzeichen des globalen Klimawandels, sondern verursachen ihrerseits Veränderungen in weiten Teilen der Erde. Neben der Ausdehnung des Wassers durch die steigende Temperatur trägt das Abschmelzen der Landgletscher in der Arktis maßgeblich zu einem Anstieg des Meeresspiegels bei. Hierdurch sind verheerende Auswirkungen auf viele Küstenregionen der Welt zu befürchten. Allein in Bangladesch leben 17 Mio. Menschen weniger als einen Meter über dem Meeresspiegel.

Die bereits spürbaren Veränderungen des Klimas in der Arktis und die Zukunftsprognosen des ACIA-Berichtes holen den Klimawandel von seinem abstrakten Sockel und geben ihm ein menschliches Gesicht. Kleinste Veränderungen der Klimavariablen bringen unvorhersagbare Folgen für das Ökosystem der Arktis mit sich und drohen einer ganzen Kultur die Lebensgrundlage entziehen. Was in der Arktis zu beobachten ist, ist ein Vorbote des globalen Klimawandels und seiner Konsequenzen auf lokaler Ebene. Nur wenn wir es schaffen, die Emissionen der anthropogenen Treibhausgase zu reduzieren, kann verhindert werden, dass die Arktis und andere Teile der Erde weiter zerstört werden.

Die zehn Schlüsselergebnisse des ACIA-Berichtes auf einen Blick

- 1. Das Arktische Klima erwärmt sich momentan sehr schnell, und weitaus größere Veränderungen werden erwartet.**
- 2. Die Erwärmung der Arktis und ihre Auswirkungen haben weltweite Konsequenzen.**
- 3. Die arktischen Vegetationszonen werden sich sehr wahrscheinlich räumlich verlagern - mit weitreichenden Folgen.**
- 4. Die Artenvielfalt innerhalb der Tierwelt und die Verbreitung der Arten wird sich verändern.**
- 5. Viele Küstendörfer und Gebäude sind einer zunehmenden Gefahr durch Stürme ausgesetzt.**
- 6. Die Verringerung des Meereises wird sehr wahrscheinlich den Schiffstransport und den Zugang zu den natürlichen Ressourcen erweitern.**
- 7. Der auftauende Permafrostboden wird Gebäude, Verkehrswege und andere Infrastruktur zerstören.**
- 8. Die Indigenen Völker sind durch wirtschaftliche und kulturelle Auswirkungen des Klimawandels bedroht.**
- 9. Erhöhte UV-Strahlung wird negative Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen haben.**
- 10. Aus dem Zusammenspiel vieler Einflüsse ergeben sich weitere Auswirkungen auf Menschen und Ökosysteme.**

... Sie fanden diese Publikation interessant und hilfreich?

Wir stellen unsere Veröffentlichungen zum Selbstkostenpreis zur Verfügung, zum Teil auch unentgeltlich. Für unsere weitere Arbeit sind wir jedoch auf Spenden und Mitgliedsbeiträge angewiesen. Informationen hierzu finden Sie auf der Rückseite dieses Hefts. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Germanwatch

Wir sind eine gemeinnützige, unabhängige und überparteiliche Nord-Süd-Initiative. Seit 1991 engagieren wir uns in der deutschen, europäischen und internationalen Nord-Süd-, Handels- und Umweltpolitik.

Ohne strukturelle Veränderungen in den Industrieländern des Nordens ist eine sozial gerechte und ökologisch verträgliche Entwicklung weltweit nicht möglich. Wir setzen uns dafür ein, die politischen Rahmenbedingungen am Leitbild der sozialen und ökologischen Zukunftsfähigkeit für Süd und Nord auszurichten.

Unser Engagement gilt vor allem jenen Menschen im Süden, die von den negativen Auswirkungen der Globalisierung und den Konsequenzen unseres Lebens- und Wirtschaftsstils besonders betroffen sind. Wir treten dafür ein, die Globalisierung ökologisch und sozial zu gestalten!

Germanwatch arbeitet an innovativen und umsetzbaren Lösungen für diese komplexen Probleme. Dabei stimmen wir uns eng mit Organisationen in Nord und Süd ab.

Wir stellen regelmäßig ausgewählte Informationen für Entscheidungsträger und Engagierte zusammen, mit Kampagnen sensibilisieren wir die Bevölkerung. Darüber hinaus arbeiten wir in gezielten strategischen Allianzen mit konstruktiven Partnern in Unternehmen und Gewerkschaften zusammen, um intelligente Lösungen zu entwickeln und durchzusetzen.

Zu den Schwerpunkten unserer Arbeit gehören:

- Verantwortungsübernahme für Klimaschutz und Klimaopfer durch wirkungsvolle, gerechte Instrumente und ökonomische Anreize
- Gerechter Welthandel und faire Chancen für Entwicklungsländer durch Abbau von Dumping und Subventionen im Agrarhandel
- Einhaltung sozialer und ökologischer Standards durch multinationale Unternehmen
- Ökologisches und soziales Investment

Möchten Sie uns dabei unterstützen? Für unsere Arbeit sind wir auf Spenden und Beiträge von Mitgliedern und Förderern angewiesen. Spenden und Mitgliedsbeiträge sind steuerlich absetzbar.

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.germanwatch.org oder bei einem unserer beiden Büros:

Germanwatch Büro Bonn
Dr.Werner-Schuster-Haus
Kaiserstr. 201
D-53113 Bonn
Telefon +49 (0)228 / 60492-0, Fax, -19

Germanwatch Büro Berlin
Voßstr. 1
D-10117 Berlin
Telefon +49 (0)30 / 288 8356-0, Fax -1

E-mail: info@germanwatch.org

Internet: www.germanwatch.org



Per Fax an:

+49-(0)30 / 2888 356-1

Oder per Post:

Germanwatch e.V.

Büro Berlin

Voßstr. 1

D-10117 Berlin

Ja, ich unterstütze die Arbeit von Germanwatch

Ich werde Fördermitglied zum Monatsbeitrag von €..... (ab 5 €)
Zahlungsweise: jährlich vierteljährlich monatlich

Ich unterstütze die Arbeit von Germanwatch durch eine Spende von
€..... jährlich €..... vierteljährlich €..... monatlich €..... einmalig

Name

Straße

PLZ/Ort

Telefon

E-Mail

Bitte buchen Sie die obige Summe von meinem Konto ab:

Geldinstitut

BLZ

Kontonummer

Unterschrift