

Gefahr im Verzug

Von Klimawandel und Meerwasser

Meeresspiegelanstieg, Hurrikane und Gefährdung der Küsten: Der Klimawandel ist kein theoretisches Problem, sondern hat sehr konkrete Auswirkungen, die auch unser Alltagsleben betreffen.

Seit dem Jahr 1900 sind die Temperaturen auf der Erde im Mittel um $0,7^{\circ}\text{C}$ angestiegen, und bis zum Ende dieses Jahrhunderts werden es wohl zwischen 2°C und 6°C sein. Dies klingt zunächst wenig – ist aber viel, wenn man bedenkt, dass die mittleren Temperaturen während der letzten Eiszeit auch nur etwa $5 - 8^{\circ}\text{C}$ unter den heutigen lagen. Die Folgen dieses Klimawandels sind beträchtlich: Er verursacht häufigere Hitzewellen, verändert die Niederschläge, beeinflusst die Vegetation und damit ganze Wirtschaftszweige wie Agrar- und Forstwirtschaft. Er verändert damit auch die Lebensbedingungen wildlebender Tiere und die Ausbreitung von Krankheiten. Und er wirkt auf die Meere, was wiederum Rückwirkungen auf die Menschen hat.

Der „Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen“ der Bundesregierung (WBGU) hat der Regierung im Mai 2006 ein Gutachten übergeben, in dem er die Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere detailliert beschreibt. Schon der Titel des Gutachtens „Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer“ umschreibt die wesentlichen Probleme: Die Meere erwärmen sich, der Meeresspiegel steigt an, und das Kohlendioxid, das wir in die Atmosphäre entlassen, landet zu

einem Drittel in den Meeren. Diese werden dadurch saurer, die Lebensbedingungen für Korallen verschlechtern sich. Im Folgenden sollen insbesondere die Folgen des Klimawandels für den Anstieg des Meeresspiegels beschrieben werden.

■ Anstieg des Meeresspiegels

Pegelmessungen haben ergeben, dass der Meeresspiegel seit 1870 an den Küsten global um 20 cm angestiegen ist. Dabei beschleunigte sich der Anstieg im Verlauf des 20. Jahrhunderts immer weiter. Neueste Satellitenmessungen zeigen, dass der Meeresspiegel mittlerweile um 3 cm pro Jahrzehnt steigt – im globalen Mittel wohlge-merkt, denn nicht an allen Küsten steigt der Meeresspiegel gleich schnell. Meeresströmungen und lokale Hebungen und Senkungen der Landmassen führen dazu, dass der Meeresspiegel an einigen Küsten schneller steigt, während er an anderen sogar fällt.

Einer der Gründe für den Anstieg des Meeresspiegels ist die Erwärmung des Meerwassers: Der Klimawandel bedeutet nicht nur, dass sich die Luft erwärmt, die uns umgibt – gleichzeitig erwärmt sich auch das Meerwasser, das mit der Luft in Berührung ist. Warmes Wasser aber nimmt mehr Raum ein als kaltes, daher dehnt sich das Meerwasser durch die Erwärmung aus. Bisher hat sich nur eine Schicht von wenigen hundert Metern an der Oberfläche der Meere erwärmt – im Mittel ist der Ozean aber 3800 m tief. Das heißt: Auch

wenn der Klimawandel gestoppt wird, wird der Meeresspiegel allein schon dadurch noch weiter ansteigen, dass sich die Erwärmung des Ozeans in die Tiefe ausbreitet. Die Ausdehnung des Wassers durch die Erwärmung macht etwa die Hälfte des gegenwärtig gemessenen Meeresspiegelanstiegs aus.

Ein weiterer, in Zukunft möglicherweise wichtigerer Beitrag zum Anstieg des Meeresspiegels kommt von den großen Eismassen der Erde. Die Erde hat derzeit zwei große kontinentale Eismassen, die jeweils mehrere Kilometer dick sind: Grönland und die Antarktis. Beide befinden sich in einem Fließgleichgewicht: Im Zentrum wird durch Schneefälle laufend Eis nachgebildet, während an den Rändern Eis abfließt. Normalerweise sind diese beiden Prozesse im Gleichgewicht, so dass die Menge an Eis konstant bleibt. Modellrechnungen haben ergeben, dass eine lokale Erwärmung von nur $2,7^{\circ}\text{C}$ dazu führen kann, dass das gesamte Grönlandeis allmählich abschmilzt, was zu einem globalen Anstieg des Meeresspiegels von 7 m führen würde. Dieser Prozess würde allerdings mehrere Jahrhunderte dauern, in diesem Jahrhundert wäre also nur ein kleiner Teil dieses Anstiegs zu erwarten. Wie viel genau, lässt sich nach derzeitigem Kenntnisstand nicht sagen.

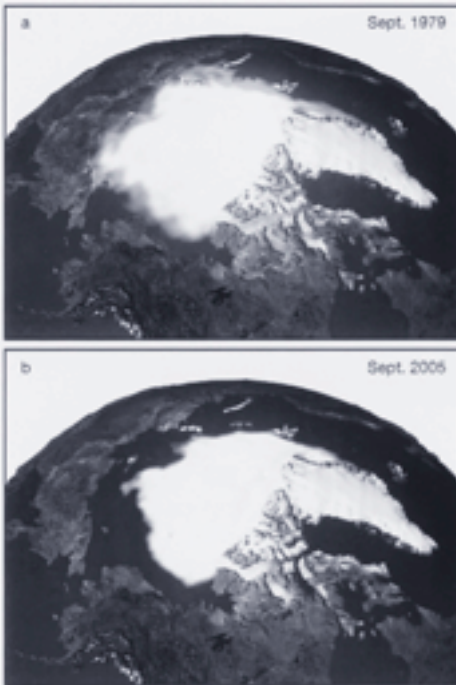
Satellitenmessungen haben ergeben, dass die Fläche von Grönland, auf der das Eis abschmilzt, zwischen 1979 und 2005 bereits um ein Viertel größer geworden ist. Auch haben mehrere Gletscher, über die das Eis ins Meer



Quelle: photocase.com

abfließt, ihre Fließgeschwindigkeit messbar erhöht, und es hat sich gezeigt, dass Schmelzwasser von der Eisoberfläche durch Löcher – so genannte Gletschermühlen – unter das Eis gelangt und dort wie ein Schmiermittel wirkt, was das Abfließen des Eises beschleunigt. Bisher lassen sich diese Prozesse jedoch noch nicht genau genug berechnen, um Voraussagen über die zukünftige Abschmelzgeschwindigkeit zu machen.

Im Eis der Antarktis sind sogar über 50 m Meeresspiegelanstieg gespeichert. Man nimmt an, dass der überwiegende Teil der Antarktis trotz der Klimaerwärmung stabil bleibt – allerdings wurden im so genannten westantarktischen Eisschild, das immerhin noch 6 m Meeresspiegel-



Satellitenaufnahme der arktischen Eisbedeckung

Quelle: NASA, 2005

anstieg speichert, einige Zerfallsprozesse beobachtet, die darauf hindeuten, dass auch hier ein Schmelzprozess in Gang gekommen ist.

Nun drängt sich die Frage auf, was mit der Arktis, also dem Eis um den Nordpol geschieht. In der Tat ist die Ausdehnung des arktischen Eises im Sommer heute bereits 15–20 % geringer als noch Ende der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts. Berechnungen zeigen, dass die Arktis gegen Ende des Jahrhunderts im Sommer eisfrei sein könnte. Dies hätte viele schwerwiegende Folgen, es könnte beispielsweise zum Aussterben von Eisbären führen. Auf den Meeresspiegel hat es jedoch keinen Einfluss: Das arktische Eis befindet sich nämlich nicht auf

einer Landmasse, sondern schwimmt im Meerwasser. Das entstehende Schmelzwasser nimmt nur so viel Raum ein wie vorher derjenige Teil der Eismasse, der sich unterhalb des Meeresspiegels befand. Dies lässt sich leicht mit einem Experiment nachvollziehen (siehe unten). Das Abschmelzen des Eises am Nordpol stellt daher zumindest keine Gefahr für einen weiteren Meeresspiegelanstieg dar. Die Gebirgsgletscher hingegen, die weltweit auf dem Rückzug sind, tragen sehr wohl auch zum Meeresspiegelanstieg bei, da das Schmelzwasser über die Flüsse ins Meer gelangt.

Würde der Meeresspiegel weiter so ansteigen, wie es die jüngsten Satellitendaten zeigen, läge er bis zum Ende dieses Jahrhunderts bereits um ca. 30 cm höher als heute. Durch einen beschleunigten Zerfall der kontinentalen Eismassen könnte dieser Wert noch höher ausfallen. Der WBGU rechnet jedoch nicht damit, dass der Meeresspiegel in diesem Jahrhundert um mehr als einen Meter ansteigt – allerdings lösen wir durch unser heutiges Handeln bereits Prozesse aus, die den Meeresspiegel noch über Jahrhunderte weiter ansteigen lassen werden. Wenn der Klimawandel nicht gestoppt wird, ist bis zum Jahr 2300 ein Anstieg um zweieinhalb bis fünf Meter realistisch.

■ Sturmfluten

Wie gravierend wirkt sich der Anstieg des Meeresspiegels für die Menschen aus? In den meisten Fällen dürfte es nicht das langsame Ansteigen des Mee-

resspiegels sein, das zu den größten Problemen führt, sondern das vermehrte Auftreten von Sturmfluten. Am Beispiel von New York kann man sich das folgendermaßen vergegenwärtigen: Eine „Jahrhundertflut“ mit einem Wasserpegel von 3 m über normal, bei der mit massiven Schäden wie der Überschwemmung wichtiger Infrastrukturen und U-Bahn-Stationen zu rechnen ist, würde bei einem Meeresspiegelanstieg von 1 m statistisch gesehen nicht mehr alle hundert Jahre, sondern alle vier Jahre auftreten. Aufgrund solcher und ähnlicher Betrachtungen hat sich der WBGU dafür ausgesprochen, dass ein Anstieg des Meeresspiegels um mehr als einen Meter unbedingt vermieden werden sollte.

Hurrikane

Eine weitere Gefahr für viele Küsten der Welt ist die zunehmende Zerstörungskraft von Hurrikanen. Spätestens, seit Hurrikan Katrina in New Orleans zu verheerenden Auswirkungen geführt hat, wird der Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und Hurrikanen auch in der Öffentlichkeit diskutiert. In der Tat hat die Hurrikansaison 2005 eine Reihe von Rekorden gebrochen: Es gab 27 tropische Wirbelstürme im Atlantik, mehr als je zuvor seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1851, und von diesen wuchsen 15 zur Hurrikanstärke an, davon gleich drei zur höchsten Kategorie fünf – auch dies mehr als je zuvor. Hurrikan Wilma (Oktober 2005) war der stärkste jemals gemessene Hurrikan, und erstmals entstand ein



Foto: Dietmar Meinert / Quelle: pixelquelle.com

Tropensturm nahe Europa, der sich zum Hurrikan entwickelte und später in abgeschwächter Form in Spanien auf Land traf. Im Jahr zuvor war bereits zum ersten Mal ein Hurrikan im Südatlantik entstanden.

Da Hurrikane ihre Energie aus dem warmen Meer beziehen, können sie nur entstehen, wenn die Temperatur der Meeresoberfläche hoch genug ist – und je höher die Temperatur ist, desto stärker können Hurrikane werden. Obwohl viele Details der Entstehung von Hurrikanen noch unverstanden sind, ist zu erwarten, dass die Klimaerwärmung sowohl stärkere Hurrikane möglich macht als auch das Vordringen von Hurrikanen in Gebiete, die bisher zu kalt waren.



Quelle: aboutpixel.de

Für die Arbeit in der Gruppe



..... Ziel

Die Teilnehmerinnen entdecken die Bedeutung des Abschmelzens der Polarkappen für den Anstieg des Meeresspiegels; sie werden motiviert, ihr alltägliches Verhalten daraufhin zu überprüfen, ob es dazu beiträgt, den Anstieg des Meeresspiegels zu beschleunigen oder zu verlangsamen.



..... Material

für das Experiment: Weltkarte oder Globus, zwei Gläser, Folienstift, Eiswürfel, Wasser

für die Konsequenzen: 4 große Papierbögen, mittlere Filzstift in zwei Farben; „BUND Stromspar 1x1“ in Kopie für alle (Angaben dazu siehe unten)



..... Zeit

nach Möglichkeit auf 2 Treffen von ca. 1 – 1,5 Std. verteilen

Was tun?

Die einzige Möglichkeit, den Meeresspiegelanstieg zu begrenzen, ist die Verhinderung eines starken Klimawandels. Dazu muss die Menschheit ihren Ausstoß an Treibhausgasen massiv einschränken. Hier sind einerseits die Regierungen gefragt, entsprechende Regelungen und Rahmenbedingungen zu schaffen. Andererseits können verantwortliche handelnde VerbraucherInnen sehr wohl auch einen substantziellen Beitrag leisten.

Das wichtigste Treibhausgas ist CO₂, das überwiegend durch die Verbrennung fossiler Energieträger entsteht – etwa, wenn wir Auto fahren oder Strom mit einem Kohle- oder Gaskraftwerk erzeugen. Jede und jeder einzelne kann also einen Beitrag leisten, indem sie / er auf den Kauf besonders effizienter Elektrogeräte achtet und diese bei Nichtgebrauch abschaltet, auf unnötige Autofahrten oder Flugreisen verzichtet, auf Ökostrom umsteigt ...

1 Einführung

Die Leiterin führt anhand des vorstehenden Textes kurz ein in den Zusammenhang von Klimaveränderung – Abschmelzen des Polareises – Anstieg des Meeresspiegels.

2 Experiment

Geographie: Wir betrachten den Globus oder die Weltkarte: Die großen Eismassen der Welt sind in Grönland, in der Arktis (Nordpol) und in der Antarktis (Südpol). Es gibt aber einen großen Unterschied: Unter dem Eis von Grönland und der

Antarktis ist Land, während sich am Nordpol kein Land befindet: Das Eis in der Arktis schwimmt also auf dem Wasser. Inwiefern ist dieser Unterschied bedeutsam für den Anstieg des Meeresspiegels?

Experiment: Wir simulieren Grönland und die Arktis (Nordpol).

Die Arktis: Ein Glas wird zu drei Vierteln mit Wasser gefüllt, dann werden einige Eiswürfel hinein gegeben. Dabei ist es wichtig, darauf zu achten, dass die Eiswürfel wirklich schwimmen, sie dürfen den Boden also nicht berühren. Die Füllhöhe des Glases wird markiert.

Grönland: Ein zweites Glas wird mit Wasser und so vielen Eiswürfeln gefüllt, dass die unteren Eiswürfel auf dem Boden liegen, und die oberen Eiswürfel deutlich aus dem Wasser herausragen. Die unteren Eiswürfel simulieren das Land, auf dem sich das Eis befindet. (Alternativ könnte man auch richtiges „Land“, also einen Sockel basteln, auf dem die Eiswürfel liegen). Auch hier wird die Höhe des Wassers am Glas markiert.

Schon nach wenigen Minuten werden Sie erkennen, dass das Wasser im Grönland-Glas steigt, während der Wasserstand im Nordpolglas dieselbe Höhe behält. Sobald im Grönlandglas so viel Eis geschmolzen ist, dass alle Eiswürfel schwimmen, steigt auch hier das Wasser nicht weiter, dann hat sich also quasi Grönland in die Arktis verwandelt. Sie können auch noch weiter herumexperimen-

tieren um zu erkennen, dass es nicht die Anzahl der Eiswürfel ist, die bestimmt, ob der Wasserstand beim Schmelzen steigt oder nicht, sondern nur die Frage, ob die Würfel schwimmen oder nicht...

3 Konsequenzen

Um den gefährlichen Klimawandel zu stoppen bzw. seine Auswirkungen zu beherrschen, sind eingreifende Maßnahmen notwendig – global ebenso wie auf nationaler Ebene. Gesetzgeber, Forschung und Wirtschaft sind da in erster Linie gefordert. Aber: „Auch Kleinvieh macht Mist!“ Will sagen: Nicht minder wichtig wird es sein, ob die Menschen (das heißt: jede und jeder einzelne!) bereit sind, ihr Verhalten im privaten Haushalt wie im persönlichen Nahbereich zu verändern. Eine von zahllosen Möglichkeiten dazu ist „Stromsparen im Haushalt“ – der Bereich, in dem die meisten Mitglieder Ihrer Gruppe sowie Expertinnen sind. In folgenden Schritten können Sie zum Beispiel vorgehen:

- Sammeln Sie auf vier großen Papierbögen auf einer Seite des Papiers alle Quellen für Stromverbrauch im Haushalt, die den Frauen einfallen – sortiert nach Haushaltsgeräten (Waschmaschine, Mikrowelle, Bügeln, Föhn etc.), Unterhaltungselektronik (Fernseher, Videorekorder, CD-Gerät etc.), Bürogeräten (Telefon, Fax, Monitore etc.), Beleuchtung.
- Bilden Sie vier Kleingruppen – jede Gruppe erhält einen der Bögen mit

der Aufgabe, aus bereits vorhandenem Wissen und eigener Erfahrung Einsparmöglichkeiten zu finden. Diese werden in Stichworten ebenfalls auf die Papierbögen geschrieben (evtl. andere Farbe benutzen).

- Tragen Sie die Ergebnisse in der Gesamtgruppe zusammen. Verabreden Sie mit den Frauen, dass jede bis zum nächsten Treffen zwei bis drei der gefundenen Einsparmöglichkeiten ausprobiert.

- Vor dem nächsten Treffen besorgen Sie sich weitere Informationen – zum Beispiel über die Internetseite des BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland) www.bund.net. Da klicken Sie in der Leiste am linken Rand „Klimaschutz“ an – dann „Mitmachen im Klimaretter-Netzwerk“ – anschließend „Klimaschutztipps“ und schließlich „Tipps zum Stromsparen“. Ganz am Ende dieser Seite finden Sie ein PDF namens „Das BUND Stromspar 1x1“: 5 Seiten, die Sie sich ausdrucken und evtl. auch für die Frauen kopieren können. (Wer über keinen Zugang zum Internet verfügt, kann sich direkt an den BUND wenden: Carsten Fritsch – Tel.: 030/275 864-69 schickt Ihnen diesen Text auch gerne zu.)

- Beim nächsten Treffen wird mit einem Erfahrungsaustausch begonnen: Was haben wir umgesetzt? Wie hat die Familie darauf reagiert? Was könnte ich mir künftig an weiteren Sparmaßnahmen vorstellen? Was spricht dafür – was dagegen?

Anschließend vergleichen Sie Ihre eigenen Ideen mit den Vorschlägen aus dem „BUND Stromspar 1x1“ (evtl. an einem ausgewählten Beispiel; die übrigen Vorschläge können die Frauen anschließend zuhause in Ruhe lesen).

- Wenn die Gruppe am Thema weiterarbeiten möchte, erweitern Sie jetzt Ihren Aktionsradius auf die Gemeinde: Bieten Sie z. B. Workshops zum Thema in anderen Gruppen der Gemeinde, beim Pfarrfest ... an.

Dr. Astrid Schulz ist Physikerin und arbeitet als wissenschaftliche Referentin zum Bereich Klima in der Geschäftsstelle des WBGU.

zum Weiterlesen

Das Sondergutachten „Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer“ ist kostenlos erhältlich in der Geschäftsstelle des WBGU, Reichpietschufer 60-62, 10785 Berlin, Email: wbgau@wbgu.de, oder kann über die Internetseite <http://www.wbgu.de> heruntergeladen werden.

Sehr zu empfehlen, um einen Überblick über alle Aspekte des Klimawandels zu erhalten, ist das Buch „Der Klimawandel“ von S. Rahmstorf und H. J. Schellnhuber, 2006 im C.H. Beck Verlag erschienen, 7,90 €.