

# Beschriftungen der Fotos der Wanderausstellung

## Klimawandel – Eine globale Herausforderung

Fotos und Text © Gary Braasch

Übersetzt und überarbeitet von Dr. Ricarda Winkelmann, Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung und Dr. Maiken Winter, WissenLeben e.V.

### DIE SCHÖNHEIT DER NATUR – DURCH KLIMAWANDEL GEFÄHRDET

#### 1. Eishöhle in der Antarktis



Ein Wissenschaftler berührt das Gletschereis in der Nähe der amerikanischen Forschungsbasis Palmer in der Antarktis – ein Symbol für die menschliche Neugier und für die Auswirkungen des Menschen auf die Natur. Einige Jahre nach dieser Aufnahme schmolz diese Eishöhle im Marr Glacier, Anvers Island. Wie Hunderte andere auf der Antarktischen Halbinsel, weicht die Front dieses Gletschers aufgrund der erhöhten Temperaturen rasch zurück und zerfällt. Die Antarktis war der erste Standort für die foto-journalistische Arbeit von Gary Braasch, *World view of global warming* (1999 bis heute), der Quelle der Fotos in dieser Ausstellung.

#### 2. Veränderungen im Ozean bringen Korallenriffe an ihre Grenzen

*Die Korallen im Great Barrier Reef in Australien sind der zunehmenden Erwärmung und Versauerung des Ozeans ausgesetzt.*



Das 1.200-Meilen lange Great Barrier Reef ist das größte und komplexeste Korallenökosystem der Welt und Heimat einer Vielzahl von Arten – von imposanten Walen und Haien bis zu den kleinsten Bakterien. Riffe wie dieses entstehen aus den Kalkskeletten der Korallen-Polypen. Sie schützen die Küsten von 86 Staaten vor stürmischer See und ermöglichen über 375 Milliarden US Dollar an Einnahmen aus Fischerei, pharmazeutischen Entdeckungen und Tourismus.

Die steigenden Wassertemperaturen und zunehmende Versauerung der Ozeane bedrohen Korallenriffe weltweit. Nach Ansicht von Wissenschaftlern gibt es "nur wenig Anpassungsspielraum." Gleichzeitig ist auch das winzige kalkschalenbildende Phytoplankton, das die Basis der Nahrungskette bildet und mehr als ein Drittel der Erde mit Sauerstoff versorgt, durch die Versauerung der Ozeane in Gefahr.

#### 3. Pinguine, die Kanarienvögel der Antarktis

*Diese Kolonie von Adelie-Pinguinen bekommt den starken Rückgang des Meereises der letzten 35 Jahre zu spüren.*



Adelie-Pinguine (*Pygoscelis adeliae*) putzen sich in einer Kolonie in der Nähe von Anvers Island in der Antarktis, wo Tausende der Vögel seit mindestens 600 Jahren gebrütet haben. Innerhalb der letzten 35 Jahre ist die Population auf die Hälfte der 8.000 Brutpaare zurückgegangen – das zeigen die Beobachtungen des Ornithologen Bill Fraser. Die Wintertemperaturen auf der Halbinsel sind heute bereits 6,5° C wärmer als noch vor 50 Jahren.

Da die Winter heute wärmer und kürzer sind, kann das Meereseis nicht mehr in so dicken Schichten wachsen und schmilzt daher im Sommer schneller. Unter dem Eis aber lebt der Krill, die Hauptnahrung der Pinguine. Gibt es im Sommer weniger Meereseis, dann müssen die Vögel weiter schwimmen, um ihre Beute zu fangen - worunter vor allem die Küken leiden. Auch die Kaiserpinguine von Terre Adélie (berühmt geworden durch "Die Reise der Pinguine") sind hiervon betroffen. Weiter südlich in der Antarktis haben Pinguine neue Lebensräume erschlossen, die durch den Rückzug der Gletscher erreichbar wurden.

#### 4. Antarktische Gletscher verändern sich

*Der Eispanzer am Südpol verändert sich dramatisch.*



Hunderte von Gletschern auf der Antarktischen Halbinsel fließen schneller wegen der wärmeren Temperaturen und verlieren dadurch an Masse. Dabei kommen teilweise sogar die felsigen Küsten zum Vorschein, die lange Zeit unter dickem Eis verborgen waren. Von den schwimmenden Eisschelfen, die das Inlandeis wie gigantische Korken zurückhalten, sind jüngst immer wieder größere Eisberge abgebrochen, sodass die dahinter liegenden Gletscher beschleunigt wurden. Die Gletscher fließen nun teilweise bis zu acht Mal schneller in den Ozean, wodurch der Meeresspiegel erhöht wird.

Durch die spezifische Topographie des Antarktischen Eisschildes kann ein unumkehrbares Abschmelzen des

Eisschildes ausgelöst werden. Glaziologen befürchten, dass eine solch unumkehrbare Veränderung bereits bei fünf Gletschern der Amundsen-See zu beobachten ist. Der Verlust allein dieser Gletscher würde den Meeresspiegel innerhalb einiger Jahrhunderte bereits um etwa zwei Meter anheben.

## 5. Tropische Wälder ändern sich

**Im Amazonas-Regenwald Perus wachsen Bäume in immer höheren Lagen.**



Perus oberes Amazonasbecken liegt im Manu Nationalpark, unterhalb des Hochlandes des Rio Cosnipata. In dieser Gegend von Südamerika wachsen auf einem einzigen Hektar mehr Baumarten als in ganz Nordamerika. Doch auch unter Naturschutz stehende Gebiete sind durch den extremen Temperaturanstieg gefährdet. Eine Studie in Manu hat gezeigt, dass sich ganze Waldgebiete mit einer Rate von 2,5 – 3,5 Meter pro Jahr auf höhere, kühlere Ebenen zurückziehen. Um mit dem Klimawandel Schritt zu halten, müssten sie jedoch etwa sechs Meter pro Jahr bergauf wandern.

Der Regenwald ist einer der größten Kohlenstoffspeicher unserer Erde. Seine Leistung ist nur eine von vielen „ecosystem services“, von denen wir Menschen profitieren. Durch den Klimawandel nehmen diese „Dienstleistungen“ des Ökosystems erheblich ab – wollte man dies in eine monetäre Einheit umrechnen, würde es einem Verlust von vier Billionen US Dollar pro Jahr entsprechen.

## 6. Schmetterlingspopulationen nehmen ab

**Monarchen, die sich in Maine, im Nordosten der USA, paaren, sind hier am nördlichsten Punkt ihres Zuges angelangt.**



Monarchen legen über mehrere Generationen hinweg einen der längsten Zugstrecken der Schmetterlinge zurück - von den Wäldern Zentral-Mexikos bis in die nördliche USA und

das südliche Kanada. Dort paaren sie sich und legen ihre Eier an die frischen Triebe der Echten Seidenpflanze. Nachfolgende Generationen leben in den Prärie- und Ackerbaugebieten Nord-Amerikas. Im Herbst, in der dritten oder vierten Generation des Jahres, fliegen die Schmetterlinge zum Überwintern zurück nach Mexiko – dieser Weg kann bis zu 3000 km lang sein. Ausgelöst wird der Zugbeginn wahrscheinlich durch Temperatur und Tageslänge.

Dieser Lebenszyklus macht die Monarchen extrem anfällig für Habitatszerstörung und Klimawandel, z.B. durch Kahlschlag im Überwinterungsgebiet, durch den Rückgang der Seidenpflanze in Ackerbaugebieten Nord-Amerikas und durch stärkere Eis-Stürme. Die

Anzahl der überwinterten Monarchen in Mexiko ist innerhalb der letzten 20 Jahre um 90% zurückgegangen.

## 7. Die Artenvielfalt geht zurück

**Steigende Temperaturen, die Verbreitung von Krankheitserregern und Habitatsverluste bedrohen viele Arten – die Biodiversität nimmt dadurch langfristig ab.**



Viele Arten verlieren durch den Klimawandel ihre gewohnten Lebensbedingungen. Tropische Frösche und Kröten wie diese *Atelopus varius* aus Mittelamerika verschwinden – zum Teil, weil sie sich nicht an die höheren Temperaturen anpassen können, aber auch durch die Verbreitung einer Pilzkrankung, die bei den höheren Temperaturen verstärkt auftritt. Viele Schmetterlinge und andere Insekten, sowie Zugvögel in Europa, Afrika und Nordamerika versuchen sich anzupassen, indem sie ihre Verbreitungsgebiete ausweiten. Dieser Schmetterling – der Edith's Checkerspot (*Euphydryas editha*) – beispielsweise findet sich in den USA und Kanada heute Hunderte von Kilometern weiter nördlich als vor wenigen Jahrzehnten.

Der Klimawandel ist eine der Hauptursachen dafür, dass die Aussterberate heute im Schnitt 1000 mal höher ist als früher. Und dabei kennen wir die meisten Arten auf unserem Planeten noch gar nicht. Manch eine Art stirbt vermutlich aus, bevor wir sie überhaupt entdeckt haben – wie viele Arten von den menschengemachten Klimaveränderungen betroffen sind, lässt sich daher nur schwer einschätzen.

## KLIMAWISSENSCHAFT

### 8. Zum ersten Mal seit Millionen von Jahren erreichen die CO<sub>2</sub>-Werte 400 ppm

**Seit 1958 wird die CO<sub>2</sub> Konzentration auf Hawaii's Mauna Loa direkt gemessen.**



Die globale CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre – die Hauptursache der globalen Erwärmung – steigt auf Grund anthropogener Emissionen 10-mal schneller an als je zuvor. Im Mai 2013 erreichte die CO<sub>2</sub>-Konzentration einen Tagesdurchschnitt von 400 Teilchen pro Million (ppm). Dieser Wert wurde sowohl vom Scripps Institution of Oceanography als auch der US-Behörde NOAA an der Messstation Mauna Loa, Hawaii, gemessen. Im Jahr 2014 lag der Wert für die Monate April bis Juli durchgehend oberhalb von 400 ppm.

Dies ist wahrscheinlich die höchste CO<sub>2</sub>-Konzentration seit dem Pliozän, also seit drei bis fünf Millionen Jahren. In dieser prähistorischen Zeit, als die CO<sub>2</sub>-Konzentration allmählich von der hohen Konzentration in der Dinosaurierzeit (vor 65 Millionen Jahren) zurückging, war es im Schnitt drei bis vier Grad wärmer und der Meeresspiegel war zwischen fünf und 40 Metern höher als heute.

## 9. Vogelforschung in der Arktis zeigt Auswirkungen des Rückgangs des polaren Meereises

*Vor der Küste von Barrow, Alaska, untersucht ein einsamer Wissenschaftler Gryllteisten.*



Seit über 40 Jahren untersucht der Biologe George Divoky den Lebenszyklus der Gryllteisten auf einer Insel im Arktischen Ozean in Alaska. In dieser Zeit ist die Fläche des Meereises stark zurückgegangen, mit einem Rekordtief im Sommer 2012. Da sich das Eis um mehr als 380 Kilometer von den Kolonien zurückgezogen hat, wird es für die Vögel immer schwieriger, Nahrung zu finden, denn ihre Hauptnahrungsquelle – der arktische Dorsch – lebt unterhalb der Eisdecke.

Der Verlust des Meereseises in der Arktis schränkt auch den Lebensraum von Eisbären, Walrossen und Karibus ein. Gleichzeitig führt es zu verstärkter Erosion der Küsten und erhöht den Niederschlag. Dort, wo das Meereseis schmilzt, wird die dunklere Wasseroberfläche frei und weniger Sonnenlicht reflektiert – dies setzt einen sich selbst verstärkenden Mechanismus in Gang, wodurch die polaren Regionen noch schneller erwärmt werden als der Rest des Planeten.

## 10. Botaniker in den Alpen beobachten Verschiebungen in Ökosystemen

*Wissenschaftler zählen und messen Pflanzen hoch in den österreichischen Alpen.*



Forschungsprojekte wie die auf dem Schrankogel in Österreich zeigen, dass sich kälteangepasste Wildblumen und Gräser in höhere Bergregionen ausbreiten, wenn sich die Temperatur regional um 2°C erwärmt. Da Berggipfel weniger Fläche und weniger Erde haben, finden Pflanzen in den kühleren und höheren Lagen oft keinen geeigneten Lebensraum.

Alpine Ökosysteme werden durch den Klimawandel stark beeinträchtigt. Lebensräume und ökologische Systeme werden fragmentiert und neu zusammengesetzt. Weltweit haben sich die Lebensräume vieler einzelner Pflanzen und Tierarten pro Jahrzehnt um fast 17 km in Richtung der Pole oder um 11 m bergauf

verschoben. Jährlich wiederkehrende Vorgänge in der Natur (sogenannte phänologische Ereignisse), wie z.B. das Blühen bestimmter Blütenpflanzen, treten heute 2,3 Tage pro Jahrzehnt oder sogar noch früher auf als vor nur wenigen Jahrzehnten. Mehrere Citizen Science Projekte untersuchen solche phänologischen Veränderungen, u.a. das Projekt *Natur im Wandel der Zeit* von WissenLeben e.V.

## 11. Kernbohrungen an der Grannenkiefer gibt Aufschluss über Klimawandel

*Dr. Matthew Salzer führt eine Kernbohrung an einer Grannenkiefer durch, in den kalifornischen Bergen auf ca. 3400 Metern Höhe.*



Grannenkiefern sind einer der ältesten Lebewesen der Erde. Die älteste Grannenkiefer ist etwa 5000 Jahre alt und keimte zu etwa der gleichen Zeit als die ägyptischen Pyramiden gebaut wurden. Die meisten Bäume in temperaten Klimazonen haben Wachstumsringe, die jedes Jahr neu gebildet werden. Diese Jahresringe spiegeln die Umweltbedingungen wieder, in denen ein Baum gewachsen ist. Wenn diese Jahresringe mit denen von noch älteren, toten Bäumen verglichen werden, dann ergibt sich ein Bild über das regionale Klima, das bis zu 9000 Jahre zurückreicht.

In den letzten 50 Jahren sind viele Grannenkiefern schneller gewachsen als während der letzten 3700 Jahre. Dies weist darauf hin, dass sich die regionale Temperatur erhöht hat. Diese Temperaturerhöhung, bewirkt auch, dass sich Pilzkrankungen und Borkenkäfer ausbreiten. Beide haben sich inzwischen bis in die hohen Lagen der Grannenkiefer ausgebreitet, die bisher von diesen Pflanzenschädlingen verschont gewesen war.

## URSACHEN

### 12. Kohle ist Bedrohung für die Welt

*Schadstoffe entweichen den hohen Schornsteinen in West Virginia*



Die Kühltürme des 2.900-Megawatt Kohlekraftwerks Amos in der Nähe von Charleston, West Virginia, ragen bedrohlich über der Nachbarschaft auf. Der Dampf aus den Türmen ist im Vergleich zu dem schädlichen Kohlerauch aus den hohen dünnen Schornsteinen nicht problematisch. Rauch aus der Kohleverbrennung enthält nicht nur CO<sub>2</sub>, sondern auch Stickoxide, Schwefeldioxid, Feinstaub und Quecksilber. Diese Verschmutzung ist in den USA für 24.000 bis 30.000 Sterbefälle im Jahr verantwortlich, in Europa für mehr als 22.000, und in China für mehrere Hunderttausend.

Doch die Welt erzeugt weiterhin etwa 40% ihres Energiebedarfs aus Kohle. Ganze Ökosysteme werden durch Tagebau und giftige Kohleasche zerstört. Kohlekraftwerke erhitzen und verschmutzen mehr Wasser als tatsächlich für Wohnzwecke gebraucht wird. In einigen Gegenden kann man auf Erdgas umstellen; doch auch Erdgas ist eine Treibhausgasquelle und mit anderen Risiken, wie Fracking oder dem Austreten von Methan, verbunden.

### 13. Kohlebergbau zerstört die Appalachen

**Kohleunternehmen sprengen bewaldete Hügel, mit verheerenden Folgen für die umliegenden Gemeinden**



Ein Großteil der benötigten Kohle wird im Tagebau gewonnen. Eine besonders brutale Form des Tagebaus ist das sogenannte "mountaintop removal" in den Appalachen Nordamerikas. Die

Kohle aus dieser Region wird vor allem nach China und Europa – auch nach Deutschland – exportiert. Dazu werden bewaldete Berge gesprengt und von riesigen Maschinen aufgebaggert, um an Kohleflöze zu gelangen.

Bei dieser Art der Kohleförderung entstehen die geringsten Kosten, weshalb sie bereits an 500 Standorten in Kentucky, Virginia, Tennessee, und hier in West Virginia, eingesetzt wird. Dazu wurden 566.000 ha Land zerstört und mehr als 3000 km Flüsse ausgelöscht, noch mehr wurden vergiftet. Die umliegenden Gemeinden leiden darunter: Schlammlawinen und starke Vibrationen zerstören Gebäude; Staub überdeckt die Ernte; durch die Luftverschmutzung kommt es immer häufiger zu Lungenkrebs und anderen Krankheiten; Aufgrund der Mechanisierung gibt es immer weniger Arbeitsplätze in den Minen. "Mountaintop removal" wird weiterhin betrieben, obwohl Luft- und Wasserverschmutzung inzwischen strafrechtlich verfolgt werden.

### 14. Fracking erleichtert die Energieversorgung, aber Bedenken um Gesundheit und Sicherheit sind groß.

**Das Thema Fracking entfacht eine politische Kontroverse in den USA und Europa.**



An einer der 10.000 neu erschlossenen Ölquellen in North Dakota, einem US-Bundesstaat, steht Erdgas in Flammen.

Einer der Gründe für diesen neuerlichen Ölrausch ist das Wachstum einer Bevölkerung, die immer mehr Energie benötigt. Richtbohrungen und hydraulisches Zerbrennen (Fracking) haben die amerikanische Öl- und Gasversorgung wiederbelebt. Die Injektion chemisch vermischten Wassers in Erd-

schächte verbraucht riesige Mengen an Grundwasser, verunreinigt das Trinkwasser, und verschmutzt Böden und Luft.

Mängel in der Infrastruktur und die Zerstörung der früher vor allem für Landwirtschaft genutzten Landflächen hat große gesellschaftliche, ökologische und finanzielle Veränderungen mit sich gebracht. Einige Gemeinden haben dafür gestimmt, Fracking zu verbieten und strenge Kontrollen für die Nutzung bzw. Verschmutzung von Wasser einzuführen. Fracking ist in Frankreich und Bayern bereits verboten.

### 15. Landwirtschaft hat großen Einfluss auf Land und Klima

**Landwirtschaft und Vieh erzeugen Treibhausgase.**



Mehr als ein Fünftel der globalen Treibhausgasemissionen stammen aus dem Anbau und der Produktion von Lebensmitteln – so die Food and Agriculture Organization (FAO). Welt-

weit werden die meisten landwirtschaftlichen Flächen zur Viehzucht verwendet, v.a. zum Erzeugen von Futtermitteln oder als Weideflächen. Dadurch erhöhen sich die Emissionen von Methan und Stickoxiden – Treibhausgasen, die um ein vielfaches stärker wirken als CO<sub>2</sub>. Insgesamt tragen die Emissionen aus der Landwirtschaft etwa 15% zu den weltweiten Treibhausgasemissionen bei – mehr als alle Straßenfahrzeuge der Welt zusammen.

Vor Kurzem zeigte eine Studie, dass die Fleischproduktion 160-mal mehr Land benötigt und 11-mal mehr Treibhausgase produziert als die Herstellung derselben Menge an Kalorien durch Kartoffeln, Reis und Weizen. Reisfelder setzen allerdings auch Methan frei. Die FAO berichtet, dass Emissionen aus der Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln durch bessere landwirtschaftliche Methoden stark reduziert werden könnten.

## AUSWIRKUNGEN

### 16. Hitzewellen trüben Zukunft der Städte

**Chicago während der Hitzewelle im Juli 1995.**



Starke Hitze und Luftverschmutzung schienen die Stadt Chicago im Juli 1995 regelrecht zu ersticken; 875 Menschen kamen in diesem Sommer dadurch ums Leben. Dies war

nur ein Vorgeschmack auf die Hitzewelle vom August 2003 in Europa, der heißesten, die je in der nördlichen Hemisphäre verzeichnet wurde. An vielen Stellen erreichten die Temperaturen Tag für Tag weit über 38° C. In den zehn am meisten von der Hitze

betroffenen Ländern starben mindestens 70.000 Menschen. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass solche Extremwetterereignisse immer wahrscheinlicher werden, je mehr die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre ansteigt.

Weltweit sterben etwa 400.000 Menschen pro Jahr durch die Folgen des Klimawandels – durch direkte Auswirkungen wie Nahrungsmittel- oder Wasserknappheit, oder durch die Ausbreitung von ansteckenden und chronischen Krankheiten oder durch die Folgen von tropischen Stürmen und Hurrikanen. Die meisten Todesfälle ereignen sich in Entwicklungsländern, die – nach Angaben der UN – weniger als ein Prozent zu den weltweiten Treibhausgasemissionen beitragen.

## 17. Flächenbrände nehmen zu

***Durch die globale Erwärmung verstärken sich Dürre, Hitze und Stürme, und Flächenbrände nehmen zu.***



Ein Flächenbrand in der Nähe von Portland, Oregon, USA, verschlingt einen Wald aus Eichen, Tannen und Kiefern und bedroht eine kleine Stadt am Fuße des Bergs. Feuer ist ein

wichtiger Bestandteil vieler Ökosysteme, aber zerstörerische Waldbrände nehmen in Größe und Häufigkeit zu. Riesige Wildbrände traten in Australien und Neuseeland, Süd-Europa, Russland, Indonesien, Texas und dem nordamerikanischen Westen auf. In den letzten Jahren kam es im Schnitt viermal so häufig wie früher zu großen Waldbränden, und die gesamte Brandfläche nahm um ein Sechsfaches zu.

Oft werden Brände durch Menschen verursacht, aber der Klimawandel verschlimmert den Trend: Dürren breiten sich aus, die Schneedecke nimmt ab, heiße Sommer beginnen früher und Gewitter und Windgeschwindigkeit nehmen zu. Gleichzeitig werden riesige Waldflächen aufgrund verstärktem Insektenbefall zerstört und liefern weiteres Brennmaterial. Feuer setzt einen Teufelskreis in Bewegung – durch die Auswirkungen von Rauch und Ruß und durch den Verlust der Wälder, die Kohlenstoff absorbieren und speichern.

## 18. Dürren nehmen weltweit zu

***Die großen amerikanischen Dürren folgen dem sich weltweit verstärkenden Muster.***



Die Dürre im Jahr 2012 war die intensivste, die je in den USA gemessen wurde. Sie war außerdem die umfangreichste seit den 1950er Jahren. Die Maisernte der USA ging um 13%

zurück. Diese Dürre war nur eine in einer ganzen Reihe von schweren Trockenperioden, welche die

USA in den letzten Jahren erschütterte. Der natürliche Zyklus der Jahreszeiten und mit ihm die jährlichen Dürren scheinen sich auf allen Kontinenten zu verstärken. Gleichzeitig nimmt der Wasserbedarf ständig zu – wegen des Bevölkerungswachstums und der starken Wassernutzung in der Landwirtschaft. Aiguo Dai, ein Klimawissenschaftler am amerikanischen National Center for Atmospheric Research, zeigte in seinen Studien, dass "die globale Erwärmung die Luftfeuchtigkeit erhöht und vermutlich die atmosphärischen Zirkulationsmuster geändert hat." Dies trifft vor allem auf Teile Chinas und Afrikas zu, wo die Wasserverfügbarkeit und die Niederschlagsmuster beeinflusst werden, sodass es zu Problemen mit der Ernährungssicherheit und regionalen Konflikten kommen kann.

## 19. Trockenheit gefährdet die Reisernte in China, die nationalen Emissionen steigen drastisch an

***Kinder spielen in den ausgetrockneten Reisfeldern ihres Dorfes in Guangdong.***



Große Regionen Chinas werden von Dürre, Ernteausfällen und Sandstürmen heimgesucht – Ereignissen, die mit der globalen Erderwärmung in Verbindung gebracht werden. Im Jahr 2005 erlitt die Provinz Guangdong in China eine längere Dürre, und in einigen Dörfern wie diesem fiel die Reisernte komplett aus. Fischteiche und

Brunnen, auf die seit Hunderten von Jahren Verlass gewesen war, trockneten aus.

China emittiert weltweit am meisten CO<sub>2</sub> (bis zu einem Drittel davon entsteht allerdings bei der Herstellung von Exportprodukten) und verbraucht am meisten Kohle – bis zu 75% des Energiebedarfs Chinas wird durch Kohle gedeckt. Doch China erzeugt auch weltweit am meisten Windenergie, ist führend im Export von Windturbinen und ist der weltweit größte Hersteller von Photovoltaik-Modulen. Wie manch andere Länder, hat auch China das technologische Know-How, eine Energiewende führend mitzugestalten.

## 20. Verstärkte Erdbeben im Vorgebirge des Himalayas

***Die Dörfer an den steilen Hängen des Himalayas werden immer häufiger von ungewöhnlich starken, unberechenbaren Regenfällen überrascht, die Tausenden das Leben kosten.***



Diese landwirtschaftlich genutzten Terrassen und das umliegende Weideland am Fluss Revati im Bageshwar Distrikt in Uttarakhand, Indien, wurden durch häufig auftretende,

schwere Regenfälle immer weiter erodiert. Die dicht besiedelte Region des Vorgebirges des Himalaya ist seit langem Schauplatz von Erdbeben und Überschwemmungen während der Monsun-Regenfälle.

Früher ereigneten sich die meisten Erdbeben im Juni, Juli und August; über neunzig Prozent der Todesfälle traten ebenfalls in diesen Monaten auf. In den letzten Jahren jedoch gab es viele zusätzliche Todesopfer durch unerwartete Stürme, die außerhalb der Monsunsaison auftraten. Die jüngsten schweren Erdbeben im Jahr 2013 töteten 6.000 Inder in Uttarakhand. Intensive Regenfälle und Stürme zu untypischen Zeiten gehören zu den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels.

## 21. Die Gletscher der Alpen schmelzen I.

**Rhonegletscher von Gletsch, Schweiz, 1855 und 2001.**



Die Lage dieses Dorfes erklärt sich dadurch, dass Reisende unterhalb der Gletscherzunge queren mussten, die während der kleinen Eiszeit dort ihr Maximum hatte. Heute ist das obere Becken des Rhonegletschers 2,5 km weit zurückgewichen und liegt 450 Meter höher.

Weltweit gibt es insgesamt mehr als 170.000 Gletscher in 41 Staaten – ein Drittel von ihnen liegen auf der Hochebene des Himalaya in Tibet. In allen Gebirgen kann man den Rückgang des Gletschereises auf Grund der ansteigenden Temperaturen beobachten. Durch das Schmelzwasser der Gletscher steigt der Meeresspiegel global an.

Gletscher enthalten hundert Mal mehr Wasser als alle Flüsse der gemäßigten und tropischen Breiten zusammen. Die Hälfte der menschlichen Bevölkerung trinkt Wasser, das aus Gebirgsgletschern und -flüssen stammt, und mehr als eine Milliarde Menschen sind direkt vom Schmelzwasserfluss der Gletscher abhängig.

1855 Foto von einem Stereo-Paar von Alexandre Bertrand, mit freundlicher Genehmigung von Yves Biselx über <http://www.avia-vs.ch/>

## 22. Die Gletscher der Alpen schmelzen II.

**Die Pasterze, der größte Gletscher Österreichs, ist innerhalb von 10 Jahren um 100 m geschmolzen.**



Die Pasterze – dieser Gletscher liegt sieben km vom Großglockner (3798 m hoch) entfernt – hat sich innerhalb der letzten 10 Jahre dramatisch verändert. Zwischen August 2004 und August 2014 hat sich die Gletscherzunge in Schlamm und Wasser verwandelt. Seit 1864 wird dieser Gletscher untersucht, heutzutage auch über Satellitenaufnahmen. Diese

Untersuchungen zeigen, dass die Pasterze seit 1880 mehr als die Hälfte seiner Gletschermasse verloren hat und um 2000 m zurückgeschmolzen ist. In manchen Jahren schmilzt er um mehr als 18 Meter.

Im Jahr 2013 berichtete die European Environmental Agency, dass die meisten Gletscher der Alpen im Abschmelzen begriffen sind. Die Alpengletscher haben seit 1850 etwa zwei Drittel ihres Volumens verloren. Dieser Rückgang hat sich seit 1980 deutlich erhöht, und wird sich auch in Zukunft fortsetzen. Dadurch werden u.a. die Trinkwasserversorgung, die Befahrbarkeit der Flüsse, Bewässerung und die Energiegewinnung aus Wasserkraft stark beeinflusst.

## 23. Ein Anden-Gletscher ist verschwunden

**Eine der ersten Aufnahmen des abschmelzenden Broggi-Gletschers in 1932 (oben) – heute ist er vollkommen geschmolzen (unten).**



Im Jahr 1999, zu Beginn seines Projektes *World View of Global Warming*, machte der Fotojournalist Gary Braasch eine Aufnahme des Broggi-Gletschers in den peruanischen Anden aus der gleichen Perspektive wie die erste Aufnahme des Gletschers von 1932. Dabei zeigte es sich, dass der

Gletscher in 66 Jahren um etwa einen Kilometer zurückgeschmolzen war. Nach fünfzehn Jahren, im Sommer 2014, wanderte Braasch wieder auf 4600 m Höhe, um den Broggi-Gletscher zu fotografieren – um festzustellen, dass der Gletscher in der Zwischenzeit vollständig verschwunden war.

Glaziologen glauben, dass Hunderte von Gletschern seit der Kleinen Eiszeit verschwunden sind. Aber es ist selten, dass der vollständige Verlust eines Gletschers so direkt beobachtet und dokumentiert wird. Der Eisverlust von Gletschern in den äquatorialen Anden beschleunigt sich, wodurch bis zu 60% weniger Wasser in die Täler fließt, wo es für landwirtschaftliche Betriebe und zur Erzeugung von Wasserkraft gebraucht wird.

1932 Foto von Hans Kinzl, mit freundlicher Genehmigung Prof. Georg Kaser, Institut für Geographie, Universität Innsbruck, und Dr. Alcides Ames, Huaraz, Peru

## 24. Grönländisches Eis schmilzt und fließt schneller

**Die Gletscher in Grönland werden durch den Klimawandel beschleunigt und tragen mehr und mehr zum globalen Meeresspiegelanstieg bei.**

Kangerdlugssuaq, der größte Gletscher an Grönlands Ostküste, bildet einen stark zerklüfteten, kalbenden Eisstrom, der mehr als sechs Kilometer breit ist. Wie andere Auslassgletscher auch hat sich der Kangerdlugssuaq-Gletscher in den letzten Jahren abrupt be-



schleunigt: Seine Fließgeschwindigkeit erreichte 14 km pro Jahr oder mehr als 1,5 Meter pro Stunde – das ist doppelt so schnell wie früher. Diese Veränderungen können durch die erhöhten Luft- und Wassertemperaturen erklärt werden.

Auf Grönland ist so viel Eis gebunden, dass ein Abschmelzen den Meeresspiegel um sieben Meter ansteigen lassen würde. Im Sommer 2012 waren 97% der gesamten Eisoberfläche abgeschmolzen – nie zuvor wurde ein solch starkes Schmelzen auf Grönland beobachtet. Im Jahr 2012 wurden gleich mehrere Rekorde gebrochen: die Schmelzphase dauerte zwei Monate länger als im langfristigen Durchschnitt, und Grönland verlor fast doppelt so viel Masse wie zwischen 2002 bis 2006. Im Jahr 2013 lagen die Eisschmelze und der Massenverlust wieder ungefähr im Durchschnitt, insgesamt verliert der Grönländische Eisschild jedoch immer schneller an Masse.

## 25. Inselnationen werden durch steigenden Meeresspiegel überflutet

*Kiribati und andere pazifische Inselstaaten sind im Begriff, Land und Kultur zu verlieren*



Der höchste Punkt von Kiribati liegt nur 3,5 m über dem Meeresspiegel, und der steigende Meeresspiegel macht vielen der Einwohner zu schaffen. Die Flut drängt durch den Korallenuntergrund nach oben, überflutet Gemüsegärten und Felder und schwemmt Abfall und Abwässer in die Dörfer.

Dieses kleine Land mit etwa 100.000 Einwohnern ist einer der Inselstaaten (einschließlich Tuvalu, den Malediven, den Marshall-Inseln und den Karibikstaaten), welche fordern, dass die Welt nachhaltig handelt, um den durch den Klimawandel verursachten Anstieg des Meeresspiegels aufzuhalten. Tuvalu und Kiribati haben schon mit Australien und Neuseeland verhandelt, um einen Weg zu finden, wie sie ihre Bevölkerung umsiedeln und ihre Kultur bewahren können. Sollte eine dieser Inseln tatsächlich unbewohnbar werden, so würden dadurch die internationalen Standards der Gerechtigkeit, Selbstbestimmung, Menschenrechte und der nationalen Sicherheit in Frage gestellt werden.

## 26. Dorfbewohner in Bangladesch am Rande des Wandels im Flussdelta

*Dorfbewohner von Bhola Island, Bangladesch, auf einer durch Erosion zerstörten Straße.*



Diese Dorfbewohner gehören zu den mehr als 16 Millionen Menschen, die in dem riesigen Delta des Ganges und Brahmaputras nur einige Meter oberhalb des Hoch-

wasserspiegels leben. Neunzig Prozent der Landfläche von Bangladesch sind Überflutungsgebiete, die aufgrund des Meeresspiegelanstiegs immer schwerer von Hochwasser und tropischen Wirbelstürmen geschädigt werden. Wie es bei den meisten weniger industrialisierten Ländern der Fall ist, trägt auch Bangladesch nur einen winzigen Bruchteil zu den globalen Treibhausgasemissionen bei. Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß aller Bangladeschis, die in diesem Bild zu sehen sind, entspricht etwa dem von zwei Amerikanern.

Über zwei Drittel der Metropolen der Welt liegen in Küstennähe. Diese Küstenbewohner, ob arm oder reich, müssen sich der gleichen Bedrohung stellen: Wissenschaftler schätzen, dass bis zum Jahr 2100 der Meeresspiegel bis zu einem Meter ansteigen wird, und dadurch Flussmündungen, Häfen und Häuser von Millionen von Küstenbewohnern in Gefahr sind.

## 27. Die Anzahl der Klimaflüchtlinge steigt

*Dieses Flüchtlingslager im Norden Kenias gibt Familien, die wegen lokaler Konflikte, Dürren oder Überschwemmungen ihre Heimat verloren haben, eine Unterkunft.*



In diesem Lager in Kenia leben Kriegs- und Klimaflüchtlinge, die ihr Vieh durch schwere Dürre verloren haben oder von ungewöhnlich starken Regen-

fällen heimgesucht wurden. Das Klima von Afrika ist komplex und unterliegt starken Schwankungen – von Dürre zu sintflutartigen Regenfällen. Der Wassermangel wird in Zukunft höchstwahrscheinlich noch zunehmen, da sich die Verdunstung durch den Temperaturanstieg verstärkt, während gleichzeitig die Bevölkerung und damit auch der Wasserbedarf weiter zunehmen.

Afrika, sowie der Nahe Osten und Teile Asiens, zeigen die starke Verknüpfung zwischen Klimawandel und Konflikt, in dem der Wettstreit um Wasser, Nahrung und Weideland, die durch den Klimawandel immer knapper werden, Kriege entzünden oder verschärfen kann. Das Schicksal von Klimaflüchtlingen – auch Umweltmigranten genannt – und die ungleiche Verteilung der Auswirkungen des Klimawandels stellen uns vor große ethische Probleme und Menschenrechtsfragen.

## ANPASSUNGEN UND LÖSUNGEN

### 28. Bäume für Afrika und die Welt, das Vermächtnis von Wangari Maathai

*Die Green Belt Bewegung verändert Ökosysteme, Klima und Leben.*



Frauen aus einem Dorf in der Nähe von Nairobi, Kenia, pflanzen Bäume in ihrer eigenen Baumschule, eine Aktion der Green Belt Bewegung. Diese

Umweltschutzorganisation wurde 1977 von Wangari Maathai (1940 - 2011) in Kenia gegründet, als Reaktion auf Berichte von Frauen, deren Flüsse versiegten, deren Lebensmittelversorgung immer unsicherer wurde, und die immer weiter zu Fuß gehen mussten, um Brennholz zu finden.

Die 4.000 lokalen Gruppen der Green Belt Bewegung in Kenia pflanzen etwa fünf Millionen Bäume pro Jahr – insgesamt 51 Millionen seit 1978. Die NGO ermöglicht es nicht nur lokalen Gemeinschaften, besonders Frauen, die Umwelt zu schützen und ihren Lebensstandard zu verbessern, sondern hat auch ähnliche Gruppen in der ganzen Welt inspiriert, einschließlich der Organisation Plant for the Planet in Deutschland. Wissenschaftler betonen, wie wichtig Bäume sind, um Kohlenstoff zu binden und dadurch der Erderwärmung entgegen zu wirken.

### 29. Bäuerin in Nepal passt sich an

*Klimawandel in Tälern des Himalaya erfordert einen Wechsel zu anderen Anbaukulturen und ein neues Wassermanagement.*



Die Bäuerin Mempoymhelmo Tamang gießt ihre neuen Erdbeerpflanzen in Ramche, "Dorf der Erdbeere", in der Pufferzone des Langtang-Nationalparks in Nepal. Hier zu leben

bedeutet, sich auf den Doppelschlag von wärmerem und trockenerem Klima einzustellen. Diese weitsichtige Frau passt sich an das neue Klima an: Aufbauend auf ihrem Wissen aus einer Landwirtschaftsschule des WWF pflanzte sie 1500 junge Erdbeerpflanzen an – die erste Erdbeerplantage in ihrem Gebiet – und legte zudem neue Teiche an, um Regenwasser für die Bewässerung zu sammeln.

Sie verkörpert die Millionen von Menschen aus ländlichen Gebieten mit geringen finanziellen Mitteln, die sich von Saison zu Saison an die neuen Gegebenheiten anpassen, indem sie nicht nur neue Kulturpflanzen anpflanzen, sondern auch Saatgutbanken gründen und Sortenversuche durchführen, Vieh von offenen Weiden in Ställe bringen, sodass sie den natürlichen Dünger kontrollieren und nutzen können, Regenwas-

ser von Dächern sammeln, Speicherteiche anlegen und mit Biogas und Solarstrom experimentieren.

### 30. Kochen und Klimawandel sind eng verknüpft



*Familien, Wälder und das Weltklima profitieren von besseren Öfen und Biogas.*

In Maimajhuwa, Nepal, werden frische Roti (Krapfen) in Öl zubereitet. Das Heizen und die Zubereitung von Speisen über Feuer aus Holz, Gras, Mist und Farmrückständen gefährden die Gesundheit von mindestens drei Milliarden Menschen. Die Weltgesundheitsorganisation schätzt, dass jährlich 1,5 Millionen Menschen an Ruß-bedingten Beschwerden sterben.

Eine weltweite Aktion hat damit begonnen, die Emissionen von Ruß (Black Carbon) zu reduzieren, nicht nur wegen der gesundheitlichen Risiken, sondern auch um die Treibhausgasemissionen zu verringern. Eine alternative Energiequelle ist Biogas. Die sieben Haushalte in dem kleinen Dorf Pairebensi, Nepal, sammeln Tierexkrement, Pflanzenreste, und Abfälle in einem Zementtank, um Methan herzustellen, das zu jedem Haus geleitet und dort als Energiequelle genutzt wird. Die Kosten für diese Anlagen lagen unter 600 US Dollar pro Haushalt.

### 31. Erneuerbare Energien aus Wind, Sonne und Wasser



*Windkraftanlagen in den Niederlanden bieten eine saubere Alternative zu fossilen Energieformen.*

Diese Windkraftanlagen in Flevoland, Niederlande, sind ein Sinnbild für die Möglichkeiten der Windkraft und die Unabhängigkeit von umweltschädlichen fossilen Brennstoffen. Menschen haben Wind, Wasser, Biotreibstoffe, und Sonnenlicht seit Tausenden von Jahren verwendet. Die Fülle an Wind- und Solarenergie, die gewonnen werden könnte, lässt unseren Energiebedarf regelrecht klein erscheinen. Die Sonne strahlt jede Stunde mehr Energie auf die Erde als wir in einem Jahr benötigen. Noch dazu können wir Energie aus Erdwärme, aus Wellen, Gezeiten und aus Meereswärme nutzen.

Staaten wie Deutschland und Dänemark erzeugen mehr als 20% ihrer elektrischen Energie aus erneuerbaren Ressourcen, vor allem aus Sonnenlicht und Windkraft. Allerdings stammt weltweit die meiste nicht-fossile Energie aus Wasserkraft und dem nicht nachhaltigen Verbrennen von Holz und Biomasse.



### 32. Ein Bayrisches Dorf verkörpert die Energiewende

*Solar- und Windenergie, Biogas und Energiesparmaßnahmen bewirken, dass Wilpoldsried weit mehr Energie erzeugt als es verbraucht.*



Wie erfolgreich die Energiewende sein kann sieht man z.B. sich im bayrischen Wilpoldsried. Durch Photovoltaik, Biogas aus landwirtschaftlichen Abfällen, sieben Windräder, Wasser-

kraft, energetische Sanierung der Häuser und Energiesparmaßnahmen erzeugt das 2500-Seelen Dorf etwa 5-mal so viel Strom wie es verbraucht. Der nicht verbrauchte Strom wird in das Stromnetz eingespeist.

In ganz Deutschland produzierten im Jahr 2014 Wind, Photovoltaik, Wasserkraft und Biomasse 27% des gesamten Stroms. Seit 1990 sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands um ca. 24% zurückgegangen. Doch sind sie in den letzten Jahren wieder leicht angestiegen, und es werden der Energiewende immer wieder Steine in den Weg gelegt. Zum Glück kann jeder Bürger leicht selber die Energiewende bei sich zu Hause durchführen – indem man auf Strom aus 100% heimischen erneuerbaren Energien umsteigt, Strom spart und das Heim energetisch saniert.

### 33. High Line Urban Park, New York City

*Umfunktionierte Eisenbahnlinie aus dem 19. Jahrhundert setzt den Startpunkt für eine energieeffiziente Stadtentwicklung.*



Der High Line ist ein öffentlicher Park auf einer historischen Strecke des Schienengüterverkehrs oberhalb der Straßen Manhattans. Er wurde im Jahr 2009 eröffnet und hat

seitdem die Nachbarschaft grundlegend transformiert. Die Energieeffizienz in Transport, Erholung und Bau wurden signifikant erhöht – nicht zuletzt durch die Einführung der LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Standards, wie z.B. die Wiederverwertung von Wasser, das Auffangen von Regenwasser, und integrierte Solarenergie. Insgesamt verbraucht New York derzeit halb so viel Energie pro Kopf wie vergleichbar große Städte – Dank des Energiebewusstseins der Einwohner und der Skaleneffekten.

Städte sind nicht nur vom Klimawandel betroffen, sondern auch einer der Hauptursachen für CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverschwendung. Ineffiziente Beleuchtung und Klimaanlage können beispielsweise ein Fünftel des gesamten Energiebedarfs einer Stadt ausmachen. Doch werden Photovoltaik-Anlagen auf nur einem Teil der Dächer aller Parkplätze und Gebäude installiert, dann kann fast der gesamte

Strombedarfs einer Stadt dadurch gedeckt werden.

### 34. Hundert-Tausende nehmen am Klimamarsch in New York teil

*In New York verlangen mehr als 300.000 Menschen Maßnahmen gegen den anthropogenen Klimawandel.*



Engagierte StudentInnen, die den Abzug von Investments aus der fossilen Industrie verlangen, sind Teil der über 300.000 Menschen, die am

21. 9.2014 die Straßen von New York füllten – in der bis dahin weltweit größten Aktion für den Klimaschutz. Die Menschenmenge war geprägt von engagierten, stimmungswichtigen, friedfertigen, bunten, kreativen, überwiegend optimistischen und gut informierten TeilnehmerInnen. Diese Großveranstaltung fand zwei Tage vor einem Treffen der UN zum Klimawandel statt, an dem Tausende UN Delegierte teilnahmen.

Weltweit fordern Tausende von NGOs Maßnahmen gegen den Klimawandel. Ganz nach Gandhis Aussage – „Sei selbst die Veränderung, die du in der Welt sehen willst“ – setzen sich viele Millionen von Menschen für den Klimaschutz ein. Interessierte BürgerInnen können sich über ein breites Netzwerk von Organisationen von lokaler bis globaler Ebene engagieren.