



Wie der Klimawandel die Welt verändert

Hintergrundinformationen
zur Ausstellung Klima-Wandelt



STIFTUNG UMWELT
UND ENTWICKLUNG
NORDRHEIN-WESTFALEN



Inhalt

Hauptfaktor ist der Mensch	Treibhausgase und Erderwärmung	4
Treibhaus Erde	Treibhausgase und ihre Auswirkungen auf das Klima	6
Der Klimawandel findet bereits statt	Die wichtigsten Folgen der Erwärmung	8
Grüne Lungen unter Druck	Wälder: entscheidend für das Klima	10
Ewiges Eis?	Rückgang von Meereis und Gletschern	12
Schlechte Aussichten	Die Weltmeere im Klimawandel	14
Land unter!	Die Folgen des steigenden Meeresspiegels	16
Wärmeres Wasser, stärkere Stürme	Extreme Wetterereignisse häufen sich	17
Mehr Hitze und Dürren	Auswirkungen der Trockenheit	18
Die Natur reagiert	Auswirkungen des Klimawandels in NRW	20
Eile ist geboten	Politische Aktivitäten zu Klimaschutz und Anpassung	22
Hilfe von der Natur	Emissionsreduzierung durch erneuerbare Energien	26
Klimaschutz im Alltag	Tipps zum klimaschonenden Verhalten	28
Engagement unterstützen	Förderungen unserer Stiftung zum Thema „Klima“	30
Weitere Informationen		32
Impressum		35



Vorwort

Am Anfang waren die Bilder: Seit mehr als 30 Jahren bereist der isländische Fotograf Ragnar Axelsson die Arktis und fotografiert die Lebensverhältnisse der grönländischen Inuit. Dabei dokumentierte er ungewollt den Klimawandel, der sich in der Polarregion besonders stark auswirkt. Ende 2011 widmete der Fernsehsender Arte der Arbeit von „RAX“ einen Beitrag. Beeindruckt von dessen Bildern und Arbeitsweise nahm Michael Funcke-Bartz Kontakt mit Axelsson auf, als er im Winter 2012 selber fotografisch in Island unterwegs war. Dabei entstand die Idee, am Beispiel der grönländischen Arktis gemeinsam eine Ausstellung zum Klimawandel zu gestalten. Hauptberuflich ist Funcke-Bartz bei der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit im Bereich Umwelt und Klima tätig.

Im Auftrag unserer Stiftung konzipierte Michael Funcke-Bartz 2013 die Ausstellung Klima-Wandelt, die anhand von Texten, Grafiken und Fotos über den Klimawandel und seine weltweiten Folgen informiert. Sie bestand zunächst aus 16 Tafeln mit dem Fokus auf Grönland. Später wurde sie durch Tafeln ergänzt, auf denen die Folgen des Klimawandels weltweit und auch in Nordrhein-Westfalen dargestellt werden.

Seit 2014 tourt Klima-Wandelt durch NRW und wird in Rathäusern, Schulen, Umweltbildungszentren und bei Veranstaltungen gezeigt. Nichtregierungsorganisationen, Schulen und andere Institutionen in NRW können die Ausstellung kostenlos ausleihen. Wegen der guten Nachfrage gibt es inzwischen auch eine Plakatversion und Arbeitsblätter für Schulklassen und Jugendgruppen. Mehr Informationen zum Verleih und zu den Materialien finden Sie auf Seite 35.

Mit der vorliegenden Broschüre möchten wir die in der Ausstellung nur kurz skizzierten Facetten des Klimawandels durch Hintergrundinformationen ergänzen. Außerdem beschreiben wir, wie die Politik auf den Klimawandel reagiert und was jeder von uns für den Klimaschutz tun kann.

Wir wünschen Ihnen eine auch zum eigenen Handeln anregende Lektüre!

Hauptfaktor ist der Mensch

Treibhausgase und Erderwärmung

Die globale Erwärmung schreitet fort und die Menschen sind Hauptverursacher der Klimaveränderungen: Zu diesem Ergebnis kommt der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) in seinem 2013/2014 vorgelegten 5. Sachstandsbericht. Der Bericht unterstreicht die rapide zunehmende Erwärmung des Globus. Demnach waren die letzten drei Jahrzehnte an der Erdoberfläche wärmer als alle vorangehenden seit 1850.

Für den IPCC ist es „äußerst wahrscheinlich“ (mit einer Sicherheit von mehr als 95 Prozent), dass der Einfluss des Menschen im Verlauf des 20. Jahrhunderts zum dominierenden Faktor der Klimaveränderungen geworden ist. Durch die vermehrte Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre verstärkt er den Treibhauseffekt über sein natürliches Niveau hinaus und bewirkt so die globale Erwärmung. Zur Begrenzung des Klimawandels ist deshalb eine deutliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen notwendig.



Foto: Ingus Evertovskis

Bliebe der Ausstoß von Treibhausgasen unverändert, würde bereits bis zur Mitte dieses Jahrhunderts die globale Mitteltemperatur gegenüber dem vorindustriellen Niveau um 2 Grad Celsius steigen. Die 2-Grad-Grenze wurde von Wissenschaftlern als kritische Marke definiert, deren Überschreiten massive und teilweise unumkehrbare Störungen im globalen Klimasystem verursacht. Allein von 2010 bis 2012 hat die Emission von Treibhausgasen allerdings um 3,1 Prozent zugenommen. Setzt sich dieser Trend fort, droht bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ein Temperaturanstieg zwischen 3 und 5 Grad.

Um das 2-Grad-Ziel zu erreichen, hat der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) einen globalen Budget-Ansatz vorgeschlagen. Demnach dürfte der weltweite CO₂-Ausstoß 750 Milliarden Tonnen nicht übersteigen, die nationalen Budgets würden gemäß ihren Einwohnerzahlen berechnet. Blieben die momentanen jährlichen CO₂-Emissionen von etwa 0,9 Milliarden Tonnen in Deutschland unverändert, wäre das Budget in zehn Jahren verbraucht.

Der Weltklimarat IPCC und seine Berichte

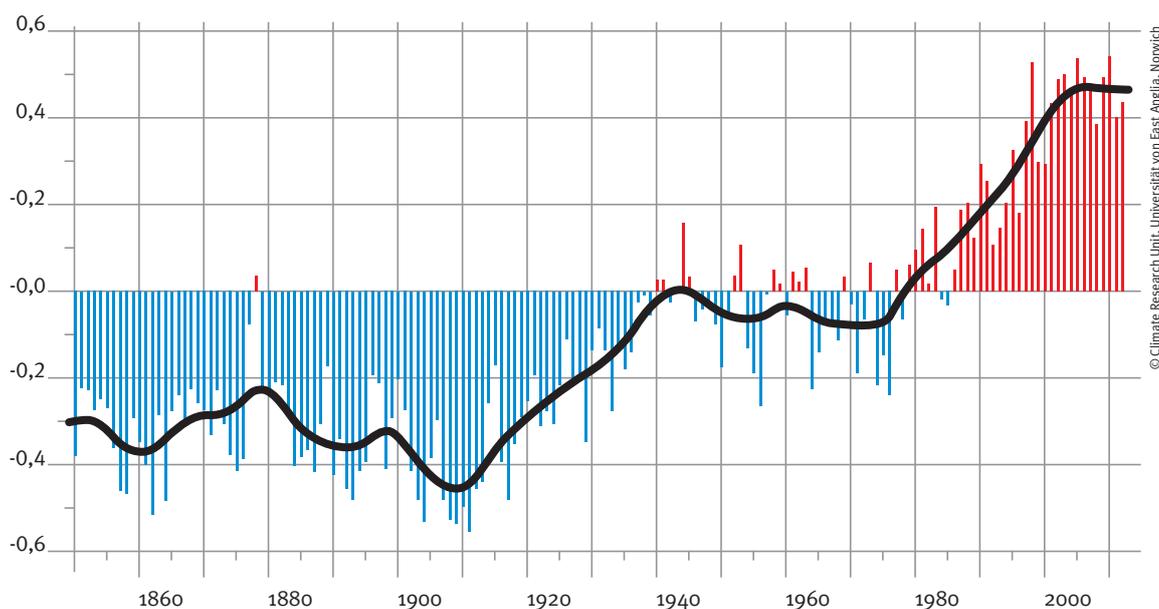
Der zwischenstaatliche Ausschuss „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) wurde 1989 von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründet. Der IPCC arbeitet interdisziplinär und bezieht an die tausend Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus allen Regionen der Welt ein. Sie forschen in drei Arbeitsgruppen zu folgenden Arbeitsschwerpunkten: wissenschaftliche Grundlagen zum Klimawandel, Auswirkungen des Klimawandels und Anpassungsstrategien, Möglichkeiten zur Minderung des Klimawandels.

Die Forschungsergebnisse werden in regelmäßigen Sachstandsberichten und in Sonderberichten zu speziellen Themen veröffentlicht. Sie dienen als Diskussionsgrundlage und Handlungsempfehlung für die internationale Klimapolitik. Die IPCC-Berichte haben wesentlich dazu beigetragen, dass bei politischen Entscheidungsträgern der Handlungsbedarf anerkannt wird und die wissenschaftlichen Erkenntnisse dafür als Grundlage benutzt werden.

Die Sachstandsberichte werden in Abständen von sechs bis sieben Jahren erstellt, der erste Bericht erschien 1990. Jede Arbeitsgruppe legt einen Band vor; ein weiterer Band, der sogenannte Synthesebericht, fasst die Ergebnisse zusammen und ordnet sie übergreifend ein. Die vier Bände des fünften Sachstandsberichts erschienen 2013/2014.

➔ Weitere Informationen unter www.de-ipcc.de

Steigende Temperaturen



Veränderung der globalen Mitteltemperatur im Zeitraum 1850–2005 (Temperaturanomalie im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961–1990)

© Climate Research Unit, Universität von East Anglia, Norwich

Treibhaus Erde

Treibhausgase und ihre Auswirkungen auf das Klima

Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan, Distickstoffoxid und andere Spurengase in der Atmosphäre bewirken, dass nur ein Teil der auf die Erde treffenden Wärmestrahlung wieder in den Weltraum entweicht. Der Rest verbleibt in der Erdatmosphäre und sorgt, wie in einem Treibhaus, für eine Erhöhung der Temperatur. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt läge die globale Durchschnittstemperatur bei -18 Grad Celsius. Menschliches, tierisches und pflanzliches Leben in der uns bekannten Form wären nicht möglich.

Treibhauseffekt: gefährlicher menschlicher Einfluss

Sobald der Anteil der Treibhausgase in der Atmosphäre zunimmt, wird das natürliche Gleichgewicht zwischen eingefangener und abgestrahlter Energie gestört und die Temperaturen steigen. Seit Beginn der Industrialisierung erhöhen menschliche Aktivitäten den natürlichen Spurengasanteil und bewirken einen zusätzlichen Treibhauseffekt. Die Konzentration der Treibhausgase erhöhte sich so bei Kohlendioxid (CO₂) um etwa 40 Prozent, bei Methan (CH₄) um 150 Prozent und bei Distickstoffoxid (N₂O) um 20 Prozent. Damit erreichen diese Gase Konzentrationen, die in den letzten 800.000 Jahren in der Atmosphäre nie aufgetreten sind. Eine wichtige Rolle im globalen Klimasystem spielen zudem die sogenannten F-Gase, etwa FCKW, welche die Ozonschicht schädigen.

Obwohl wir dies wissen, und trotz aller Warnungen vor dem Klimawandel, steigt der Ausstoß von Treibhausgasen weiter massiv. Nach Einschätzung des Weltklimarats entfiel rund die Hälfte des menschlichen CO₂-Ausstoßes zwischen 1750 und 2010 auf die Zeit nach 1970.

Was sind Treibhausgase?

Kohlenstoffdioxid ist für mehr als 60 Prozent des anthropogenen, also vom Menschen verursachten, Treibhauseffekts verantwortlich. Es entsteht bei der Verbrennung der fossilen Brennstoffe Kohle, Öl und Gas. Sie liefern die Energie für Kraftwerke, Industrieanlagen, Verkehrsmittel und private Haushalte. In den 1990er-Jahren deckten diese Brennstoffe in den Industrieländern rund 85 Prozent des Energiebedarfs ab.

Das Abbrennen tropischer Regenwälder trägt ebenfalls mit etwa 10 Prozent zum Anstieg von Kohlendioxid in der Atmosphäre bei. Zusätzlich entfallen gerodete Wälder als Kohlenstoffsenken (mehr dazu auf Seite 10). In Entwicklungsländern sind CO₂-Emissionen aus Entwaldung oft höher als die aus der Verbrennung fossiler Energieträger.

Methan ist für circa 15 Prozent des anthropogenen Treibhauseffekts verantwortlich. Sein Treibhausgaspotenzial ist 21-mal höher als das von Kohlendioxid. Methan entsteht, wenn organisches Material ohne Sauerstoffzufuhr abgebaut wird: in Mägen von Rindern und Schafen, beim Nassreisbau sowie in Mülldeponien und Klärwerken. Außerdem entweicht es aus Kohlegruben und bei der Förderung und dem Transport von Erdgas.

Distickoxid, auch Lachgas genannt, ist das wichtigste von der Landwirtschaft ausgehende Treibhausgas. Es ist für etwa 8 Prozent des anthropogenen Treibhauseffekts verantwortlich. Distickoxid entsteht beim Abbau von mineralischem Stickstoffdünger im Boden und besitzt ein Treibhausgaspotenzial, das 310-mal höher als das von Kohlendioxid ist.

Fluorchlorkohlenwasserstoffverbindungen (FCKW) tragen mit rund 10 Prozent zum anthropogenen Treibhauseffekt bei. Ihr Treibhausgaspotenzial liegt bis zu 14.800-fach über dem von Kohlendioxid. Außerdem dünnt FCKW die Ozonschicht in der Stratosphäre aus. FCKW werden als Treibgas, zum Aufschäumen von Dämmstoffen, als Lösungsmittel oder als Kältemittel in Kühlanlagen eingesetzt. Durch ein internationales Abkommen zum Schutz der Ozonschicht (Montrealer Protokoll, 1990) konnte der Einsatz von FCKW deutlich reduziert werden.



Foto: Kobes/fotolia

Wer verursacht die Treibhausgase?

Im Jahr 2012 fiel der überwiegende Teil der weltweiten anthropogenen CO₂-Emissionen auf die Bereiche Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung (42 Prozent), Transport (23 Prozent) und Industrie (20 Prozent). In Deutschland ergibt sich ein ähnliches Bild, allerdings lag der Verbrauch der Haushalte 2012 mit zehn Prozent höher als der weltweite Durchschnitt von sechs Prozent. Die Landwirtschaft verursachte bei uns rund acht Prozent der Treibhausgasemissionen.

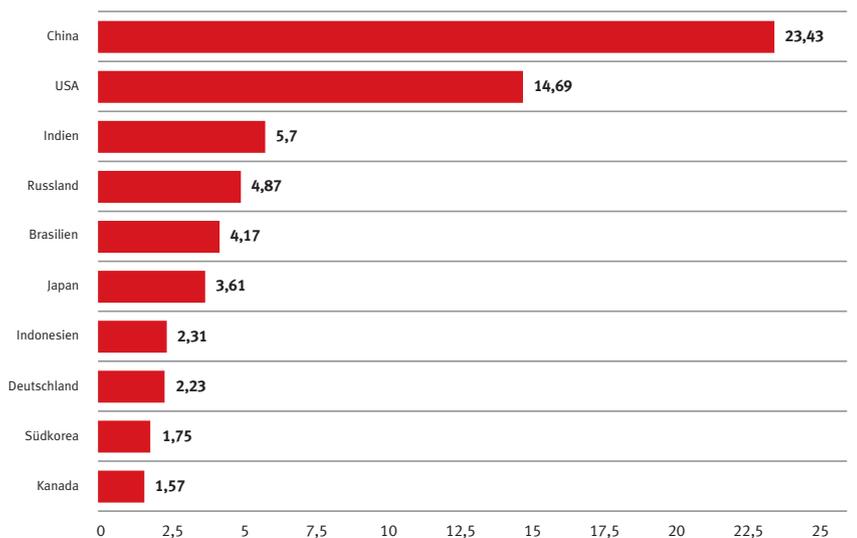
Bis vor wenigen Jahren waren die USA der größte Emittent von Treibhausgasen. Inzwischen hat China diese Position übernommen und Schwellenländer wie Indien oder Indonesien lösen allmählich die alten Industrienationen in der Rolle als Hauptverursacher ab. Eine 2014 veröffentlichte Studie der Concordia University in Kanada kommt zu dem Ergebnis, dass sieben Länder für 63 Prozent der Klimaerwärmung in den letzten 200 Jahren verantwortlich sind: die USA, China, Russland, Brasilien, Indien, Deutschland und Großbritannien. Wenn man allerdings die ausgelöste Erwärmung pro Einwohner berechnet, nehmen China und Indien mit ihren 2,6 Milliarden Einwohnern nur die Plätze 19 und 20 ein. An erster Stelle liegt dann – bedingt durch seine frühe Industrialisierung – Großbritannien, gefolgt von den USA, Kanada, Russland, Deutschland, den Niederlanden und Australien.

In Deutschland verringerten sich die Treibhausgasemissionen pro Kopf zwischen 1990 und 2012 um knapp 26 Prozent, sie liegen allerdings im Vergleich zu anderen EU-Staaten weiterhin über dem Durchschnitt. Und noch etwas trübt das Bild von der „Klimaschutz-nation“: 2012 und 2013 sind unsere Emissionen wieder gestiegen. Eine Ursache dafür war der wachsende Steinkohleanteil bei der Stromerzeugung.

Im Jahr 2014 sind die Emissionen zwar wieder gesunken, das ist allerdings vor allem auf zwei milde Winter mit entsprechend weniger Heizbedarf zurückzuführen.

Länder mit den höchsten CO₂-Emissionen

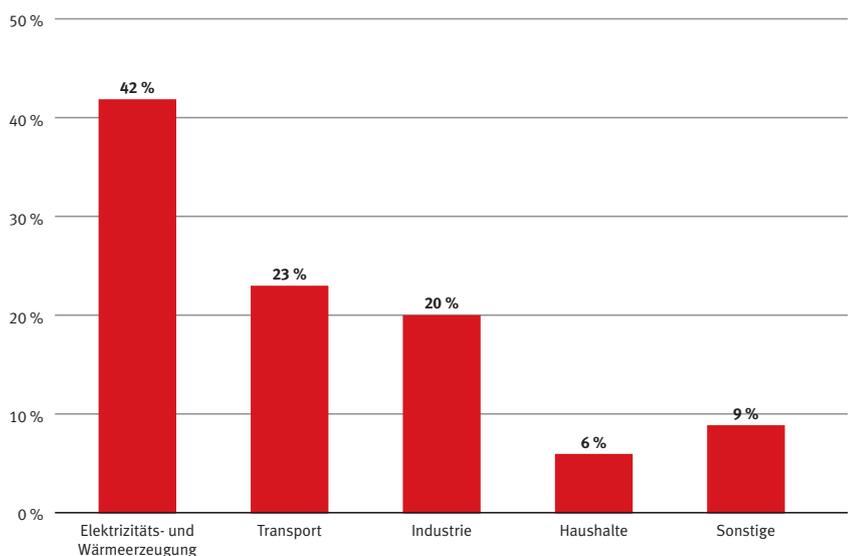
nach Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen im Jahr 2014



Quelle: Germanwatch/EIA, Statista 2015

Verteilung der weltweiten CO₂-Emissionen

nach Sektor im Jahr 2012



Quelle: IEA, Statista 2015

Der Klimawandel findet bereits statt

Die wichtigsten Folgen der Erwärmung



New Orleans, 2005: Überflutung durch Hurrikan Katrina

Foto: Nadeem Khawer

Im Zeitraum von 1880 bis 2012 ist die globale Durchschnittstemperatur um 0,85 Grad Celsius gestiegen. Dabei haben die Temperaturen in der Arktis überdurchschnittlich zugenommen. Besonders ausgeprägt war der Anstieg auf der Nordhalbkugel in den Jahren von 1983 bis 2012, den wärmsten Jahrzehnten seit 1400.

Die Jahre seit 2000 gehören fast alle zu den wärmsten seit Beginn der Messungen im Jahr 1880. 2014 war im weltweiten Durchschnitt und auch in Deutschland das bisher wärmste Jahr. Bei uns wurde mit 10,3 Grad der Durchschnittswert von 9,9 Grad der bisherigen Rekordjahre 2000 und 2007 deutlich übertroffen.

Auch die Ozeane haben sich erwärmt: Die Wassertemperatur in den oberen 75 Metern stieg seit 1971 pro Jahrzehnt um jeweils 0,11 Grad Celsius und auch das Wasser im tiefen Ozean unter 3000 Metern ist wärmer geworden. 2014 lagen die Oberflächentemperaturen der Ozeane ein Grad über dem Durchschnitt des 20. Jahrhunderts.

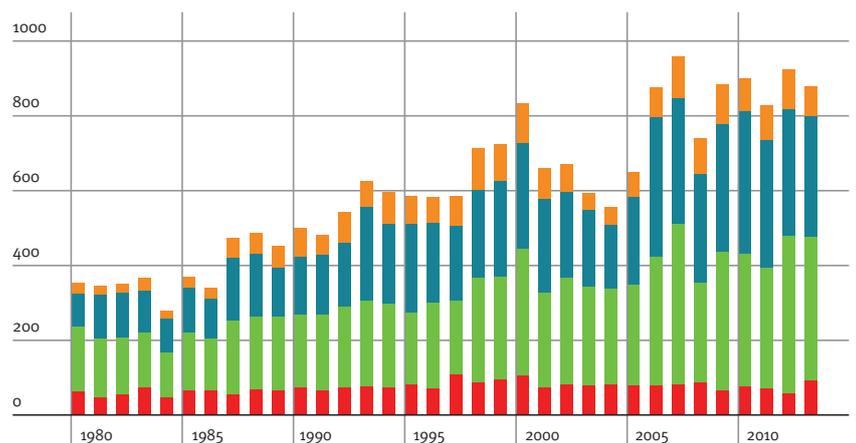
Die globale Erwärmung bewirkt weltweit tief greifende Veränderungen

- ❖ Tauende Gletscher und Eisschilde sowie das größere Volumen des erwärmten Meerwassers haben zwischen 1901 und 2010 zu einem globalen Anstieg des mittleren Meeresspiegels um etwa 19 Zentimeter geführt. Die höheren Temperaturen bewirken auch stärkere Sturmfluten. Beides zusammen führt zu Überschwemmungen und bedroht Mensch und Natur.
- ❖ Die Niederschläge steigen in feuchten Regionen der Tropen und in mittleren Breiten der Nordhemisphäre deutlich. In trockenen Regionen der Subtropen nehmen sie eher ab.
- ❖ Immer häufigere extreme Hitzeperioden und Dürren führen zu Ernteverlusten und verknappen das Wasser.
- ❖ Extremwetterereignisse nehmen zu, beeinträchtigen oder zerstören wichtige Infrastrukturen wie Energieversorgung oder Verkehrsnetze und vernichten Ernten und landwirtschaftliche Produktionsflächen. In Nordamerika und Europa kommt es häufiger zu Starkregen. In Asien und Amerika bilden sich mehr und stärkere Wirbelstürme.
- ❖ Die schnelle Erwärmung führt zu einem Verlust der Artenvielfalt, weil Pflanzen und Tiere nicht genug Zeit haben, sich an die neuen Bedingungen anzupassen.
- ❖ Höhere Wassertemperaturen und die Versauerung der Meere führen zum Absterben von Korallenriffen, die eine besondere Bedeutung für die Artenvielfalt haben und auch als Brandungsschutz wichtig sind.

Diese Veränderungen sind regional unterschiedlich ausgeprägt, treffen jedoch ärmere Länder besonders. Dies liegt zum einen daran, dass viele dieser Länder auch ohne den Klimawandel zum Beispiel unter Trockenheit oder langen Hitzeperioden leiden. Zum anderen fehlen die Ressourcen für Anpassungsmaßnahmen, etwa den Bau von Deichen. Hinzu kommt, dass viele Entwicklungsländer stark landwirtschaftlich strukturiert und ihre Wirtschaftsaktivitäten damit direkter von klimatischen Veränderungen betroffen sind.

Wie stark der Klimawandel letztlich ausfällt, liegt am Veränderungswillen der Verursacher, den Menschen. Noch gibt es Möglichkeiten, die Erhöhung der globalen Temperatur auf zwei Grad zu begrenzen. Voraussetzung ist, dass es der wachsenden Weltbevölkerung gelingt, ihren Verbrauch an Energie, Rohstoffen, Wasser und Flächen in klimaverträgliche Bahnen zu lenken.

Häufung von Naturkatastrophen



© 2014 Munich RE, Geo Risks Research, NatCatSERVICE
Stand Februar 2014

Schadenereignisse weltweit 1980–2013

- Erdbeben, Tsunami, Vulkanausbruch
- Tropischer Sturm, außertropischer Sturm, konvektiver Sturm, lokaler Sturm
- Überschwemmung, Massenbewegung (z. B. Erdbeben)
- Extremtemperaturen, Dürre, Waldbrand

Grüne Lungen unter Druck

Wälder: entscheidend für das Klima

Wälder bedecken etwa 30 Prozent der weltweiten Landoberfläche. Sie erfüllen als Kohlenstoffspeicher und CO₂-Senken wichtige Funktionen beim Klimaschutz. Besonders bedeutsam ist die Leistung der tropischen Regenwälder, die durch ihre enorme Biomasse noch einmal 50 Prozent mehr Kohlenstoff binden als andere Wälder. Gleichzeitig haben diese gewaltigen Waldflächen einen kühlenden Effekt auf die Atmosphäre, da sie die Sonnenenergie auf ihren Kronen in Wasserdampf umwandeln.

Werden diese Wälder gerodet – durch Abholzen oder Abbrennen – gelangt der gespeicherte Kohlenstoff als CO₂ wieder in die Atmosphäre und trägt so maßgeblich zum Klimawandel bei. Rund 20 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen sind die Folge einer gedankenlosen Waldzerstörung.

Die Situation ist bedrohlich. Ein Wissenschaftlerteam um den Geografen Matthew Hansen von der University of Maryland hat in der Studie „Global Forest Change“, die 2013 im Magazin „Science“ veröffentlicht wurde, den Rückgang der globalen Wälder in diesem Jahrhundert mit Hilfe von Satellitenbildern und der Google Earth Engine relativ exakt belegt. Zwischen 2000 und 2012 sind demnach rund 1,5 Millionen Quadratkilometer Wald verloren gegangen, insbesondere in den Tropen. Vor allem in Indonesien werden – trotz eines Moratoriums aus dem Jahr 2011 – weiter gewaltige Regenwaldflächen abgeholzt, um Platz für Palmölplantagen zu schaffen.



Foto: picture alliance/Arco Images GmbH

Moore – unterschätzte Riesen

Die im Moor lebenden Pflanzen nehmen während ihres Wachstums CO₂ aus der Atmosphäre auf. Im Torf, der aus den abgestorbenen Pflanzenresten entsteht, wird dieser Kohlenstoff gebunden und eingelagert. Im Verlauf vieler Jahrtausende haben sich Moore so zu einem gigantischen Kohlenstoffspeicher entwickelt. Obwohl sie nur etwa drei Prozent der Landoberfläche bedecken, speichern sie in ihren Torfschichten ein Drittel des erdgebundenen Kohlenstoffs. In Deutschland enthält eine 15 Zentimeter mächtige Torfschicht ähnlich viel Kohlenstoff wie ein 100-jähriger Wald auf einer vergleichbaren Fläche.

Wenn durch menschliche Eingriffe – etwa durch Entwässerung – Luft in den Moorkörper gelangt, entsteht nicht nur das klimaschädliche CO₂, sondern auch das als Lachgas bekannte Distickstoffmonoxid. Dessen klimaschädliche Wirkung, das „Global Warming Potential“ (GWP), gilt als beinahe dreihundertmal so hoch wie die von CO₂. Zerstörte Moore setzen in kurzer Zeit enorme Mengen von klimawirksamen Gasen frei, die über Jahrtausende dort eingeschlossen waren. Alleine in Deutschland entweichen aus den entwässerten Mooren pro Jahr bis zu 45 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid.

Hinzu kommt ein weiteres Problem: der Torfverbrauch, der sich in Deutschland jährlich auf rund zehn Millionen Kubikmeter summiert. Zwei Drittel davon kommen im professionellen Gartenbau zum Einsatz, der Rest bei Hobbygärtnern. Sollte der Torfabbau unvermindert weitergehen, dürften die Vorräte in Deutschland spätestens in 50 Jahren erschöpft sein. Diese Entwicklung bedroht nicht nur ein wertvolles Ökosystem mit hoch spezialisierten Tier- und Pflanzenarten, sondern bewirkt auch eine zusätzliche erhebliche Freisetzung von Treibhausgasen.

1975



2001



Die Satellitenfotos der brasilianischen Provinz Rondonia zeigen die Ausmaße von Besiedlung und Regenwaldvernichtung.

Raubbau am Amazonas

Besonders katastrophal ist die Lage im Amazonasgebiet, das etwa acht Millionen Quadratkilometer umfasst. Nach Berechnungen der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) wurden dort zwischen 1990 und 2010 rund 600.000 Quadratkilometer tropischer Regenwald vernichtet – zum Vergleich: Deutschland hat eine Fläche von 357.000 Quadratkilometern. Hauptursache dafür ist, neben dem Bau von Straßen und Wasserkraftwerken, die weltweit anhaltende Nachfrage nach Fleisch, Sojabohnen für Tierfutter sowie nach Zuckerrohr und Palmöl für pflanzliche Treibstoffe.

Nach Angaben der brasilianischen Regierung hat sich das Tempo der Regenwaldvernichtung im Amazonasgebiet zuletzt verlangsamt: Zwischen August 2013 und Juli 2014 seien 4.848 Quadratkilometer

gerodet worden, 18 Prozent weniger als im vergleichbaren Vorjahreszeitraum. Umweltschützer sehen solche Zahlen jedoch mit einiger Skepsis, und außerdem ist diese Fläche immer noch nahezu doppelt so groß wie die des Saarlandes. Darüber hinaus führen zunehmende Dürren im südlichen Amazonasgebiet dazu, dass Bäume absterben und Waldbrände zunehmen.

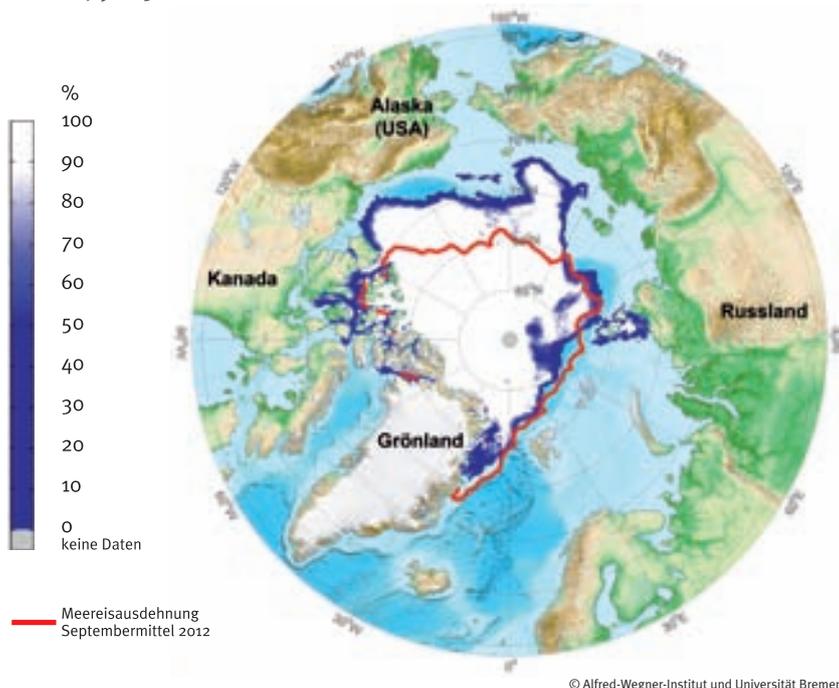
Mindestens ebenso schlecht steht es um das artenreichste Ökosystem Südamerikas, den Atlantischen Regenwald an der brasilianischen Ostküste. Nach Angaben der brasilianischen Umweltschutzorganisation SOS Mata Atlântica sind dort zwischen 2011 und 2012 insgesamt 235 Quadratkilometer Waldfläche zerstört worden – 29 Prozent mehr als im Vergleichszeitraum des Vorjahres, was die höchste Abholzungsrate seit 2008 bedeutet.

Ewiges Eis?

Rückgang von Meereis und Gletschern

Meereiskonzentration

Mittel 1.–17.9.2013



Während die Antarktis auf der Südhalbkugel aus einem mit Eis bedeckten Festlandsockel besteht, wird das Eis der Arktis aus gefrierendem Ozeanwasser gebildet. Ausdehnung und Stärke dieses Meereises schwanken mit den Jahreszeiten. Wenn zum Ende des Winters die Ausdehnung am größten ist, bedeckt das Meereis eine Fläche, die ungefähr 40-mal so groß ist wie Deutschland. Im Sommer reduziert sich inzwischen die Eisfläche auf die Hälfte und weniger.

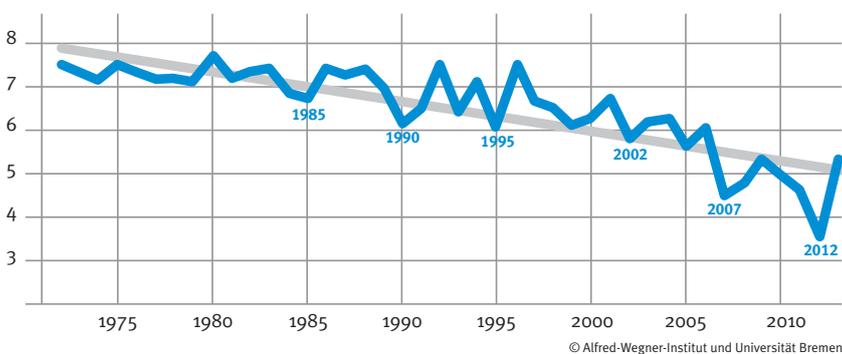
Rückgang und Veränderung des Meereises

Im Zeitraum von 1979 bis 2012 hat sich die mittlere Ausdehnung des arktischen Meereises um bis zu 4,1 Prozent pro Jahrzehnt verringert. Im September 2012 erreichte sie mit 3,67 Millionen Quadratkilometern den niedrigsten je dokumentierten Wert. Auch die Stärke des Meereises geht massiv zurück: Wurden in den Sommern der 1960er-Jahre meist Stärken von rund drei Metern gemessen, so lagen diese in den 1990ern bei nur noch knapp über zwei Metern, in den Jahren 2011 und 2012 sogar nur bei 0,9 Metern.

Auch für 2014 kann man nicht von einer Trendwende sprechen. Der Arctic Sea Ice Monitor, eine Kooperation von US-amerikanischen und japanischen Wissenschaftlern, maß zum Ende des arktischen

Meereisausdehnung in der Arktis

Septemberrmittel 1972–2013



Für den Eisbär wird es eng

Eisbären bevölkern unsere Erde bereits seit rund 600.000 Jahren. Doch jetzt wird es eng für das größte Landraubtier, das im Winter vom Packeis aus auf die Jagd nach Bart- oder Ringelrobben geht. Durch das spätere Vereisen im Herbst und die früher einsetzende Schmelze im Frühjahr verkürzt sich die Jagdzeit der Eisbären, die sich so immer weniger Fettreserven anfrassen können. Das führt zu einer durchgehend schlechteren körperlichen Verfassung, auch bei den Jungtieren.

Zu einer düsteren Prognose kommt die 2012 veröffentlichte Studie „Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence“ von Andrew. E. Derocher und Ian Stirling. Nach der Auswertung von 75 Einzelstudien befürchten die Wissenschaftler, dass sich durch den Klimawandel die Eisbärenpopulation bis zur Mitte dieses Jahrhunderts um zwei Drittel verringern könnte.

Sommers eine Eisbedeckung rund um den Nordpol von gut fünf Millionen Quadratkilometern und damit die viertniedrigste seit Beginn der Messungen.

Der Anteil des mehrjährigen Eises liegt inzwischen bei unter 50 Prozent. Einjähriges Eis ist dünner und im Sommer mit Schmelzwassertümpeln bedeckt. Es reflektiert weniger Sonnenstrahlung und nimmt mehr Wärme auf, die in den Ozean weitergeleitet wird. Das offene Meer reflektiert weniger Sonnenenergie, so dass es sich weiter erwärmt und den Schmelzprozess des Meereises verstärkt. Vermutlich ist dieser Rückkopplungsprozess dafür verantwortlich, dass in den letzten 50 Jahren die Temperaturen in den nördlichen Breiten doppelt so stark gestiegen sind wie im globalen Mittel.

Bei zunehmender Erwärmung wird das arktische Meereis weiter zurückgehen. Der Weltklimarat geht in seinen Klimamodellen davon aus, dass bei der ungünstigsten Entwicklung der Treibhausgasemissionen die Arktis ab Mitte dieses Jahrhunderts im September eisfrei sein könnte.

Gletscher auf dem Rückzug

Von den heute fünf bayerischen Gletschern wird in 20 bis 30 Jahren vermutlich nur noch einer existieren. So lautet die Prognose im 2012 vorgelegten ersten bayerischen Gletscherbericht. Seit dem Jahr 1820 hat sich die Gesamtfläche der Gletscher in Bayern von vier Quadratkilometern auf nur noch 0,7 Quadratkilometer reduziert. Lediglich der Höllentalferner, auf der nördlichen Seite der Zugspitze gelegen, könnte noch eine etwas längere Zukunft haben. Und auch die Pasterze am Großglockner, der größte Gletscher Österreichs, hat seit Mitte des 19. Jahrhunderts von damals über 30 Quadratkilometern um nahezu die Hälfte abgenommen.

Nach einer Studie des UN-Umweltprogramms UNEP schmelzen die Gletscher in Patagonien, Alaska und dem Nordwesten der USA besonders schnell – mit schwerwiegenden Folgen für die Umwelt. So haben in den letzten 40 Jahren Überschwemmungen, die durch Gletscherwasser ausgelöst worden sind, deutlich zugenommen. Im chilenischen Patagonien etwa trat das Wasser des Colonia Rivers alleine zwischen 2008 und 2009 fünfmal über die Ufer. Langfristig jedoch befürchten Forscher anhaltende Dürreperioden in trockenen Regionen wie Chile oder Zentralasien, wenn die wasserspeichernden Gletscher verschwunden sind.



Foto: Ragnar Axelsson

Permafrost

Von Permafrost ist die Rede, wenn die Temperatur des Bodens mindestens zwei Jahre lang unter dem Gefrierpunkt liegt. Etwa ein Viertel der Landfläche auf der Nordhalbkugel ist Permafrostgebiet, die größten Regionen liegen in Russland, Kanada, Alaska und im Westen Chinas. Nach dem 2012 veröffentlichten UNEP-Bericht „Policy Implications of Warming Permafrost“ enthalten diese Dauerfrostböden 1700 Milliarden Tonnen Kohlenstoff. Bislang tauen diese Böden nur in den Sommermonaten für kurze Zeit auf. Hält die Erwärmung durch den Klimawandel jedoch an, befürchten die UNEP-Wissenschaftler, dass bis zum Jahr 2100 maximal 135 Milliarden Tonnen Kohlendioxid freigesetzt werden könnten. Hinzu kämen möglicherweise gewaltige Mengen an Methan – ein enorm klimawirksames Gas, das derzeit noch als gefrorenes Methanhydrat am Meeresboden und im Permafrost gebunden ist.

Bereits heute sind die Anzeichen alarmierend. Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung haben entdeckt, dass die vor allem aus Permafrost bestehenden Steilküsten Ostsibiriens immer schneller erodieren. Neben den steigenden Sommertemperaturen machen die Forscher in erster Linie den Rückgang des Meereises dafür verantwortlich. Da dieser Schutzschild zunehmend ausfällt, würden Wellen verstärkt die Küsten unterspülen und das Land von oben einsinken lassen.

Schlechte Aussichten

Die Weltmeere im Klimawandel

Die Ozeane sind der wichtigste Faktor bei der Regulierung des Weltklimas. Sie nehmen knapp 30 Prozent des von Menschen verursachten Kohlendioxids auf. Je kälter das Meerwasser, desto mehr CO₂ löst sich darin. Das kalte, stark salzhaltige und dadurch schwere Oberflächenwasser sinkt ab, nimmt das gelöste CO₂ mit in die Tiefe und entzieht es so der Atmosphäre für sehr lange Zeit, bis es, durch Strömungen oder andere Auftriebsereignisse, wieder an die Oberfläche gelangt. Dieses Phänomen wird als physikalische Kohlenstoffpumpe bezeichnet.

Daneben gibt es auch die biologische Kohlenstoffpumpe. Dabei entzieht die Photosynthese der Algen, Seegräser und Mangroven sowie des Phytoplanktons dem Meerwasser gelöstes CO₂. Wenn – etwa durch eine massenhafte Algenblüte – mehr Biomasse aufgebaut wird, als die Pflanzenfresser im Meer (das Zooplankton) aufnehmen können, sterben die überzähligen Pflanzen ab. Sie nehmen das in ihnen gebundene Kohlendioxid mit in die Tiefsee, wo es dem atmosphärischen Kreislauf entzogen wird.



Illustration: Graphies.thèque/forolia

■ warme Oberflächenströmung ■ kalte, salzreiche Tiefenströmung

Der Golfstrom

Die Störung der globalen Ozeanzirkulation wird durch das Abschmelzen des grönländischen Eisschildes noch verstärkt, da so leichteres Süßwasser in den Nordatlantik gelangt. Das könnte langfristig auch den Golfstrom beeinflussen, das größte und wichtigste „Pumpsystem“ in den Weltmeeren, das auch für unser mitteleuropäisches Klima von zentraler Bedeutung ist. Der Golfstrom hat seinen Ausgangspunkt im Golf von Mexiko. Dabei treiben Winde warmes Wasser nach Norden in die Region zwischen Norwegen und Grönland. Im Verlauf dieser Reise kühlt sich das Wasser stark ab und wird durch die Verdunstung salzreicher.

Kälte und der hohe Salzgehalt machen das Wasser dichter und schwerer. Es sinkt in die Tiefsee hinab, im Winter kommt es zwischen Grönland und Spitzbergen zu einer Fallgeschwindigkeit von rund 17 Millionen Kubikmetern pro Sekunde. In zwei bis drei Kilometern Tiefe strömt das kalte Wasser dann wieder in Richtung Süden bis zum antarktischen Zirkumpolarstrom und von dort bis in den Indischen und Pazifischen Ozean, wo es in den Auftriebsgebieten, etwa vor den Küsten Perus oder Kaliforniens, wieder nach oben steigt.

Mischen sich durch den Temperaturanstieg salzarmes Schmelzwasser des arktischen Meereises sowie Süßwasser des Inlandeises mit dem Golfstrom – auch Nordatlantikstrom genannt –, so kann der Salzgehalt sinken, die Wasserzirkulation geringer werden. Eine Schwächung des Golfstroms könnte dazu führen, dass langfristig weniger warmes Wasser in den Nordatlantik fließt und sich so die Temperaturen in Nordwesteuropa abkühlen. Dieser Effekt würde allerdings, einen anhaltenden Klimawandel vorausgesetzt, durch die Erhöhung der durchschnittlichen Lufttemperatur zunächst ausgeglichen. Ob die Durchschnittstemperaturen bei uns durch eine Schwächung des Golfstroms langfristig nach unten gehen werden, ist unter den Klimaforschern umstritten.

Der Kreislauf gerät aus dem Takt

Durch die Erwärmung der Ozeane, gerade in den Polarregionen, kann immer weniger CO₂ im Wasser gelöst werden. Das Oberflächenwasser ist zu warm und zu leicht, um abzusinken – die physikalische Kohlenstoffpumpe gerät aus dem Takt. Der Austausch zwischen den Wasserschichten wird reduziert, und es gelangen weniger Nährstoffe aus tieferen Wasserzonen an die Oberfläche. Das wiederum führt langfristig zu einer verminderten Algenproduktivität und damit zu einer Schwächung der biologischen Kohlenstoffpumpe.

Zwischen Luft und Meereswasser findet ein permanenter Gasaustausch statt. Steigt der CO₂-Gehalt der Atmosphäre, nimmt die Konzentration dieses Gases auch in den oberflächennahen Ozeanschichten zu. Wenn Kohlendioxid im Wasser gelöst wird, bildet sich Kohlensäure. Durch die anhaltend hohe CO₂-Konzentration versauern die Weltmeere zunehmend. Der pH-Wert des Meerwassers ist in den letzten Jahrzehnten um durchschnittlich 1,1 Einheiten gesunken. Säuren lösen Kalk auf, und deshalb haben es kalkbildende Arten, wie Korallen, Schnecken, Muscheln und viele Algen, zunehmend schwer, ihre Schalen und Skelette zu bilden. Durch die anhaltende Versauerung der Meere droht der Verlust wichtiger Ökosysteme, insbesondere von Korallenriffen.



Juli 2010: Ein gigantischer Blaualgentepich erstreckt sich auf der Ostsee vom Danziger Becken bis Litauen

Wandel in Nord- und Ostsee

Auch in den deutschen Meeren werden gravierende Veränderungen infolge des Klimawandels beobachtet. Für die Nordsee belegen Langzeituntersuchungen des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) eine Erwärmung der Jahresmitteltemperatur des Wassers vor Helgoland um 1,7 Grad seit 1962. Nach Erkenntnissen des AWI sind seither bis zu 40 wärmeliebende Arten in die Nordsee eingewandert. Dazu gehören verschiedene Schwimmkrabben und Krebse, aber auch die mediterrane Streifenbarbe oder die Pazifische Auster. Für den Kabeljau, der zunehmend in Richtung Norden abwandert, oder die Miesmuschel hingegen wird der Lebensraum vor den deutschen Küsten langsam knapp.

Auch die Ostsee, mit der Nordsee und dem Nordatlantik nur durch enge und flache Wasserstraßen verbunden, heizt sich durch den Klimawandel auf. Allein zwischen 1982 und 2007 sind die Wassertemperaturen in der Ostsee um 1,35 Grad Celsius angestiegen und damit siebenmal mehr als im globalen Durchschnitt. Die Ostsee ist derzeit das sich am schnellsten erwärmende Meeresökosystem überhaupt.

Diese Erwärmung und die anhaltenden Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft belasten die Ostsee enorm. So hat sich nach Messungen eines dänisch-schwedischen Forscherteams um Jacob Carstensen von der Universität Aarhus die Fläche der sauerstoffarmen Todeszonen im vergangenen Jahrhundert mehr als verzehnfacht. Je höher die Temperatur des Wassers, desto weniger Sauerstoff kann sich darin lösen.

Ein weiteres Problem: Das wärmer werdende Ostseewasser bietet Krankheitserregern immer bessere Lebensbedingungen. Sie können sich schneller vermehren und auch ihre krankmachende Wirkung nimmt zu, wie ein internationales Forscherteam 2012 im Fachmagazin „Nature Climate Change“ berichtete. In warmen Sommern infizieren sich immer mehr Menschen mit dem Bakterium *Vibrio vulnificus*. Es ruft bei gesunden Menschen Durchfall, Erbrechen und Bauchschmerzen hervor. Gelangt es über Wunden in den Blutkreislauf oder ist das Immunsystem der Erkrankten geschwächt, kann es auch Fieber und eine Blutvergiftung auslösen. Sogar der Cholera-Erreger *Vibrio cholerae* ist in den extrem warmen Sommern 1994, 2003 und 2006 an der Ostseeküste aufgetaucht.

Land unter!

Die Folgen des steigenden Meeresspiegels

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts steigt der Meeresspiegel weltweit stärker als in den vorangegangenen zwei Jahrtausenden – allein von 1901 bis 2010 um rund 19 Zentimeter. Dies entspricht einem Durchschnittswert von 1,7 Millimeter pro Jahr. In den letzten 20 Jahren allerdings betrug der durchschnittliche Anstieg etwa drei Millimeter. Dafür gibt es zwei Ursachen: Das wärmer werdende Meerwasser dehnt sich stärker aus, und das Abschmelzen der Festlandgletscher setzt zusätzliches Süßwasser frei. Für das 21. Jahrhundert rechnet der Weltklimarat IPCC mit einem Plus von bis zu 82 Zentimetern. Selbst wenn die Klimaschutzmaßnahmen verstärkt und auch greifen würden, seien es immer noch mindestens 26 Zentimeter.

Durch den höheren Meeresspiegel könnten Inseln und flachere Küstengebiete dauerhaft überflutet werden. Besonders gefährdet sind viele pazifische Inselstaaten Ozeaniens, Indonesien und die Philippinen. Dort nagt bereits der normale Gezeitenwechsel zwischen Ebbe und Flut an den Küsten. Bei Sturmfluten sind Siedlungen und Infrastruktur großen Risiken ausgesetzt – so versalzen fruchtbare Böden und Salzwasser kann in Grundwasser eindringen.

Brennpunkt Bangladesch

Mit am stärksten betroffen ist Bangladesch, gleichzeitig eines der ärmsten Länder Asiens. Da die Küstengewässer flach sind und das Festland niedrig liegt, können Sturmfluten hoch auflaufen und weite Küstengebiete überschwemmen. Bei katastrophalen Überschwemmungen waren 1998 rund 15 Millionen Menschen, 2004 sogar 36 Millionen betroffen, fast ein Drittel der Bevölkerung des Landes. Rund 200 Menschen starben in den Fluten, als der Zyklon Aila 2010 auf die Küsten von Indien und Bangladesch traf.

Durch Bewegungen der Erdplatten sinkt Bangladesch leicht ab, so dass der Meeresspiegel relativ gesehen noch stärker ansteigt. Selbst Deiche könnten Bangladesch nur begrenzt sichern: Wenn ein Taifun zu Überflutungen durch das Meer führt und gleichzeitig Starkregen im Himalaya Überschwemmungen der Flüsse auslösen, kann der Hochwasserpegel leicht auf fünf Meter und mehr steigen und dann bis zu 86 Prozent des Landes überfluten.

Einer Studie der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) zufolge wird Bangladeschs Hauptstadt Dhaka bis 2070 zu denjenigen zehn Städten weltweit gehören, die den größten sozialen und wirtschaftlichen Risiken des Klimawandels ausgesetzt sind. Neun dieser Städte liegen in Asien: Kalkutta und Mumbai in Indien, Guangzhou und Shanghai in China, Bangkok in Thailand, Rangun in Myanmar sowie Hai Phòng in Vietnam. Angesichts globaler wirtschaftlicher Verflechtungen treffen derartige Risiken schnell auch Deutschland: Die Überschwemmungen 2011 in Thailand haben den Großraum Bangkok besonders stark betroffen und zu weltweiten Lieferengpässen in der Automobil-, Elektro- und auch Computerindustrie geführt.

Niederlande – Mit dem Wasser leben

Der Anstieg des Meeresspiegels stellt auch die Niederlande vor große Herausforderungen. Hinzu kommt die Gefahr einer „Flut von hinten“, denn durch den Klimawandel führen auch die Flüsse mehr Wasser mit sich. Das Land begegnet den Veränderungen mit einem umfassenden Wasserschutzmanagement. Deicherhöhungen, Schleusen und Pumpsysteme gehören ebenso dazu wie Flusserweiterungen, Renaturierungen und die Möglichkeit zu gezielten Überflutungen in unbesiedelten Gebieten. „Leven met water“ lautet die Strategie. Dafür werden Milliarden Euro ausgegeben – Summen, die sich ein armes Land wie Bangladesch nicht leisten kann.



Foto: Ralph Goldmann

Das Oosterschelde-Sturmflutwehr ist Teil der Deltawerke, die hauptsächlich in der niederländischen Provinz Zeeland vor Sturmfluten und Hochwasser schützen sollen. Die gesamte Sperranlage ist neun Kilometer lang.

Wärmeres Wasser, stärkere Stürme

Extreme Wetterereignisse häufen sich



Foto: Dennis M. Sabangan

Die philippinische Stadt Tacloban nach dem Taifun Haiyan

Eine weitere, ebenso gefährliche Folge des Klimawandels sind zunehmende Stürme. Denn mit der Erwärmung der Ozeane steigt noch mehr Wasserdampf in die Tiefdrucksysteme auf. Wenn dieser Wasserdampf nahe dem Zentrum des Wirbelsturms kondensiert, wird weitere Energie freigesetzt, die den Wirbelsturm zusätzlich antreibt. Trotz der normalen Schwankungen liegen in Asien seit einigen Jahren die Zahl und Intensität der tropischen Wirbelstürme deutlich über dem Langzeitdurchschnitt. Künftig werden auch Australien, Mittelamerika und die Südstaaten der USA mit erhöhten Risiken durch Wirbelstürme rechnen müssen.

Ein Beispiel für die verheerende Wirkung von Wirbelstürmen ist der Supertaifun Haiyan: Am Abend des 7. November 2013 erreichte er mit einer Geschwindigkeit von mehr als 300 Stundenkilometern die Philippinen. Zwei Gründe waren verantwortlich für die enorme Zerstörungskraft des tropischen Wirbelsturms: Eine ungewöhnlich mächtige und warme Wasserschicht unterhalb der Meeresoberfläche mit Temperaturen von mehr als 26 Grad Celsius sowie in Richtung und Stärke sehr ähnliche Windströmungen von der Meeresoberfläche bis in große Höhen.

Haiyan überquerte die Philippinen mit ungebremster Kraft. Mit dem Taifun erreichte eine bis zu sechs Meter hohe Sturmflut die Inseln Samar und Leyte und drang bis zu einem Kilometer ins Land vor. Dann brachten Regenfälle innerhalb einer Woche Niederschlagsmengen, wie sie in ganz Nordrhein-Westfalen normalerweise in einem halben Jahr fallen.

Die Bilanz: Allein auf den Philippinen etwa 11,3 Millionen Betroffene, mehr als 6.000 Todesopfer, rund 27.000 Verletzte, fast 1.700 Vermisste, etwa 600.000 zerstörte und mehr als 1,2 Millionen beschädigte Häuser. Selbst größere Schiffe wurden an Land geworfen oder zerstört. Auf den Philippinen beliefen sich die direkten Schäden auf etwa 9,7 Milliarden US-Dollar, von denen nur rund sieben Prozent versichert waren.

Zum Vergleich: Als im Juli 2013 das Sturmtief Andreas heftige Winde schickte und Hagelkörner mit einem Durchmesser von bis zu 14 Zentimetern auf Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Baden-Württemberg prasseln ließ, waren fast 80 Prozent der Schäden versichert. Somit blieb das mit einer Summe von rund 3,6 Milliarden Euro weltweit schadensträchtigste Hagelereignis im Jahr 2013 ohne spürbare Konsequenzen für die deutsche Volkswirtschaft. Die Philippinen dagegen werden noch Jahre unter den wirtschaftlichen und sozialen Folgen von Haiyan leiden.

Mehr Hitze und Dürren

Auswirkungen der Trockenheit

Die Weltbank schlägt Alarm: Ihrem 2013 veröffentlichten Bericht zu den Risiken des Klimawandels zufolge werden im südlichen Afrika bis zum Jahr 2030 rund 40 Prozent der Fläche, auf der heute noch Mais angebaut wird, dafür zu trocken sein. Dadurch könnte die Zahl der unterernährten Menschen in der Region bis zum Jahr 2050 um 90 Prozent ansteigen. Die prognostizierten Veränderungen des Monsuns würden laut Weltbank-Studie zu deutlich mehr Überflutungen bei gleichzeitig längeren und härteren Dürreperioden führen.

Übertriebene Panikmache? Keineswegs. Auf einer Sitzung des UN-Übereinkommens zur Bekämpfung der Wüstenbildung (UNCCD) im April 2013 in Bonn wurde bekannt, dass sich Wüstengebiete und Bodenerosion in 168 Ländern ausbreiten. Zuvor war man davon ausgegangen, dass „lediglich“ 110 Staaten von Desertifikation (Ausweitung von Wüstengebieten) und Degradation (gravierende Verschlechterung der Bodenqualität) betroffen sind.

Diese gefährliche Entwicklung hat weitreichende ökonomische Konsequenzen: So verliert die Weltgemeinschaft bis zu fünf Prozent des globalen landwirtschaftlichen Bruttoinlandsproduktes, in afrikanischen Ländern sogar bis zu zwölf Prozent. Die weltweite Degradation und Desertifikation kosten die internationale Gemeinschaft pro Jahr rund 490 Milliarden US-Dollar – Maßnahmen zur Prävention wären nach Ansicht der UNCCD deutlich günstiger.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Bonner Konferenz betonten die große Bedeutung intakter Böden für den Klimahaushalt der Atmosphäre. Weltweit speichern Böden, also die oberste Erdkruste, rund vier Billionen Tonnen Kohlenstoff. Wenn sich die Bodendegradation fortsetzt, gelangt immer mehr davon in die Atmosphäre und verstärkt den Klimawandel.

Westafrika: immer weniger Regen

In Westafrika ist im letzten Jahrhundert der Temperaturanstieg mit einem Plus von bis zu 2,5 Grad Celsius überdurchschnittlich hoch ausgefallen. Das Jahr 2013 war nach 2010 das zweitheißeste, seitdem regelmäßig Klimadaten erfasst werden. Seit den 70er-Jahren liegen die Niederschläge mit nur wenigen Ausnahmen deutlich unter dem Mittelwert des 20. Jahrhunderts. Dies trifft die mehr als 300 Millionen Menschen in der Sahelzone besonders hart: Nahezu zwei Drittel von ihnen leben auf dem Land und sind dort fast vollständig vom Regenfeldbau abhängig. Ernteausfälle in Folge von Dürren führen daher immer wieder zu Hungersnöten. Die Region ist damit für Veränderungen durch den globalen Klimawandel besonders anfällig und Armutsprobleme werden verschärft.

Der Afrikanische Monsun, der die Sahelzone mit Regen versorgt, unterliegt natürlichen Schwankungen, die aber immer stärker überlagert werden: Die Erwärmung des Meeres vor Westafrika führt zu geringeren Temperaturunterschieden zwischen Meer und Land. Dadurch wird der Monsun schwächer und verlagert sich weiter nach Süden. Im Sahel geht mit zunehmender Trockenheit die ohnehin spärliche Vegetation weiter zurück. Weniger Feuchtigkeit kann verdunsten, das reduziert die Wolkenbildung, so dass noch weniger Regen fällt



Der Tschadsee, früher der sechstgrößte See der Welt, ist auf einen Bruchteil seiner ursprünglichen Fläche geschrumpft.

- Wasser
- Früherer Uferverlauf
- Vegetation

Es trifft alle

Der Klimabericht 2013 der US-Regierung, das National Climate Assessment, konstatiert für den Südwesten der USA eine ungewöhnlich lange Trockenperiode mit schweren Dürren, die beispiellos seien seit dem Beginn der offiziellen Aufzeichnungen im Jahr 1895. Alle zwölf großen Wasserreservoirs des Südwestens wiesen nur noch einen Pegel von durchschnittlich 60 Prozent ihrer Aufnahmekapazität auf.

Die Autoren des National Climate Assessment gehen davon aus, dass der Klimawandel in der Region längst eingesetzt hat. Die Periode seit 1950 war heißer als jede vergleichbar lange Periode in den vergangenen 600 Jahren, das erste Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts brachte die höchsten Durchschnittstemperaturen seit Beginn der systematischen Wetterbeobachtung.

Eine Folge der Hitze sind Großfeuer. Sie erfassen mittlerweile Flächen, die um 650 Prozent größer sind als noch in den 70er-Jahren. Die US-Regierung befürchtet, dass eine verlässliche Wasserversorgung für die Städte, das Ökosystem und die Landwirtschaft im Südwesten der USA nur noch schwer zu gewährleisten ist.

Auch in Teilen Europas nehmen Dürreperioden und Hitze zu. Mehrere zehntausend Menschen starben durch extreme Hitzewellen 2003 in Westeuropa und 2010 in Russland. Die Trockenheit und hitzebedingte Feuer verursachten in Russland hohe Ernteeinbußen und wirtschaftliche Verluste in Milliardenhöhe. Es wird erwartet, dass die Gegensätze zwischen den Niederschlägen in trockenen und feuchten Regionen zukünftig weiter zunehmen werden. In Europa wird insbesondere der Mittelmeerraum von einer überdurchschnittlich hohen Erwärmung betroffen sein. Anhaltende Trockenheit wird den Wasserbedarf der Landwirtschaft steigern und potenziell zu Nutzungskonflikten führen.



Foto: Helmut Föhlinger

In der Sahelzone Westafrikas sind 19 Millionen Menschen von Hunger bedroht und von Hilfslieferungen abhängig.

Die Natur reagiert

Auswirkungen des Klimawandels in NRW

Das Klima in Nordrhein-Westfalen ist überwiegend maritim geprägt. Die Sommer sind mäßig warm, die Winter eher mild. Doch das Klima in NRW ändert sich: In den letzten 130 Jahren ist die jährliche Durchschnittstemperatur von 8,3 auf 9,6 Grad Celsius gestiegen, die Frosttage sind seltener und die heißen Sommertage häufiger geworden. Die Niederschläge haben im selben Zeitraum um rund 15 Prozent zugenommen, und zwar von rund 790 Millimeter pro Jahr auf über 900 Millimeter.

Der Temperaturanstieg in Nordrhein-Westfalen verläuft nicht kontinuierlich. Vom Anfang des 20. Jahrhunderts bis zum Ende der 1940er-Jahre war eine

Phase schwacher Erwärmung. Anschließend blieben die Temperaturen beinahe konstant, aber seit Beginn der 1980er-Jahre erwärmen sie sich deutlich stärker als in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Während der lineare Erwärmungstrend zwischen 1881 und 2010 bei 0,1 Grad pro Jahrzehnt lag, so war dieser über die vergangenen 30 Jahre mit 0,3 Grad Celsius dreimal so hoch.

Das spiegelt sich in den Wassertemperaturen wider. Die durchschnittliche Temperatur des Rheins hat an der Messstation Kleve-Bimmen seit 1978 um mehr als 1,2 Grad Celsius zugenommen. Diese Erwärmung sowie längere Trockenperioden könnten den Betrieb von Kraftwerken, die auf Kühlwasser aus Flüssen angewiesen sind, langfristig erschweren.

Auch Extremwetterereignisse führen zu enormen wirtschaftlichen Belastungen: So richtete der Orkan „Kyrill“ im Januar 2007 in den Wäldern Nordrhein-Westfalens Schäden von über 1,5 Milliarden Euro an. Und der Sturm „Ela“, der am Pfingstwochenende des Jahres 2014 vor allem in Städten wie Düsseldorf, Essen und Duisburg wütete, kostete die Versicherer rund 650 Millionen Euro.

Flora und Fauna ändern sich

Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Nordrhein-Westfalen bei Tieren und Pflanzen deutlich zu beobachten. So beginnt die Apfelblüte aufgrund der gestiegenen Temperaturen rund elf Tage früher als noch vor 100 Jahren. Die an kühle, feuchte Lebensbedingungen angepasste Fichte ist mit einem Flächenanteil von rund 30 Prozent die dominierende Baumart in NRW und ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Mit ihren flachen Wurzeln ist sie durch lange Trockenperioden oder heftige Stürme besonders bedroht. Dagegen weiten wärmeliebende Baumarten wie Robinie oder Esskastanie ihr Verbreitungsgebiet aus.

Vögel wie die Bachstelze oder der Kiebitz, die es früher im Winterhalbjahr in wärmere Gefilde zog, bleiben angesichts der milden Temperaturen immer häufiger hier. Langzeituntersuchungen des Zugverhaltens verschiedener Vogelarten in den Rieselfeldern bei Münster haben ergeben, dass sich der Aufbruch in den Süden um maximal sieben Tage nach hinten verlagert hat und die Rückkehr um bis zu fünf Tage früher erfolgt.



Foto: picture alliance

11. Juni 2014 – Sturmtief Ela hat große Schäden im Ruhrgebiet hinterlassen.

Gleichzeitig wandern Wärme liebende Arten nach Nordrhein-Westfalen ein. Zu ihnen gehören Schrecken wie das Weinhähnchen oder die Mittelmeer-Eichenschrecke, Spinnen wie der giftige Ammen-Dornfinger und die Wespenspinne oder Libellen wie die Südliche Mosaikjungfer und die Feuerlibelle. Immer häufiger werden Kolibribeobachtungen gemeldet – ein Irrtum, denn es handelt sich um das Taubenschwänzchen. Dieser Wanderfalter mit einem dem Kolibri vergleichbaren schwirrenden Flug stammt aus dem Mittelmeerraum. Der in Südeuropa beheimatete Bienenfresser, mit seinem türkis-schillernden Federkleid eine echte Attraktion, brütet mittlerweile bei uns, und für Experten ist es nur eine Frage der Zeit, bis auch die Gottesanbeterin in Nordrhein-Westfalen anzutreffen sein wird.

Solche Arealverschiebungen können funktionierende Ökosysteme unter Druck setzen. So wandert der ursprünglich aus Nordamerika stammende und zunächst in Süddeutschland vorkommende Ochsenfrosch über die Rheinschiene nach Nordrhein-Westfalen und gefährdet als ein großer und gefräßiger Räuber heimische Amphibienarten.

Allergiker leiden zunehmend unter der Beifuß-Ambrosie, die Heuschnupfen und schweres Asthma auslösen kann und durch ihre späte Blüte die Gesundheit bis in den Herbst hinein beeinträchtigt.

Das Institut für Landschaftsökologie an der Universität Münster hat untersucht, wie sich der Klimawandel auf rund 1.200 Tier-, 1.900 Pflanzenarten und 48 Lebensräume in NRW auswirkt. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass langfristig vor allem Arten des höheren Berglandes und Bewohner von Feuchtlebensräumen durch die Klimaveränderungen beeinträchtigt werden. Dagegen könnten sich Wärme liebende Arten aus der Gruppe der Reptilien und der Heuschrecken sowie einzelne Orchideenarten ausbreiten oder neu in Nordrhein-Westfalen ansiedeln.



Foto: Robert Bozski

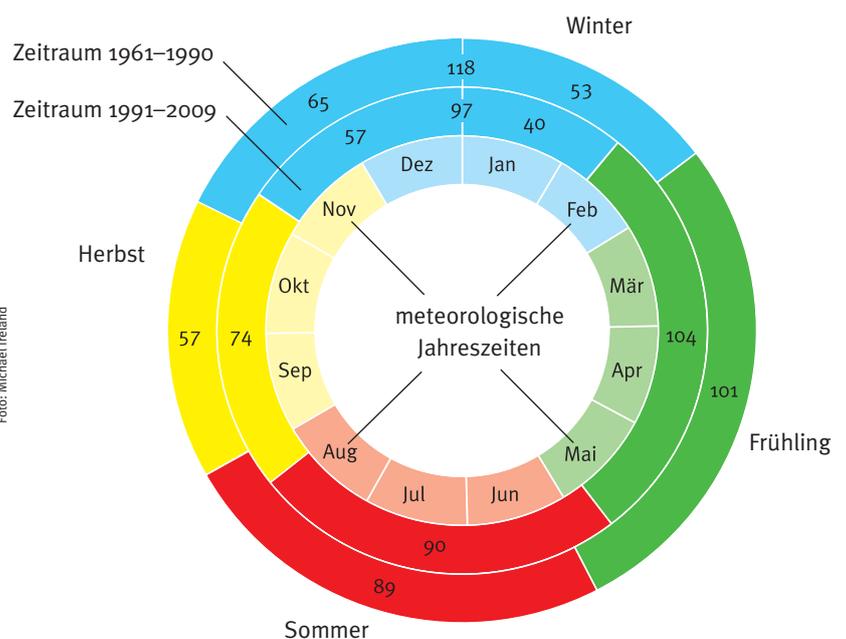
Der giftige Ammen-Dornfinger



Foto: Michael Ireland

Ochsenfrosch

Phänologische Jahreszeiten in NRW



Vergleich der Klima-Normalperiode 1961 bis 1990 mit der Periode 1991 bis 2009 (Grundlage: Daten des deutschen Wetterdienstes)
© LANUV NRW

Eile ist geboten

Politische Aktivitäten zu Klimaschutz und Anpassung

International

Der Weltgipfel von Rio im Jahr 1992 gilt als der Ausgangspunkt globaler Bemühungen um den Schutz des Weltklimas. Damals hat sich die internationale Staatengemeinschaft mit der UN-Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change) das Ziel gesetzt, die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, das gefährliche, vom Menschen verursachte Störungen im Klimasystem ausschließt. Dies sollte innerhalb eines Zeitraumes geschehen, der Ökosystemen die natürliche Anpassung an klimatische Veränderungen erlaubt. Alle Staaten sollten dazu gemäß ihrer gemeinsamen Verantwortung und ihrer unterschiedlichen Kapazitäten beitragen.

Auf der dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention (Conference of the Parties, COP 3) 1997 wurde das Kyoto-Protokoll verabschiedet. Seine zentrale Aussagen sind: Die Industrieländer müssen ihre jährlichen Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008–2012 im Vergleich zu 1990 um durchschnittlich mindestens fünf Prozent verringern. Für den Klimaschutz sind alle Nationen gemeinsam verantwortlich, jedoch in unterschiedlicher Weise. Die Industrieländer sollen als Hauptverursacher die führende Rolle und den größten Teil der finanziellen Last übernehmen. Ausdrücklich erkennt die Konvention das Recht der ärmeren Länder auf Entwicklung und auch auf einen steigenden Energieverbrauch an. 191 Staaten haben das Kyoto-Protokoll bis heute ratifiziert. Dazu gehören alle EU-Mitgliedstaaten sowie wichtige Schwellenländer wie Brasilien, China und Südkorea. Die USA haben das Protokoll nicht ratifiziert, Kanada ist im Jahr 2013 ausgetreten.

Die EU-Mitgliedstaaten verpflichteten sich für die erste Periode zu einer Reduzierung ihrer Emissionen um insgesamt acht Prozent. Dieses Gesamtziel wurde auf die damals noch 15 Mitgliedstaaten aufgeteilt, wobei auf Deutschland eine Reduzierung von 21 Prozent entfiel. Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur haben die EU-Staaten ihre Verpflichtung für den Zeitraum 2008–2012 mit einer Reduzierung von durchschnittlich 12,2 Prozent gegenüber 1990 mehr als erfüllt. Ebenso Deutschland, das seine Emissionen um 23,6 Prozent reduzierte. Der globale Trend ging allerdings in die andere Richtung, bis 2010 stieg der weltweite Treibhausgasausstoß um rund 29 Prozent gegenüber 1990 an. Verantwortlich dafür waren, neben einigen Industrienationen, vor allem sich rasch entwickelnde Schwellenländer wie China und Indien.

Auf der Weltklimakonferenz 2012 in Doha verständigten sich die Vertragsstaaten darauf, das Kyoto-Protokoll bis 2020 zu verlängern und ihre Emissionen bis dahin um 18 Prozent gegenüber 1990 zu mindern (die EU um 20 Prozent). Da Neuseeland, Japan und Russland aus der zweiten Verpflichtungsperiode ausgestiegen sind, belaufen sich die CO₂-Emissionen der Teilnehmerstaaten auf nicht einmal 15 Prozent der globalen Emissionen. Für den Zeitraum nach 2020 ist ein neues Abkommen vorgesehen, das alle Staaten zu einem angemessenen Beitrag zum internationalen Klimaschutz verpflichtet. Dieses Abkommen soll Ende 2015 auf der Klimakonferenz in Paris beschlossen werden.

Kritiker zweifeln mittlerweile am Sinn dieser globalen Klimaverhandlungen, da die immer gleichen Konfliktlinien bislang nicht überwunden werden konnten. Schwellenländer wie China – mittlerweile der weltweit größte CO₂-Emittent – und Indien verlangen von den Industrieländern, mehr Verantwortung zu übernehmen und größere Lasten bei der Reduzierung der Emissionen und der Finanzierung zu tragen. Dagegen wehren sich die EU und die USA.

Klimaschutz-Index

Der Klimaschutz-Index von Germanwatch umfasst die 58 Länder mit den weltweit größten CO₂-Emissionen, die zusammen für mehr als 90 Prozent des globalen Ausstoßes verantwortlich sind. Bewertet werden das Emissionsniveau (30 Prozent), die Entwicklung der Emissionen (30 Prozent), der Ausbau der erneuerbaren Energien (10 Prozent), die Energieeffizienz (10 Prozent) sowie der Beitrag zur Klimapolitik. 2014 blieben, wie schon in den Vorjahren, die ersten drei Plätze unbesetzt, da nach Ansicht von Germanwatch kein Land genug gegen den Klimawandel unternimmt. Rang vier belegte Dänemark, gefolgt von Schweden, Großbritannien, Portugal und Zypern.

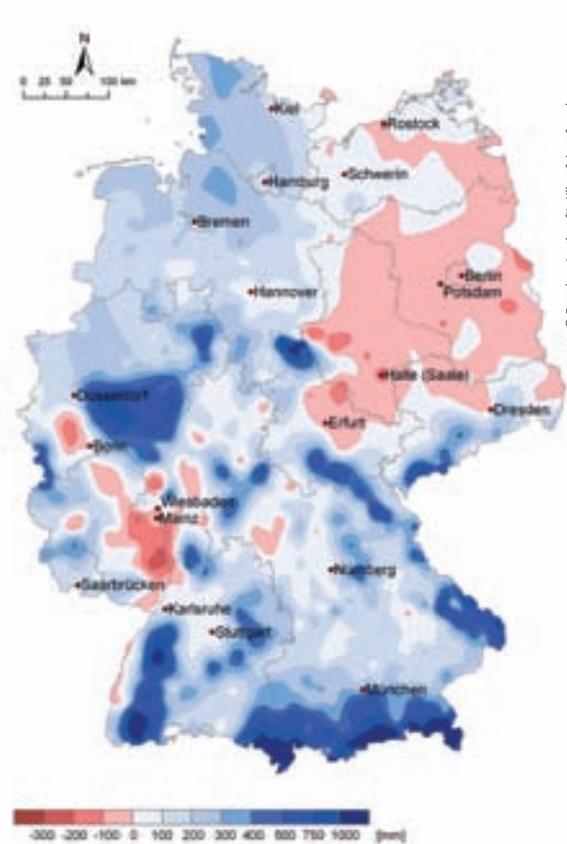
Deutschland

Deutschland sieht sich als Vorreiter im internationalen Klimaschutz und hat sich ehrgeizige Ziele gesetzt. Die klimaschädlichen Emissionen sollen gegenüber 1990 bis 2020 um 40 Prozent, bis 2030 um 55 Prozent, bis 2040 um 70 Prozent und schließlich bis 2050 um bis zu 95 Prozent sinken. Doch die Umsetzung stockt, kritisiert die Umweltorganisation Germanwatch in ihrem jährlich aufgelegten, weltweiten Klimaschutz-Index. Nachdem Deutschland in den Jahren 2005 bis 2013 immer einen Platz unter den Top Ten belegen konnte, wurde es 2014 nur auf Platz 22 eingestuft. Verantwortlich dafür sind laut Germanwatch vor allem der starke Anstieg der Kohleverstromung sowie der langsamere Ausbau der erneuerbaren Energien.

Um das Ziel der 40-Prozent-Reduzierung bis 2020 erreichen zu können, hat die Bundesregierung Ende 2014 das Aktionsprogramm „Klimaschutz 2020“ beschlossen. Zu den Maßnahmen gehören die Reduzierung des Energieverbrauchs durch energetische Sanierungen und bessere Dämmung, Reduktionsvorgaben für die Betreiber von Kraftwerken sowie steuerliche Anreize für die gewerbliche Nutzung von Elektroautos. Nach Angaben der Bundesregierung sollen mit dem Programm insgesamt bis zu 78 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden. Ohne die zusätzlichen Maßnahmen würde aktuellen Projektionen zufolge das 40-Prozent-Ziel um 5 bis 8 Prozentpunkte verfehlt.



Differenzen der Jahresmittel der Lufttemperatur in Deutschland zwischen den Perioden 2001–2010 und 1901–1910



Mittlere Jahressumme der klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag minus potenzielle Verdunstung) 2001–2010

© Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

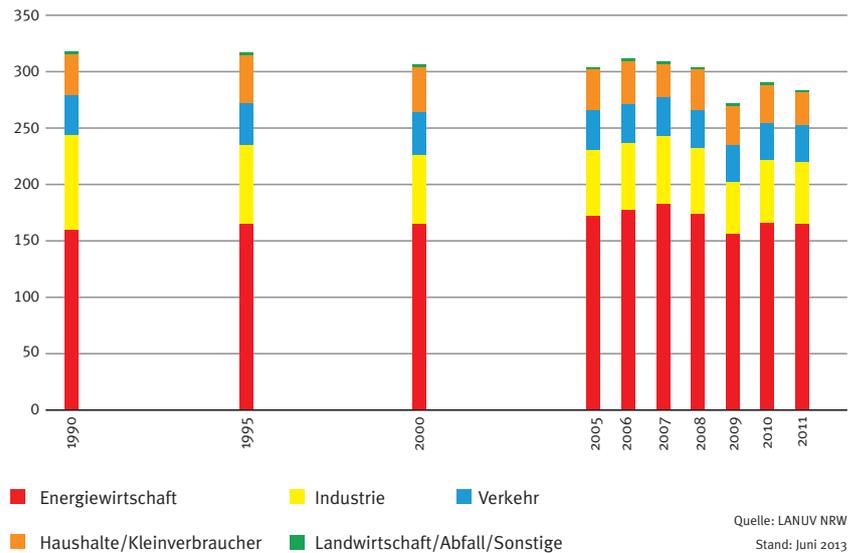
Nordrhein-Westfalen

In Nordrhein-Westfalen werden etwa 30 Prozent des bundesweit benötigten Stroms produziert, ein Drittel der in Deutschland entstehenden Treibhausgase emittiert und rund 40 Prozent des deutschen Industriestroms verbraucht. Energiequellen sind vor allem Kohle und Gas – die erneuerbaren Energien spielen bislang nur eine untergeordnete Rolle. Ihr Anteil am gesamten Stromverbrauch des Landes steigt langsam – von sieben Prozent im Jahr 2009 über knapp neun Prozent 2011 bis zu über zehn Prozent Mitte des Jahres 2014.

Im Januar 2013 hat Nordrhein-Westfalen als erstes Bundesland ein Klimaschutzgesetz mit klaren Zielen zur Emissionsminderung verabschiedet. Der Ausstoß schädlicher Treibhausgase soll bis zum Jahr 2020 um mindestens 25 Prozent und bis 2050 um mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 verringert werden. Um diese Ziele zu erreichen, hat die Landesregierung eine Reihe von Programmen und Projekten initiiert. Mit dem Klimaschutz-Start-Programm investiert sie mehrere hundert Millionen Euro in eine zukunftsfähige Energiepolitik. Den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, also einer effizienten und klimaschonenden Produktion von Energie und Wärme, fördert das Umweltministerium mit einem 250 Millionen Euro schweren Impulsprogramm. Kommunen erhalten Unterstützung durch Finanzierungen und Beratungsangebote, zum Beispiel bietet das Online-Handbuch „Kommunaler Klimaschutz“ (www.energieagentur.nrw.de) Anregungen zum Klimaschutz und zur Umsetzung der Energiewende vor Ort.

Co2-Emissionen nach Sektoren in NRW

Mio. t pro Jahr



Zentrales Instrument der Klimaschutzpolitik in NRW ist der Klimaschutzplan, der konkrete Einzelmaßnahmen zu Klimaschutz und Klimafolgenanpassung festlegt, mit denen die verbindlichen Ziele erreicht werden sollen. Er wird zurzeit in einem der größten Dialog- und Beteiligungsverfahren, die bisher in Deutschland stattgefunden haben, erarbeitet. Mehr als 400 Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Verwaltung, Wissenschaft und Zivilgesellschaft hatten 2013 rund 360 Maßnahmenvorschläge entwickelt, wie die Klimaschutzziele Nordrhein-Westfalens realisiert werden können und wie sich das Land an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels anpassen kann. Bis zum 31. März 2014 konnten alle Bürgerinnen und Bürger die Maßnahmenvorschläge online kommentieren und so an der Erstellung des Klimaschutzplans mitwirken. Jetzt liegen konkrete Empfehlungen vor, auf deren Basis die Landesregierung eine erste Version des Klimaschutzplans erarbeiten und dem Landtag zur Beschlussfassung vorlegen wird. Nach fünf Jahren soll die Umsetzung aller Maßnahmen überprüft, angepasst und – wenn nötig – ergänzt werden.

❖ Ausführliche Informationen zur Klimapolitik der Landesregierung unter www.klimawandel.nrw.de und www.klimaschutz.nrw.de

NRW: Anpassung an den Klimawandel

Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) hat im Auftrag des Landesumweltministeriums untersucht, wie sich acht ausgewählte Sektoren und fünf Regionen in NRW aufgrund des Klimawandels verändern könnten. Diese Veränderungen müssen nicht nur negativ sein: So gehen die Wissenschaftler davon aus, dass längere Vegetationsperioden zu höheren Erträgen in der Landwirtschaft führen werden. Allerdings könnte durch die zunehmende Zahl von Starkregenereignissen die Bodenerosion zunehmen.

Die größten Probleme werden im Gesundheitssektor erwartet. Vor allem ältere und geschwächte Menschen seien durch höhere Temperaturen und durch von Mücken oder Zecken übertragene Krankheiten gefährdet. Auch den sicheren Betrieb industrieller Großanlagen in den Ballungszentren an Rhein und Ruhr beschreiben die Potsdamer Forscher angesichts von Sturm, Starkregen und Hochwasser als eine zentrale Herausforderung.

Für die höher gelegenen Regionen Nordrhein- Westfalens, wie das Sauerland oder die Eifel, erwarten die Autoren der Studie einen Rückgang der Schneetage und damit einen Strukturwandel im Wintertourismus. Durch den prognostizierten Rückgang der Niederschläge im Sommer könnten Feuchtlebensräume wie Moore und Sumpfwälder unter Druck geraten. Die Klimaprojektionen für das Westfälische Tiefland oder die Niederrheinische Bucht verweisen auf den ohnehin schon durch landwirtschaftliche Einträge bedrohten Zustand des Grundwassers, der sich durch längere Trockenperioden noch verschärfen könnte.

Auf Basis der PIK-Studie hat die Landesregierung eine Strategie zur Anpassung an den Klimawandel erarbeitet, die Bestandteil des nordrhein-westfälischen Klimaschutzplans ist. Derzeit existieren rund 40 Einzelprojekte, von wissenschaftlichen Studien zu einzelnen Themenbereichen über einen Wettbewerb für klimafreundliche Kommunen bis hin zu schulischen und außerschulischen Lernmaterialien.

DerKlimaDiskurs.NRW

Der 2013 gegründete Verein KlimaDiskurs.NRW bietet Vertretern von Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Politik eine Dialogplattform zu wichtigen klima- und energiepolitischen Fragen. Mit diesem Netzwerk soll der Klimaschutz in NRW durch gemeinsames Handeln der relevanten Akteure befördert werden. Der KlimaDiskurs.NRW organisiert große öffentliche Veranstaltungen, lädt aber auch zu Workshops und vertraulichen Gesprächen im kleinen Kreis ein, in denen die unterschiedlichen Interessen der beteiligten Gruppen offen diskutiert werden. Initiiert wurde der Verein vom BUND NRW, vom Institut für Kirche und Gesellschaft der Evangelischen Kirche von Westfalen, von der Landesarbeitsgemeinschaft Agenda 21 NRW, dem NABU NRW sowie der Verbraucherzentrale NRW. Zu seinen Mitgliedern zählen Unternehmen, Gewerkschaften und unterschiedlichste Verbände. Die Stiftung Mercator und die Stiftung Umwelt und Entwicklung Nordrhein-Westfalen fördern den KlimaDiskurs.NRW mit insgesamt 1,2 Millionen Euro.

➔ Weitere Informationen unter www.klimadiskurs-nrw.de



Foto: Gero Breiber

Am 19. September 2003 erreichte der Rheinpegel in Düsseldorf mit 65 cm einen historischen Tiefstand.

Hilfe von der Natur

Emissionsreduzierung durch erneuerbare Energien

Ein zentraler Bestandteil der deutschen Klimaschutzstrategie ist der Ausbau der erneuerbaren Energien. Das entscheidende Instrument für dieses Vorhaben ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG), das im Jahr 2000 in Kraft getreten ist. Ziel des EEG war und ist es, neue Technologien wie Wind- und Sonnenenergie zu fördern und ihre Rolle auf dem Strommarkt zu stärken.

Das Gesetz verpflichtet die Netzbetreiber, Strom aus regenerativen Quellen abzunehmen und vorrangig ins Netz einzuspeisen. Der Erzeugern sichert es über 20 Jahre einen festgelegten Vergütungssatz. Die Höhe dieser Einspeisevergütung richtet sich nach der Art der

Stromerzeugung, nach dem Standort und der Anlagengröße. Die Differenz zwischen dem am Markt erzielten Strompreis und dem garantierten Vergütungssatz wird über die EEG-Umlage ausgeglichen. 2013 lag sie bei 5,27 Cent pro Kilowattstunde, 2014 bei 6,24 Cent.

Die kontinuierlich steigende EEG-Umlage wird vor allem von den Individualverbrauchern gezahlt. Denn energieintensive Unternehmen können sich bislang aus Wettbewerbsgründen von der EEG-Umlage befreien lassen. 2014 nutzten mehr als 2.000 Unternehmen diese Möglichkeit.

Kritik am Ausbau der erneuerbaren Energien

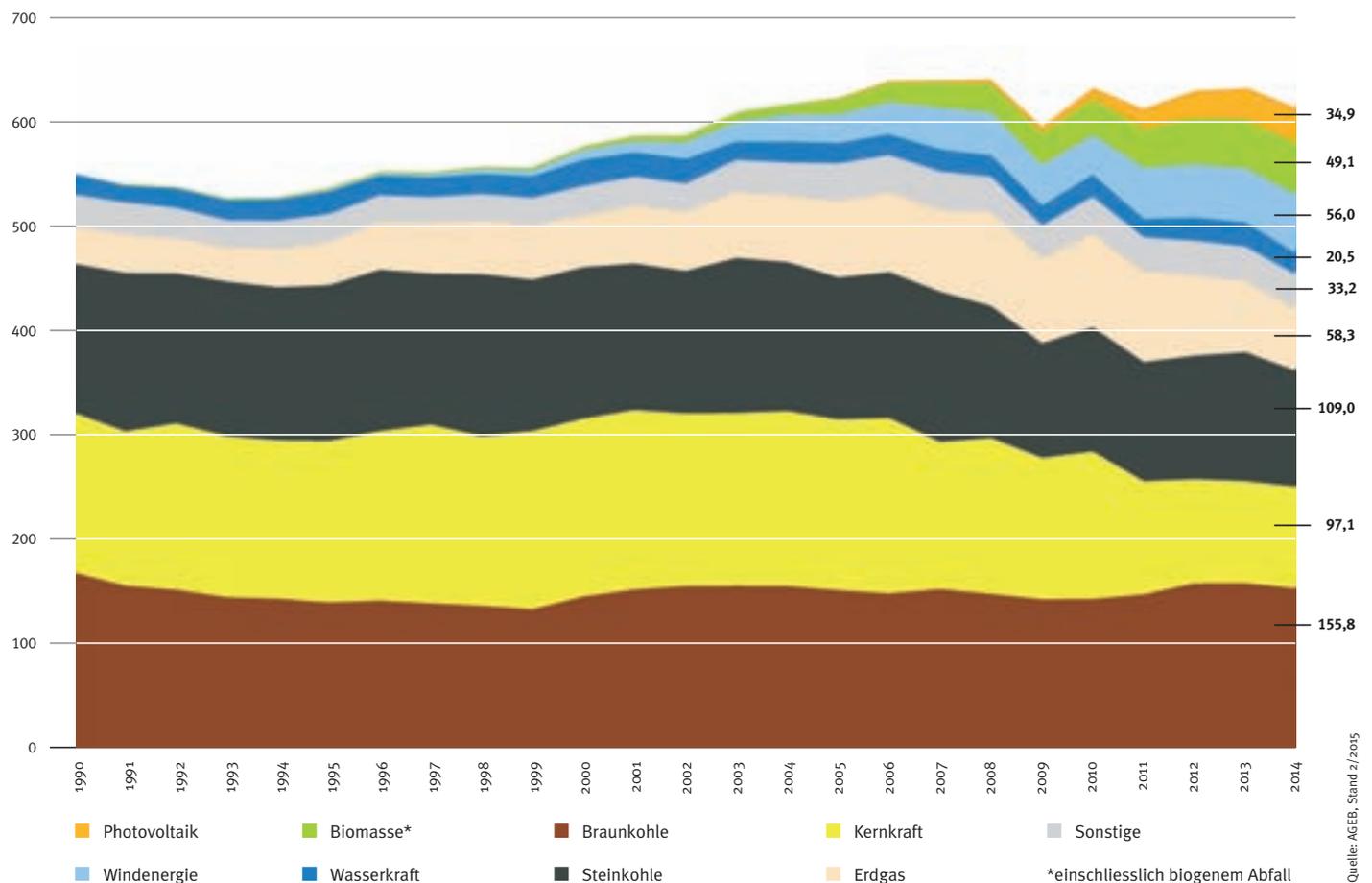
Nach einer repräsentativen Umfrage des Meinungsforschungsinstituts TNS Emnid aus dem Oktober 2014 halten 92 Prozent der Bundesbürger den Ausbau der erneuerbaren Energien für wichtig. Diese Unterstützung schwindet jedoch, je direkter die Menschen vom Ausbau betroffen sind. Überall im Land protestieren Bürgerinitiativen gegen neue Windkraftanlagen, Stromleitungen oder Speicherwerke. Auch viele Naturschützer sind zwar prinzipiell für besseren Klimaschutz durch regenerative Energien, befürchten jedoch Probleme für Arten und Lebensräume, etwa wenn Stromtrassen Waldgebiete zerschneiden oder Windräder in der Nähe von Brutplätzen gefährdeter Vogelarten errichtet werden.



Foto: VRD/fotolia

Stromerzeugung in Deutschland 1990–2014

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Milliarden Kilowattstunden



Mit der EEG-Reform 2014 sollen der weitere Kostenanstieg gebremst, der Ausbau systematischer gesteuert und die erneuerbaren Energien marktfähiger gemacht werden. Dazu gehören verbindlich festgelegte Ausbaukorridore für die einzelnen Energieträger:

- ❖ Solarenergie jährlich 2.500 Megawatt,
- ❖ Windenergie an Land jährlich 2.500 Megawatt,
- ❖ Offshore-Windenergie insgesamt 6.500 Megawatt bis 2020 und 15.000 Megawatt bis 2030,
- ❖ Biomasse jährlich rund 100 Megawatt.

Im Vergleich der fünf großen Wirtschaftsnationen lag Deutschland beim Ausbau der erneuerbaren Energien Ende 2013 mit einem Anteil von 25,4 Prozent an der gesamten Stromerzeugung vor China (19,2), Frankreich (15,6), Japan (12,7) und den USA (12,5). Dieser Anteil stieg nach Angaben des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft im Jahr 2014 auf 25,8 Prozent. Damit überholten die Erneuerbaren erstmals die Braunkohle als Energieträger mit dem höchsten Anteil im deutschen Strommix. Die wichtigste regenerative Energiequelle zur Stromerzeugung war mit 8,4 Prozent Anteil die Windenergie an Land, vor der Biomasse (8 Prozent), der Photovoltaik (5,8 Prozent), der Wasserkraft (3,4 Prozent) und der Offshore-Windenergie (0,2 Prozent).

Klimaschutz im Alltag

Tipps zum klimaschonenden Verhalten

Die entscheidenden Weichen für den Klimaschutz müssen durch die internationale Politik gestellt werden. Aber auch jeder Einzelne kann und sollte durch sein Verhalten dazu beitragen, den Klimawandel zu begrenzen. Nach Untersuchungen des Bundesumweltamtes verursachten private Haushalte 2012 rund zehn Prozent der Treibhausgasemissionen in Deutschland. Hinzu kamen die Emissionen durch den privaten Stromverbrauch und das Autofahren. Schwer abzuschätzen ist der Anteil, für den wir als Konsumenten beim Treibhausgasausstoß durch Industrie, Handel und Dienstleistungen verantwortlich sind. Sicher ist jedoch, dass wir alle das Klima schützen können – und dabei oft noch Geld sparen. Dazu hier einige Tipps.



Foto: Coloures-pic/fotolia

Energie und Strom

Der Emissionen der privaten Haushalte schwanken deutlich stärker als etwa die der Energiewirtschaft. Ein entscheidender Faktor ist die Witterung und der damit verbundene Heizbedarf. So haben vor allem zwei milde Winter bewirkt, dass 2014 die deutschen Treibhausgasemissionen erstmals seit drei Jahren wieder gesunken sind, um rund 4 Millionen Tonnen. Das entspricht einem Rückgang um 4,3 Prozent im Vergleich zu 2013. Weitere Ursachen für die Senkung sind der höhere Anteil von erneuerbaren Energien (2014: 27 Prozent, 2013: 25 Prozent) und ein geringerer Stromverbrauch.

Was tun?

- ❖ energieeffiziente Geräte verwenden
- ❖ statt Stand-by-Modus Geräte komplett ausschalten
- ❖ Geräte – vor allem Handys, Tablets etc. – länger nutzen und umweltgerecht entsorgen
- ❖ Spül- und Waschmaschinen voll beladen und niedrige Waschttemperaturen einstellen
- ❖ LEDs als Leuchtkörper einsetzen
- ❖ Licht in ungenutzten Räumen ausschalten
- ❖ sparsam heizen: jedes Grad weniger senkt den Energieverbrauch um etwa sechs Prozent
- ❖ kurz und gründlich stoßlüften statt das Fenster „auf Kipp“ stellen
- ❖ Solarenergie- und Photovoltaikanlagen installieren
- ❖ auf Ökostrom umsteigen

Weitere Tipps und Informationen

- ❖ www.energieagentur.nrw.de
Angebot des Landes Nordrhein-Westfalen
- ❖ www.klima-sucht-schutz.de
Kampagne des Bundesumweltministeriums
- ❖ www.ecotopten.de
Empfehlungen des Öko-Instituts zu ökologischen Spitzenprodukten
- ❖ www.ok-power.de
Informationen zu Ökostromanbietern

Mobilität

Der Verkehr war 2012 in Deutschland mit rund 150 Millionen Tonnen CO₂ der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen (beim Luftverkehr wurden nur die innerdeutschen Flüge berücksichtigt). Die Reduzierung der Treibhausgase fällt hier mit knapp 6 Prozent seit 1990 deutlich geringer aus als in anderen Bereichen, zum Beispiel der Industrie (30 Prozent) oder der Energiewirtschaft (18 Prozent). Mehr als 60 Prozent der Treibhausgase, die im Verkehr entstehen, werden durch PKWs verursacht. Zwar verbrauchen Autos heute durchschnittlich weniger Sprit als 1990, aber ihre Anzahl steigt weiterhin und der Trend geht zu schnelleren und schwereren Fahrzeugen.

Was tun?

- Bus und Bahn nutzen
- Car-Sharing und Fahrgemeinschaften statt eigenes Auto
- auf den ersten Kilometern ist der Spritverbrauch extrem hoch, deshalb bei Kurzstrecken zu Fuß gehen oder mit dem Fahrrad fahren
- für längere oder anstrengende Wege lohnt sich der Kauf eines Elektrofahrrads
- beim Autokauf auf niedrigen Spritverbrauch und geringe Schadstoffbelastungen achten
- Flugreisen vermeiden und, wenn es gar nicht anders geht, die CO₂-Emissionen durch freiwillige Abgaben für Klima- und Umweltprojekte kompensieren

Weitere Tipps und Informationen

- www.vz-nrw.de/mobilitaet
Verbraucherzentrale NRW
- www.carsharing.de
Informationen des Bundesverbandes CarSharing
- www.besser-autokaufen.de
Empfehlungen des Verkehrsclubs Deutschland
- www.atmosfair.de
Klimaschutzabgaben für Flug- und Kreuzfahrtpassagiere

Konsum

Rund 15 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen stammen aus der Landwirtschaft – Tendenz steigend. Hinzu kommen etwa weitere 15 Prozent, weil Wälder für die Viehhaltung und den Anbau von Futterpflanzen gerodet werden und damit als CO₂-Senke entfallen. Klimarelevant sind bei Lebensmitteln außerdem die Beheizung von Gewächshäusern und der Transport, vor allem wenn er per Flugzeug erfolgt. Ökologisch bewirtschaftete Böden binden mehr CO₂, außerdem verzichten Bio-Bauern auf energieintensiv erzeugte chemische Dünger und Pflanzenschutzmittel. Dadurch sind die flächenbezogenen CO₂-Emissionen um etwa 60 Prozent niedriger als in der konventionellen Landwirtschaft.

Was tun?

- regionale und saisonale Produkte kaufen, am besten biologisch erzeugte
- weniger Fleisch, vor allem weniger Rindfleisch, essen
- frische Lebensmittel statt Fertiggerichte und Tiefkühlprodukte
- auf Plastiktüten verzichten
- recyceltes Papier benutzen – dessen Produktion erzeugt rund 20 Prozent weniger Treibhausgase als die Herstellung von Frischfaser

Weitere Tipps und Informationen

- www.ecotopten.de
Informationen zu klimafreundlicher Ernährung
- www.zugutfuerdietonne.de
Kampagne gegen Lebensmittelverschwendung
- www.co2online.de
Tipps zum nachhaltigen Konsum
- www.blauer-engel.de
Informationen zu umweltfreundlichen Produkten und Dienstleistungen

Engagement unterstützen

Förderungen unserer Stiftung zum Thema „Klima“

Zivilgesellschaftliches Engagement leistet einen spürbaren Beitrag zum Klimaschutz und ermöglicht ein besseres Verständnis der Zusammenhänge zwischen unserem Lebensstil und unserer Wirtschaftsweise und dem Klimawandel. Unsere Stiftung fördert deshalb gerne Projekte in diesem Themenfeld. Einige Beispiele dazu finden Sie in den folgenden Abschnitten.

Klimabildung – auch für die Jüngsten

Klimaschutz ist zu kompliziert für Kinder? Nein. Das beweisen viele Projekte. Zum Beispiel das Modellprojekt **Kleiner Daumen, große Wirkung. Klimaschutz im Kindergarten** vom **NaturGut Ophoven** in Leverkusen. Im Zentrum steht ein Handbuch, dessen mehr als 120 Bausteine zur spielerischen Umsetzung des Themas Klimaschutz im Kindergarten anregen. Die Erfahrungen aus nationalen und internationalen Klimaschutzprojekten sowie die Resultate mehrerer Expertenworkshops flossen in dieses Handbuch ein, das jetzt die Basis für Fortbildungen von Erzieherinnen und Erziehern liefert. Wir haben das Projekt mit 139.900 Euro gefördert, weitere Informationen unter www.naturgut-ophoven.de.

Ebenfalls unter der Trägerschaft des NaturGuts Ophoven läuft das Projekt **Sterneküche fürs Klima – oder was hat dein tägliches Essen mit dem Klimawandel zu tun?** (Fördersumme 91.969 Euro). Vielen Kindern und Jugendlichen dürfte unbekannt sein, dass auch unsere Ernährungsweise einen erheblichen Einfluss auf das Klima hat. Um dies zu ändern, erweitert das NaturGut sein Kinder- und Jugendmuseum „EnergieStadt“ um fünf neue, interaktive Ausstellungsstationen, entwickelt dazu pädagogische Programme für unterschiedliche Zielgruppen und erarbeitet ein „klimafreundliches“ Kochbuch. Die Energiestadt ist übrigens die erste dauerhafte Klimaausstellung für Kinder und Jugendliche in NRW.



Foto: NaturGut Ophoven

Klimaschutz im Kindergarten



Foto: NaturGut Ophoven

Sterneküche fürs Klima

Energieerzeugung und Mobilität verändern

An Schülerinnen und Schüler ab 13 Jahren richtet sich das Projekt **Fair Future II**, eine Multivisionsschau zur nachhaltigen Ressourcennutzung, die der Verein **Die Multivision** entwickelt hat. Das Konzept des ökologischen Fußabdrucks ist die Basis für eine faszinierende Einführung in die Zusammenhänge von sinnvoller Landnutzung, wirtschaftlichem Wachstum, Klimawandel und sozialer Gerechtigkeit. Um die behandelten Themen besser an den Schulen zu verankern und ein längerfristiges Engagement der Jugendlichen zu fördern, bietet Die Multivision gemeinsam mit dem **Eine Welt Netz NRW** und der **BUNDjugend NRW** verschiedene, von unserer Stiftung geförderte Nachfolgeprojekte an (270.000 Euro, www.multivision.info).

Die Bedeutung des Regenwaldes für den Klimaschutz ist ein Thema des Projektes **Mit Schokolade den Regenwald retten**, das die Tropenwaldstiftung **OroVerde** mit Unterstützung unserer Stiftung durchführt (56.965 Euro, www.regenwald-schuetzen.org). Dazu erarbeitet OroVerde gemeinsam mit außerschulischen Lernstandorten, wie etwa dem Schokoladenmuseum in Köln und dem Botanischen Garten der Universität Bonn, Bildungsmaterialien zu den Auswirkungen des Kakaoanbaus auf das Klima und die biologische Vielfalt im Regenwald, aber auch zu Kinderarbeit, Welthandel und fairem Konsum.

Saerbeck im Münsterland ist eine von zwei offiziellen „Klimakommunen“ des Landes Nordrhein-Westfalen. Das Herzstück der Klimaschutzaktivitäten in Saerbeck ist der Bioenergiepark, mit dessen Hilfe sich die Kommune bis zum Jahr 2030 vollständig aus regenerativen Energiequellen versorgen will. In dem Bioenergiepark wird mit den **Saerbecker Energiewelten** ein von unserer Stiftung geförderter außerschulischer Lernstandort eingerichtet (115.860 Euro, www.klimakommune-saerbeck.de/foerderverein). Dazu werden vorhandene Büro- und Seminarräume mit Möbeln und Technik ausgestattet und Lernmaterialien angeschafft. Außerdem entwickeln mehrere Lehrer ein Bildungskonzept zu den Themenkomplexen Klimawandel, Klimaschutz und Klimaanpassung, erneuerbare Energien und Energiewende, Naturschutz und Artenvielfalt im Bioenergiepark, klimaverträglicher Konsum und nachhaltige Landwirtschaft.

Neben Energie ist auch nachhaltige Mobilität ein wichtiger Baustein für effizienten Klimaschutz, bei dem es allerdings noch einen großen Nachholbedarf gibt: 2013 lag der Anteil des motorisierten Individualverkehrs an allen verkehrsbedingten CO₂-Emissionen in Deutschland bei knapp 60 Prozent. Fahrrad, Bus und Bahn oder die eigenen Füße wären häufig gute Alternativen, aber sie werden zu selten genutzt. Um dies zu ändern, bedarf es der Information und der Beteiligung vieler engagierter Bürger. Dazu leistete der **Förderverein Lokale Agenda 21** in Gelsenkirchen einen Beitrag mit der von unserer Stiftung geförderten Kampagne **Gut gemischt mobil** (90.950 Euro, <http://gutgemischtmobil.de>). In verschiedenen Arbeitsgruppen konnten sich interessierte Gelsenkirchener umfassend mit nachhaltigem Mobilitätsverhalten und notwendigen Infrastrukturanpassungen auseinandersetzen. Geschulte Multiplikatoren brachten die Diskussion um eine nachhaltige Mobilität in die Wohnviertel. Das Projekt wurde durch ein breites Bündnis von Kooperationspartnern vor Ort unterstützt.

Die Gelsenkirchener Erfahrungen nutzt auch das Projekt **GutGemischtMobil** des Vereins **Mobilität-Werk-Stadt** für die Metropole Ruhr (194.220 Euro, <http://mobilitaetwerkstadt.de>). Das städteübergreifende Netzwerk engagiert sich bereits seit 2010 mit Bildungsmaßnahmen, Kampagnen, Projekten und Veranstaltungen für nachhaltige Mobilität inmitten einer dicht besiedelten Industrieregion. Das 1998 gegründete **Forum für Umwelt und gerechte Entwicklung** (FUGe) ist ein Netzwerk von 50 Umwelt- und Eine-Welt-Gruppen sowie Einzelpersonen aus Hamm und der Hellwegregion. Im Rahmen des Projektes **Nachhaltige und klimafreundliche Mobilität in Hamm** (50.000 Euro, www.fuge-hamm.de) wurden die Einwohner mit einer Vielzahl von Informationsveranstaltungen und Materialien dazu animiert, ihr Mobilitätsverhalten und ihre Verkehrsmittelwahl unter gesundheitlichen und ökologischen Gesichtspunkten kritisch zu hinterfragen. Darüber hinaus wurden die Rahmenbedingungen für umweltfreundliche Mobilität in Hamm analysiert, dokumentiert und den politischen Gremien in Hamm als Leitlinie für künftige Entscheidungen vorgelegt. Die Kampagne geht auch nach Ende unserer Förderung weiter, denn die Stadt will den verkehrsbedingten CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2025 um ein Drittel senken.

Weitere Informationen

Internet

Staatliche Institutionen in Deutschland

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit
❖ www.bmub.bund.de

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung
❖ www.bmz.de

Internetangebot zur Nationalen Klimaschutzinitiative
❖ www.klimaschutz.de

Themenseiten „Biodiversität und Klimawandel“
des Bundesamts für Naturschutz
❖ www.bfn.de/0307_klima.html

Umweltbundesamt, Themenseiten Klima und Energie
❖ www.umweltbundesamt.de

CO₂-Rechner des UBA
❖ http://uba.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/page/

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen
❖ www.wbgu.de

Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle
❖ www.de-ipcc.de

Themenseiten der Bundeszentrale für politische Bildung
❖ www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel

Themenseiten des Deutschen Wetterdienstes
❖ www.dwd.de/klimawandel

Themenseiten der Deutschen Gesellschaft
für Internationale Zusammenarbeit
❖ www.giz.de/de/leistungen/250.html

Themenseiten des NRW-Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
❖ www.klimawandel.nrw.de

Informationen zur Klimaschutzpolitik des Landes
Nordrhein-Westfalen
❖ www.klimaatlas.nrw.de, www.klimaschutz.nrw.de

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
❖ www.lanuv.nrw.de

Effizienzagentur NRW
❖ www.ressourceneffizienz.de

Energieagentur NRW
❖ www.energieagentur.nrw.de

Forschungseinrichtungen und Nichtregierungsorganisationen

Alfred-Wegener-Institut/Helmholtz-Zentrum
für Polar- und Meeresforschung
❖ www.awi.de

Internetportal der wesentlichen Akteure der
deutschen Klima- und Klimafolgenforschung
❖ www.deutsches-klima-konsortium.de

Internetportal von 60 Einrichtungen der
deutschen Klimaforschung
❖ www.klimanavigator.de

Internetseiten der Smart Energy for Europe Platform
mit Antworten auf populäre skeptische Argumente
❖ www.klimafakten.de

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
❖ www.pik-potsdam.de

Karten, Grafiken und Szenarien zum Klimawandel in
Deutschland, Projekt von PIK und WetterOnline
Meteorologische Dienstleistungen
❖ <http://klimafolgenonline.com>

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
❖ <http://wupperinst.org/de/home/>

Internetportal der Klima-Allianz, ein Zusammenschluss
von rund 100 Organisationen
❖ www.die-klima-allianz.de

Internetportal von Heinrich-Böll-Stiftung, Oxfam, Brot
für die Welt und Germanwatch zum deutschen Beitrag
zur internationalen Klimafinanzierung
❖ www.deutscheklimafinanzierung.de

Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen
Völkern der Regenwälder
❖ www.klimabuendnis.org

Literatur

Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND)

→ www.bund.net

NRW-Landesverband des BUND

→ www.bund-nrw.de

Naturschutzbund Deutschland (NABU)

→ www.nabu.de

NRW-Landesverband des NABU

→ <https://nrw.nabu.de>

Internationale Institutionen und Organisationen

Weltklimarat/Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

→ www.ipcc.ch

Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen/
United Nations Framework Convention on Climate Change

→ www.unfccc.int

Themenseiten der Organisation für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)

→ www.oecd.org/env/cc/index.htm

Themenseiten der Weltbank

→ www.worldbank.org/en/topic/climatechange

Informationen zur Klimapolitik der Europäischen Union

→ http://ec.europa.eu/clima/index_de.htm

Climate Action Network, ein weltweites Netzwerk
von rund 900 Nichtregierungsorganisationen

→ www.climateactionnetwork.org

Internationale Klimaschutzinitiative zur Finanzierung von
Klima- und Biodiversitätsprojekten in Entwicklungs- und
Schwellenländern

→ www.international-climate-initiative.com/de/

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit:

- Klimaschutz in Zahlen –
Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik (2014)
- Die Nationale Klimaschutzinitiative –
Daten/Fakten/Erfolge (2014)
- Klimaschutz braucht Initiative –
Die Nationale Klimaschutzinitiative (2014)
- Aktionsplan Anpassung – Deutsche Anpassungsstrategie
an den Klimawandel (2014)

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung:

- Klimaschutz konkret. Das Engagement
der deutschen Entwicklungspolitik (2014)
- Biologische Vielfalt – unsere gemeinsame Verantwortung.
Die deutsche Internationale Zusammenarbeit zur Umsetzung der
Biodiversitätskonvention für eine nachhaltige Entwicklung (2014)

Deutsches Institut für Urbanistik/Service- und
Kompetenzzentrum Kommunaler Klimaschutz (Hrsg.):

- Klimaschutz & Biodiversität. Praxisbeispiele für Kommunen
zum Schutz von Klima und Biodiversität (2013, nur als
Download unter www.klimaschutz.de)

Edenhofer, Ottmar u. a.:

- Global aber gerecht.
Klimawandel bekämpfen, Entwicklung ermöglichen (2010)

Gerstengarbe, Friedrich-Wilhelm/Welzer, Harald:

- Zwei Grad mehr in Deutschland. Wie der Klimawandel
unseren Alltag verändern wird (2012)

Global Policy Forum Europe und terre des hommes:

- Gemeinsame Ziele – unterschiedliche Verantwortung.
Das Gerechtigkeitsprinzip in den Klima- und
Post-2015-Verhandlungen (2014)

Intergovernmental Panel on Climate Change:

- IPCC-Sachstandsberichte (2. bis 5. Bericht als
Download unter www.ipcc.ch, deutsche Versionen des
3. und 4. Berichts als Download unter www.de-ipcc.de)

Hunecke, Marcel/Toprak, Ahmet (Hrsg.):

- Empowerment von Migrant_innen zum Klimaschutz (2014)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz:

- Klima und Klimawandel in Nordrhein-Westfalen.
Daten und Hintergründe. Fachbericht 27 (2010)

-
- Landesarbeitsgemeinschaft Agenda 21 NRW:
- ❖ Klimabildung NRW. Bildungsaktivitäten zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung in nordrhein-westfälischen Kommunen und Kreisen (2013)

-
- Latif, Mojib:
- ❖ Warum der Eisbär einen Kühlschrank braucht ... und andere Geheimnisse der Klima- und Wetterforschung (2014)
 - ❖ Globale Erwärmung (2012)
 - ❖ Bringen wir das Klima aus dem Takt? Hintergründe und Prognosen (2010)

-
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen:
- ❖ Klimawandel und Landwirtschaft in NRW (2012)

-
- Leggewie, Claus/Welzer, Harald:
- ❖ Das Ende der Welt, wie wir sie kannten. Klima, Zukunft und die Chancen der Demokratie (2010)

-
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW:
- ❖ Umweltbericht Nordrhein-Westfalen 2013
 - ❖ Natur im Wandel. Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt in Nordrhein-Westfalen (2012)
 - ❖ Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Wie das Klima NRW verändert (2012, Download unter www.klimawandel.nrw.de, Thema „Klimawandel und -anpassung“)
 - ❖ Anpassung an den Klimawandel. Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen. (2009, als Download unter www.klimawandel.nrw.de, Thema „Klimawandel und -anpassung“, Unterthema „Klimaanpassung“)
 - ❖ Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (2009, als Download unter www.klimawandel.nrw.de, Thema „Klimawandel und -anpassung, Unterthema „Klimaentwicklung“)

-
- Norddeutsches Klimabüro (Hrsg.):
- ❖ Ostseeküste im Klimawandel. Ein Handbuch zum Forschungsstand (2012)

-
- Rahmstorf, Stefan/Schellnhuber, Hans Joachim:
- ❖ Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie (2012)

-
- Umweltbundesamt:
- ❖ Klimaneutral leben. Verbraucher starten durch beim Klimaschutz (2014),
 - ❖ Das Energie-Sparschwein. Informationen zum Wärmeschutz und zur Heizenergieeinsparung für Eigenheimbesitzer und Bauherren (2013)
 - ❖ Energiesparen im Haushalt (2013)

-
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
Globale Umweltveränderungen:
- ❖ Klimaschutz als Weltbürgerbewegung. (Sondergutachten 2014)
 - ❖ Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation (Hauptgutachten 2011)

Didaktische Materialien

Internet

-
- Portal der Deutschen UNESCO-Kommission zur Bildung für nachhaltige Entwicklung
- ❖ www.bne-portal.de
-
- Internetportal der Eine Welt Internet Konferenz (EWIK)
- ❖ www.globaleslernen.de
-
- Infostelle Klimagerechtigkeit der Evangelisch-Lutherischen Kirche in Norddeutschland
- ❖ www.klimagerechtigkeit.de
-
- Themenseiten des Hamburger Bildungsservers
- ❖ <http://klimawissen.de/>
-
- Bildungsportal des Landes Nordrhein-Westfalen
- ❖ www.learnline.schulministerium.nrw.de
-
- Umweltbildungszentrum für Kinder und Jugendliche
- ❖ www.naturgut-ophoven.de
-
- Themenseiten von Oxfam
- ❖ www.oxfam.de/klima-im-unterricht
-
- Portal des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- ❖ www.umwelt-im-unterricht.de/themen/klima/
-
- Themenseiten im Wiki-Lexikon des Deutschen Bildungsservers
- ❖ <http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/>

Literatur

- Behinderung und Entwicklungszusammenarbeit (bezev) e. V.:
- Unser Klima – Unser Leben. Materialien und didaktische Ideen für inklusive Bildungsangebote (2012, Broschüre und CD)
-
- Förderverein Naturgut Ophoven (Hrsg.):
- Klimabildung in der Natur. Installationen, Spiele und Unterrichtseinheiten zum Klimaschutz (2014)
 - Kleiner Daumen – große Wirkung
Klimaschutz im Kindergarten (2014)
-
- Germanwatch
- Arbeitsblätter: Klimawandel im Unterricht (Sekundarstufe II)
 - Klimaschutz-Aktionsheft (überarbeitete Version 2012)
 - Globaler Klimawandel, Ursachen, Folgen,
Handlungsmöglichkeiten (Überarbeitete Neuauflage 2011)
-
- Hamann, Alexandra u. a. (Hrsg.):
- Die große Transformation. Klima – Kriegen wir die Kurve? (2013, www.die-grosse-transformation.de), Comic zum Gutachten „Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation“ des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
 - Lehrerhandreichung zum Comic als Download auf den Internetseiten der Berliner Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft www.berlin.de/sen/bjw
-
- Rahmstorf, Stefan:
- Wolken, Wind und Wetter (Kinderbuch, 2011)
-
- Umweltbundesamt
- Pia, Alex und das Klimaprojekt (Buch für Kinder ab 8 Jahren, 2012)
 - Klimarätsel für Mädchen und Jungen (Broschüre mit Quiz, für 8 -12-Jährige, 2010)

Weitere Angebote

- www.klimaexpedition.de
Die „Germanwatch-Klimaexpedition“ zeigt in 90-minütigen Präsentationen Live-Satellitenbilder und vergleicht diese mit archivierten Aufnahmen. Folgen des menschlichen Handelns werden so sichtbar und die Schüler erarbeiten und diskutieren Handlungsoptionen.
- Welthaus Bielefeld: Bildungs-Bag „Klima-Kids“. Materialien und Medien für die Klassen 3 bis 6. (Infos unter www.bildungs-bags.de)

Klima-Wandelt – Verleih und Materialien

Verleih

Nichtregierungsorganisationen, Schulen und andere Institutionen in NRW können die Ausstellung Klima-Wandelt bei unserer Stiftung ausleihen. Der Verleih ist kostenlos, der Transport muss von den Ausleihern organisiert und finanziert werden.

Die gesamte Ausstellung besteht aus 23 Tafeln, Sie können aber auch eine Auswahl treffen. Die Alu-Dibond-Tafeln sind 90 cm breit und 120 cm hoch.

Plakate

16 Ausstellungstafeln, auf die sich auch diese Broschüre bezieht, sind als Plakatset im DIN-A1-Format erhältlich. Schutzgebühr und Versandkosten: 20 Euro.

Arbeitsblätter und Quiz

Für den Einsatz im Bildungsbereich (etwa ab Klasse 9) stellen wir kostenlos Arbeitsblätter als pdf-Datei zur Verfügung. Außerdem ist, ebenfalls als pdf-Datei, ein Quiz mit Fragen zur Ausstellung erhältlich.

Weitere Exemplare der vorliegenden Broschüre (Stückpreis: 2 Euro) können – auch in größeren Mengen – bei uns bestellt werden.

Genauere Informationen und Abbildungen der Ausstellungstafeln und der Plakate finden Sie auf unserer Internetseite www.sue-nrw.de. Bestellungen bitte unter den unten angegebenen Kontaktdaten.

Impressum

Erschienen: April 2015

V.i.S.d.P.: Eberhard Neugebohn

Texte/Redaktion: Michael Funcke-Bartz,

Bernd Pieper, Christel Schwiederski

Gestaltung: art_work_buero, Köln

Druck: Gebr. Kopp GmbH & Co. KG

Papier: BVS matt (FSC®-zertifiziert)

Fotos Umschlag, Seite 2 und 3: Ragnar Axelsson,

DB Ulrike Koltermann, Rolex Dela Pena, Tobias Arhelger/fotolia,

Zakir Hossain Chowdhury/dpa, Boethling/Welthunger,

Daniel Prudek, Michl

Herausgeber:

Stiftung Umwelt und Entwicklung Nordrhein-Westfalen

Kaiser-Friedrich-Straße 13

53113 Bonn

Telefon 0228.24 33 50

Fax 0228.24 33 522

info@sue-nrw.de



**STIFTUNG UMWELT
UND ENTWICKLUNG
NORDRHEIN-WESTFALEN**