

# DER MENSCHEN PLANET

AUFBRUCH  
INS ANTHROPOZÄN



VERANTWORTUNG

DIE IDEE EINES  
NEUEN ERDZEITALTERS

ENERGIEWENDE

EINE ZUKUNFT OHNE  
CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN

VERSCHWENDUNG

DAS ENDE DER  
WEGWERFMENTALITÄT

GDCh

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER



»DIE GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER  
UND IHRE MITGLIEDER UNTERSTÜTZEN  
UND FÖRDERN EINE NACHHALTIGE UND DAUERHAFT  
ENTWICKLUNG IN GESELLSCHAFT, WIRTSCHAFT  
UND UMWELT. SIE HANDELN STETS AUCH IM BEWUSST-  
SEIN IHRER VERANTWORTUNG GEGENÜBER  
KÜNFTIGEN GENERATIONEN.«

Die Wurzeln der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) reichen zurück bis ins Jahr 1867. Damals wurde in Berlin die Deutsche Chemische Gesellschaft gegründet, die nach dem Zweiten Weltkrieg zusammen mit dem 1887 gegründeten Verein Deutscher Chemiker zur heutigen GDCh verschmolz.

Mit mehr als 31 000 Mitgliedern aus Wissenschaft, Wirtschaft und freien Berufen gehört die GDCh zu den größten chemiewissenschaftlichen Gesellschaften der Welt. Sie gliedert sich in 27 Fach-

gruppen, Sektionen sowie weitere Arbeitskreise und Arbeitsgemeinschaften, die spezielle Fachgebiete vertreten. Die rund 9000 Studenten, Doktoranden und Berufsanfänger sind im »JungChemiker-Forum« organisiert.

Die gemeinnützige GDCh hat zum Ziel, die Chemie in Lehre, Forschung und Anwendung zu fördern. Darüber hinaus will sie Verständnis und Wissen von der Chemie sowie von chemischen Zusammenhängen in der Öffentlichkeit vertiefen.

Neben den »Nachrichten aus der Chemie« gibt die GDCh zahlreiche Fachzeitschriften heraus – darunter mit der deutschen und internationalen Edition der »Angewandten Chemie« eine der weltweit renommiertesten überhaupt.

Der »Karl-Ziegler-Preis« und der »Otto-Hahn-Preis« – Letzteren verleiht die GDCh gemeinsam mit der Stadt Frankfurt am Main und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft – zählen zu den höchstdotierten Auszeichnungen für Naturwissenschaftler in Deutschland.

WWW.GDCH.DE

# » W I L L K O M M E N I M A N T H R O P O Z Ä N «

IM RAHMEN DER GLEICHNAMIGEN SONDERAUSSTELLUNG  
DISKUTIERTEN IN MÜNCHEN EXPERTEN ÜBER DIE ZUKUNFT DER  
ERDE. ORGANISIERT WURDE DIE VERANSTALTUNG VON HELMUTH  
TRISCHLER (DEUTSCHES MUSEUM) UND KLAUS GRIESAR (GDCH)

**Seit Jahren streiten Experten über ein neues geologisches Zeitalter: das Anthropozän. Warum ist das ein Thema für das Deutsche Museum?**

*Helmuth Trischler:* Für uns ist das in der Tat ein ungewöhnliches Thema. Aber wir wollen neue Wege beschreiten. Fast alle unserer Ausstellungen werden innerhalb der nächsten zehn Jahre neu gestaltet. Im Vorfeld dieser großen Erneuerung ist die Anthropozän-Ausstellung für uns ein wichtiges Pilot- und Leitprojekt. Hinzu kommt, dass wir die Expertise dafür im Haus haben. Denn zusammen mit der Ludwig-Maximilians-Universität betreiben wir das international größte Zentrum für Umweltforschung zum Thema Mensch und Gesellschaft, das Rachel Carson Center. Von dort kam ursprünglich auch die Idee für diese Ausstellung. International sind wir damit Pioniere, »Willkommen im Anthropozän« ist weltweit die erste große Präsentation zu diesem Thema überhaupt.

**Wie kam es zur Zusammenarbeit mit der Gesellschaft Deutscher Chemiker? Welche besonderen Bezüge zur Chemie gibt es?**

*Klaus Griesar:* Viele Entwicklungen, die für eine neue Erdepoche sprechen, sind chemischer Natur – zum Beispiel die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre, die Versauerung der Meere oder die vor der Erfindung der Atombombe in der Natur nicht existenten Radionuklide. Daraus ergeben sich – insbesondere für uns Chemiker – große Herausforderungen, etwa hinsichtlich Ressourcenmanagement, Klimawandel oder Energiewende. Hier müssen Industrie und Forschung bei der Lösung von Problemen helfen – etwa bei Stromspeicherung und Energiekonvertierung. Weil wir Innovationen nur im Schulterschluss mit der Gesellschaft umsetzen können, haben wir in der GDCh die Arbeitsgemeinschaft »Chemie und Gesellschaft« gegründet, die einen Dialog mit allen gesellschaftlichen Gruppen anstrebt, darunter Sozialwissenschaftler, Theologen und Umweltverbänden.



B. WACKERBAUER

## UMSCHLAGBILD

Plastikmüll findet sich mittlerweile fast überall – auch in scheinbar unberührten Unterwasserwelten. Die Folgen sind unabsehbar, denn es dauert Hunderte von Jahren, bis die Kunststoffe zerrieben und gelöst sind.

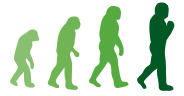
Bildnachweis: © Electrolux

# DAS ANTHROPOZÄN

## DIE ERDE IN DER MENSCHENZEIT

KONZEPTION: KAI NIEBERT  
 GESTALTUNG: KALISCHDESIGN.DE

IN ≡ NI



VOR 200 000 JAHREN  
 HOMO SAPIENS ENTSTEHT

VOR 100 MIO. JAHREN  
 STICKSTOFFBINDUNG IM BODEN

**ORGANISMEN DÜNGEN DEN BODEN**  
 Stickstoff ist für Pflanzen der wichtigste Nährstoff. Erst nachdem die Evolution Stickstoff bindende Bakterien und Pilze hervorgebracht hatte, konnten sich die Landpflanzen massenhaft verbreiten.



VOR 200 MIO. JAHREN  
 ZEITALTER DER DINOSAURIER



VOR 500 MIO. JAHREN  
 ERSTE LANDPFLANZEN BREITEN SICH AUS

**WIE DER BODEN FRUCHTBAR WURDE**  
 Erst durch Verwitterung wurde aus nacktem Fels fruchtbarer Boden. Mit ihren Wurzeln beschleunigten Pflanzen den Verwitterungsprozess und bereiteten so vor 500 Millionen Jahren die Grundlage für ihre eigene Ausbreitung.

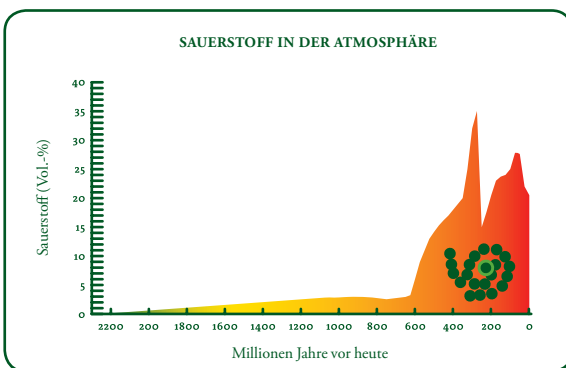
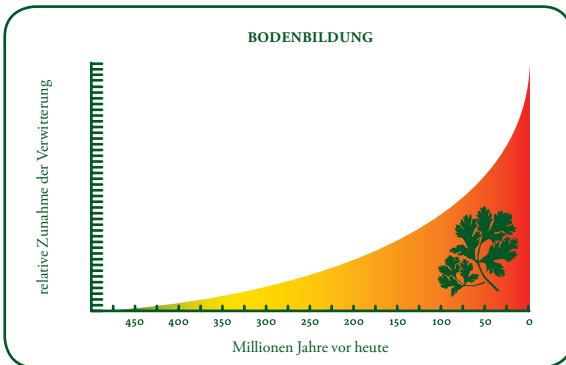
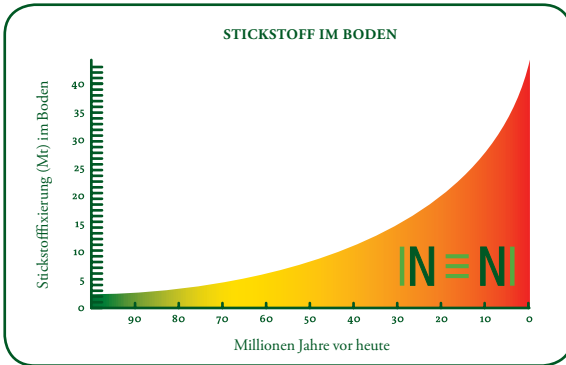


VOR 700 MIO. JAHREN  
 ERSTE ALGEN UND WEICHTIERE ENTSTEHEN

**DIE SAUERSTOFFREVOLUTION**  
 Als Cyanobakterien vor mehr als 2,7 Milliarden Jahren begannen, Photosynthese zu betreiben, begann die Sauerstoffproduktion. Vor 2,3 Milliarden Jahren nahm die Menge an atmosphärischem O<sub>2</sub> deutlich zu. Die sogenannte Sauerstoffrevolution hatte einen enormen Einfluss auf die Evolution der Organismen.



VOR 2,3 MRD. JAHREN  
 CYANOBAKTERIEN LASSEN SAUERSTOFFKONZENTRATION STEIGEN



**LEGENDE:**

- gefährlich
- riskant
- sicher

KLIMAWANDEL	STICKSTOFF IM BODEN	WASSERVERBRAUCH	LANDWIRTSCHAFT	OZEANVERSÄUERUNG
CO <sub>2</sub> -in der Atmosphäre: 400 ppm	121 Mio. Tonnen/Jahr	2600 km <sup>3</sup> /Jahr	bis zu 50% der nutzbaren Landfläche	Carbonatsättigung im Oberflächenwasser: 2,9 Omega-Einheiten



GEGENWART

**DIE MENSCHENZEIT**  
Für Geologen beginnt ein neues Erdzeitalter, wenn es in kurzer Zeit zu Veränderungen kommt, die weltweit in Sedimenten dokumentiert sind. In den letzten 250 Jahren hat die Menschheit die Erde so intensiv verändert, dass sich ihre Spuren auch in Millionen Jahren noch nachweisen lassen.

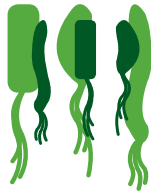


VOR **4,5 MRD. JAHREN**  
ENTSTEHUNG DER ERDE

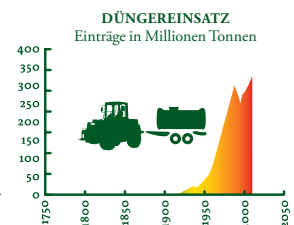
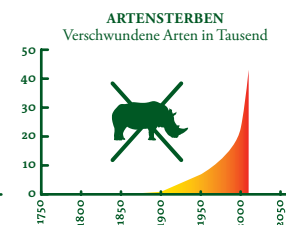
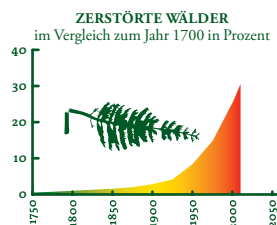
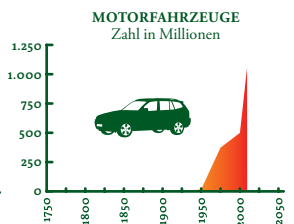
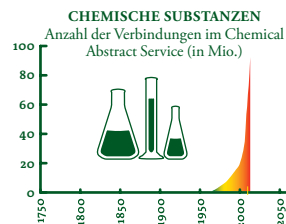
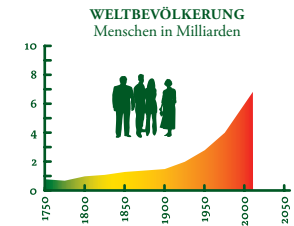
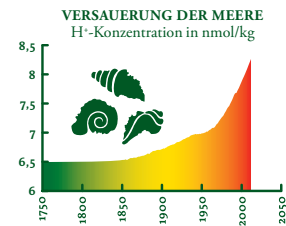
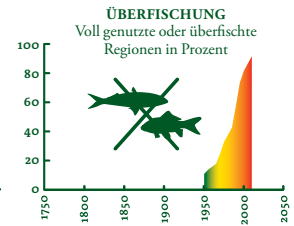
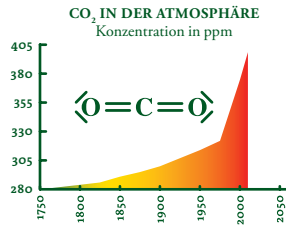
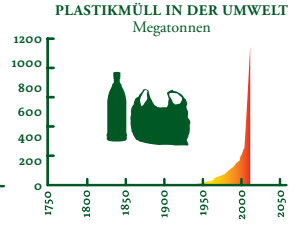
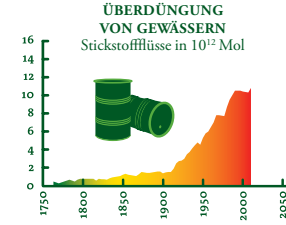
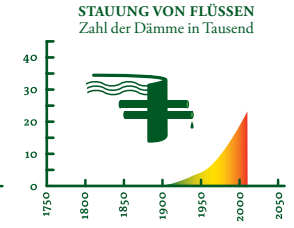
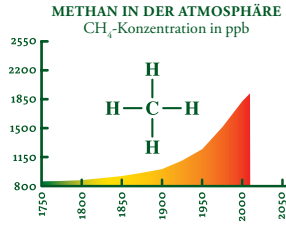
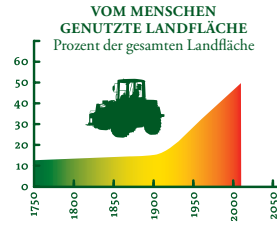


VOR **3,8 MRD. JAHREN**  
ÄLTESTE BEKANNTE GESTEINE

VOR **3,2 MRD. JAHREN**  
ERSTE EINZELLER ENTSTEHEN



Noch nie hat ein Lebewesen das Gesicht des Planeten Erde in so kurzer Zeit so grundlegend verändert. Mit der Industrialisierung ist der Mensch eine geologische Kraft geworden. Die dramatischsten Veränderungen setzten in den 1950er Jahren ein; seitdem zeigen alle Kurven steil nach oben. Eine neue Epoche hat begonnen: Das Anthropozän – die Menschenzeit.



CHEMISCHE UMWELTVERSCHMÜTZUNG

PHOSPHOR IM BODEN

BIODIVERSITÄTS-VERLUST

OZONABBAU



Belastungsgrenze noch unbestimmt



9,5 Mio. Tonnen/Jahr



>100 Arten pro Million Arten/Jahr



Ozon in der Stratosphäre: 283 Dobson-Einheiten

**DIE PLANETARISCHEN GRENZEN**

Um weiterhin sicher leben zu können, müssen wir rasch umdenken und innerhalb bestimmter Grenzen der Umwelt wirtschaften. Forscher halten neun Grenzen für besonders wichtig, mehrere davon sind bereits überschritten – es drohen irreversible Umweltveränderungen.

Schlesinger, W. H. (1997). Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. Academic Press, 458 S. Steffen, W. et al. (2005). Global Change and the Earth System. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 336 S. Ehlers, E. et al. (2006). Earth System Science in the Anthropocene. 10.1007/b137853. Rockström, J. et al. (2009). A safe operating space for humanity. Nature, 461, 471–475.





AUS DEM ALL MÜTEN DIE VON  
MIKROORGANISMEN GEFÄRBTEN  
SALZFELDER AM UFER DES GREAT  
SALT LAKE IN UTAH BEINAHE  
SURREALISTISCH AN.



An aerial photograph of a river delta, showing a complex network of water channels and land. The colors are muted, with browns, greys, and some green. A large, semi-transparent green rectangular box is overlaid on the center of the image, containing the title text in white, uppercase letters.

# ZEITALTER DER VERANTWORTUNG

VIELE FORSCHER FORDERN DIE AUSTRUFUNG EINES NEUEN ERDZEITALTERS. DOCH DIE DEBATTE UM DAS ANTHROPOZÄN IST KEINE REIN AKADEMISCHE. VIELMEHR GEHT ES UM DIE FRAGE, OB WIR POSITIV IN DIE ZUKUNFT SCHAUEN UND LANGFRISTIG AUF DER ERDE LEBEN KÖNNEN.



Eines gönnte sich Astronaut Alexander Gerst möglichst jeden Tag, als er im vergangenen Jahr fünf Monate lang auf der Internationalen Raumstation um die Erde kreiste: Nach getaner Arbeit glitt er kurz vor dem Schlafengehen noch einmal schnell in die Beobachtungskuppel, ließ die Aussicht auf sich wirken und fotografierte und twitterte als »Astro\_Alex« seine stärksten Eindrücke an die rasch wachsende Fanggemeinde.

Der damals 38-jährige Geophysiker tauchte mit dem Raumschiff durch magisch wirkende Polarlichter und sah die Atmosphäre als blau schimmerndes und zugleich beängstigend dünnes Band. Auf der Nachtseite unseres Planeten konnte er die Umriss der Kontinente erkennen – und zwar nur deshalb, weil sie von Städten erleuchtet werden. Er musste auch mit ansehen, wie im Gazastreifen Raketen flogen und Bomben explodierten. Ihm war klar: Mit jedem Lichtblitz sterben dort unten Menschen. Mit bloßem Auge erkannte Gerst auf Erdgasfeldern riesige Flammensäulen. Und über den Amazonasregenwald zogen kilometerlange Rauchfahnen. »Brandrodungen unserer grünen Lunge« kommentierte er das Foto, das er an seine Follower schickte. Er sah, wie sich die Schneisen der Landnahme wie Krebsgeschwüre in Wälder fraßen. »Wie würden wir das wohl einem außerirdischen Besucher erklären?«, fragte er und gab gleich die Antwort: »Sie hielten uns für primitive Barbaren, die ihre eigenen Lebensgrundlagen zerstören!«

Der Mensch hat die Erdoberfläche innerhalb von nur fünf bis sechs Generationen großräumig und tiefgreifend verändert. Er entwaldete riesige Regionen, trug Berge ab, begradigte Flüsse und veränderte das Klima. Wir verwandelten Luftstickstoff in Dünger und schufen Stoffe und Organismen, die es vorher in ihrer Umwelt nicht gab. Wir sind längst nicht mehr Teil der Natur, wir sind zu ihrem Beherrscher geworden.

Doch gibt es diese von Menschenhand gänzlich unberührte Natur überhaupt noch? Der Geograf Erle Ellis von der Universität Maryland ist dieser Frage mit-

hilfe unzähliger, hoch aufgelöster Satellitenbilder auf den Grund gegangen.

Seine Erkenntnis ist ernüchternd: Nur noch etwas mehr als ein Fünftel der Erdoberfläche befindet sich demnach in unberührtem Zustand, ist also »Wildnis«. Knapp 80 Prozent der Erdoberfläche sind hingegen mehr oder weniger vom Menschen geprägt – Städte, Straßen, Kanäle, Äcker, Weiden, Plantagen, Rodungen, Bergwerke, Industrieanlagen, Pipelines, Müllhalden. Nur in den entlegensten Regionen der Hochgebirge, der Regenwälder, der Wüsten und an den Polen gibt es noch urwüchsige Natur – wenn man davon absieht, dass viele Schadstoffe aus der Zivilisation über die Luft letztlich auch in diese menschenleeren Gebiete gelangen. Die Erde, so Ellis, sei inzwischen ein »Humansystem mit eingebetteten, natürlichen Ökosystemen«.

#### DAS ZEITALTER DES MENSCHEN

Mit dieser Einschätzung ist Ellis längst nicht mehr alleine. Vielen Forschern und Umweltschützern geht es darum, anzuerkennen, dass die Grenzen zwischen Natur und Kultur zunehmend verschwimmen, dass wir mit dem Erdsystem auf Gedeih und Verderb verbunden sind und dass wir es selbst in der Hand haben, ob es für uns eine Zukunft auf diesem Planeten gibt. Auch wenn viele Menschen nach wie vor Opfer von Naturkatastrophen werden, müssen sich die meisten heute kaum noch gegen die Natur behaupten. Stattdessen gilt es, diese vor dem zerstörerischen Werk des Menschen zu schützen.

So ist es nicht verwunderlich, dass in den vergangenen Jahren eine beinahe in Vergessenheit geratene Idee plötzlich wieder Aufwind bekommt und zahlreiche Fürstreiter findet: Die Idee, eine neue erdgeschichtliche Epoche auszurufen, das Anthropozän, was so viel bedeutet wie »das durch den Menschen bedingte Neue«, das Zeitalter des Menschen.

Bereits 1873 hatte der italienische Geologe Antonio Stoppani die »Anthropozoische Ära« als neues Erdzeitalter vorgeschlagen. Seither war das Thema

immer wieder Gegenstand akademischer Diskussionen. Doch erst dank des niederländischen Meteorologen und Atmosphärenchemikers Paul Crutzen erhielt es die Aufmerksamkeit einer breiten Öffentlichkeit. Er war in den 1970er Jahren einer der Ersten gewesen, die erkannt hatten, wie wirksam die Ozonschicht uns vor der aggressiven UV-Strahlung der Sonne schützt. Und, dass dieser Schutzschirm von bestimmten Fluorchlorkohlenwasserstoffen zersetzt wird, die beispielsweise als Kältemittel, Treibgase und Lösungsmittel eingesetzt waren. Seine Forschungen zum Ozonloch inspirierten zahlreiche Wissenschaftler und führten letztlich dazu, dass 1989 das Montreal-Protokoll in Kraft trat – der bislang wirkungsvollste völkerrechtlich verbindliche Umweltvertrag überhaupt.

Dieser regelte die schrittweise Reduktion von schädlichen Gasen, die unter anderem in Kühlschränken und Spraydosen enthalten waren, und verhinderte gerade noch rechtzeitig eine globale Umweltkatastrophe. Zwar gibt es das Ozonloch nach wie vor, doch hat sich die Ozonschicht seither deutlich regeneriert. Im Jahr 1995 erhielt Crutzen gemeinsam mit Mario J. Molina und Frank Sherwood Rowland, zwei weiteren Erforschern der Ozonschicht, für seine bahnbrechenden Forschungen den Chemie-Nobelpreis.

Ein einflussreicher Mann also, der das Thema Anthropozän eher beiläufig auf die Agenda brachte: Im Jahr 2000, bei einer Tagung des Internationalen Geosphären-Biosphären-Programms (IGBP) – einer Forschungsinitiative, die sich mit dem globalen Wandel beschäftigt – reagierte er einigermaßen ungehalten auf einen Kollegen, der über das Holozän sprach, die aktuelle geologische Erdepoche, die seit dem Ende der letzten Eiszeit vor 11 700 Jahren gilt: »Hören Sie endlich auf, vom Holozän zu sprechen«, platzte es aus Crutzen heraus, »wir sind längst im ..., im Anthropozän!«

Es war nur ein spontaner Einwurf, der jedoch derart einschlug, dass der Forscher bald unter Zugzwang stand. Akribisch sammelte er daraufhin Argumente, die er



zwei Jahre später in dem Artikel »Geology of Mankind« im angesehenen Wissenschaftsmagazin *nature* zusammenfasste: Seit mehr als 200 Jahren verändere der Mensch ganz entscheidend die natürliche Umwelt, zunehmend nicht mehr nur lokal, sondern auch auf globaler Ebene.

Als wichtigste Veränderungen betrachtete Crutzen die enorme Erhöhung der atmosphärischen Konzentration von Treibhausgasen, die Zunahme des Energieverbrauchs während des 20. Jahrhunderts um das 16-fache sowie die Tatsache, dass mittlerweile mehr Stickstoff in der Landwirtschaft in Form von Kunstdünger eingesetzt wird, als in allen natürlichen Landökosystemen gebunden ist. Zudem beschreibt er unter anderem das antarktische Ozonloch, die intensive Landnutzung, die Überfischung der Meere und die massiven technischen Eingriffe in Flusslandschaften. Sein Fazit: »Wenn nicht gerade eine globale Katastrophe passiert – ein Meteoriteneinschlag, Weltkrieg oder eine Pandemie –, wird die Menschheit auf Jahrtausende die vorherrschende Kraft in der Umwelt werden.

tiges politisches Statement. Innerhalb kürzester Zeit setzten sich zahlreiche Natur- und Geisteswissenschaftler mit dem Begriff »Anthropozän« auseinander. Inzwischen gibt es vier Fachjournale, die ihn in ihrem Namen führen. Das renommierte Wirtschaftsmagazin *The Economist* widmete dem Thema in 2011 eine Titelseite, und das Deutsche Museum in München präsentiert bis Ende 2016 die eindrucksvolle Ausstellung »Willkommen im Anthropozän«. Sie ist weniger Bestandsaufnahme oder geologischer Rückblick, sondern der Versuch, einen kreativen Blick in die Zukunft zu werfen.

Reinhold Leinfelder, Geowissenschaftler an der Freien Universität Berlin und Gründungsdirektor des im Bau befindlichen Berliner »Haus der Zukunft«, hat die Ausstellung mitinitiiert. Für ihn ist die Anthropozän-Idee eine »untermauerte Hypothese, dass das Wirken des Menschen zu einem maßgeblichen Erdsystemfaktor geworden ist« und zugleich »eine Riesenchance«, das Verhältnis von Mensch und Natur kritisch zu hinterfragen und einem großen Publikum vor

Augen zu führen, »welche Risiken und Möglichkeiten vor uns liegen«.

Der Begriff »Anthropozän« hat sich in vielen Debatten längst etabliert. Ob er in der Tat das Ende des Holozäns bedeutet und offizieller Teil der geologischen Chronologie wird, ist jedoch ungewiss. Denn die Entscheidung darüber trifft ein exklusiver Zirkel von Geologen, die International Commission on Stratigraphy (ICS), eine Unterorganisation der International Union of Geological Sciences. Die ICS hat dafür nun eine 37-köpfige Arbeitsgruppe eingesetzt, an der auch Ökologen, Klimaforscher und Juristen beteiligt sind.

#### DIE GEOLOGEN STREITEN

Leinfelder, Crutzen und Ellis sind Mitglieder dieses Gremiums, das bis Ende 2016 eine Empfehlung auszuarbeiten hat, die als Grundlage für eine Entscheidung dienen soll. Doch einfach werde das nicht, weiß Jan Zalasiewicz, Geologe an der Universität Leicester und derzeit Vorsitzender der Arbeitsgruppe. Denn die Experten sind sich alles andere als einig. Manche Kollegen sind überzeugt, es gebe überhaupt keinen Grund, eine neue geologische Epoche einzuläuten.

Experten wie Zalasiewicz, die sich mit der Stratigraphie beschäftigen, der Wissenschaft der geologischen Schichten und Chronologie, sind generell nicht

#### »LAUDATO SI – GELOBT SEIST DU«

Mit seinem Lehrschreiben zum Umweltschutz stellte Papst Franziskus erstmals ökologische Fragen in den Mittelpunkt einer Enzyklika und erhielt damit weltweit mehr Gehör als die meisten Politiker.

Insbesondere in den USA erntete er indes auch heftige Kritik. Der Papst, so hieß es bei den Republikanern, solle sich auf seine Aufgaben als Kirchenoberhaupt beschränken.

Wissenschaftler und Ingenieure stehen vor der großen Herausforderung, die Gesellschaft in der Ära des Anthropozäns zu einem nachhaltigen Wirtschaften und Management zu bewegen.«

Crutzen hatte damit einen Nerv getroffen und zugleich jene Experten herausgefordert, welche die offizielle Zeitrechnung der Erde definieren. Denn die Anthropozän-Idee ist eine wissenschaftliche Hypothese und zugleich ein mäch-



GETTY IMAGES / ALBERTO PIZZOLI

# »WIR HABEN DIE VERANTWORTUNG, DEN SCHADEN WIEDERGUT- ZUMACHEN.«

NUR EIN KLEINER TEIL DER ERDE IST  
NOCH VOM MENSCHEN UNBERÜHRT.

IMMER MEHR FORSCHER WOLLEN DESHALB EIN NEUES  
ERDZEITALTER AUSRUFEN: DAS ANTHROPOZÄN.

REINHOLD LEINFELDER ERKLÄRT DIE IDEE, DIE DAHINTER STECKT.

## **Welche Bedeutung hat die neue Epoche aus wissenschaftlicher Sicht?**

Wenn wir das Anthropozän ausrufen, wäre das die wissenschaftliche Akzeptanz des menschlichen Einflusses auf die Erde. Diese sind so tiefgreifend, dass sie sich bereits in geologischen Ablagerungen wiederfinden. Für die Ausrufung brauchen wir Orte, an denen wir die Grenze zu den darunterliegenden Schichten genau definieren und zeitlich möglichst exakt einordnen können. Für das Anthropozän spricht, dass wir an vielen Stellen der Erde bereits Ablagerungen von Technofossilien wie beispielsweise Plastik und viele andere Stoffe aus der Industrialisierung finden. Und wir haben insbesondere die Niederschläge der Atombombenversuche – eine chemische Signatur, die man über Hunderttausende von Jahren nachweisen kann. Das alles spricht dafür, dass der Mensch tatsächlich zu einem geologischen Faktor geworden ist.

## **Bis Ende 2016 wird die Anthropozän-Arbeitsgruppe, in der Sie mitarbeiten, der International Commission on Stratigraphy seine Einschätzung vorlegen. Wie lange wird es dauern, bis eine Entscheidung getroffen wird?**

Bei früheren Entscheidungsprozessen sind teilweise Jahrzehnte ins Land gegangen. Aber ich bin zuversichtlich, dass es in diesem Fall zügiger

voran geht. Meine Prognose ist, dass es spätestens 2018 zu einer Entscheidung kommt. Die Faktenlage ist bereits jetzt so überzeugend, dass das Anthropozän vermutlich ausgerufen wird.

## **Weiteren Forschungsbedarf sehen Sie also nicht?**

Doch natürlich. So sitzen wir derzeit an einer Studie zur globalen Verteilung von Plastik – nicht nur im Meer und an den Stränden, sondern auch innerhalb von Sedimentablagerungen. Da müssen wir noch einiges tun.

## **Ist das Anthropozän-Konzept auch ein politisches Statement?**

Wir können daraus einen Verantwortungsgedanken ableiten. Wenn wir die Erde schon so tiefgreifend verändern, sollte man das auch ins Positive kehren können. Das hat natürlich eine politische und gesellschaftliche Relevanz. Aus der Erkenntnis des Schadens, den wir in den Ökosystemen in den letzten Jahrzehnten angerichtet haben, erwächst die Verantwortung, diesen, wo es noch möglich ist, wiedergutzumachen. Im Hinblick auf kommende Generationen sollte sich der von Hans Jonas formulierte »ökologische Imperativ« durchsetzen: »Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlungen verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden.« Wir brauchen ein wissenschaftsbasiertes gestalterisches

Prinzip im Umgang mit der Erde, eine Haltung des behutsamen, achtsamen Gärtners, der im Dialog mit anderen nach Lösungen für die Probleme der Welt sucht. Bei der Rettung der Ozonschicht hat das gut funktioniert. Der Umgang mit dem Klimawandel, die Vermüllung der Meere und der nachhaltige Umgang mit Ressourcen sind die großen Herausforderungen.

## **Kritiker der Anthropozän-Idee finden, dass der Mensch sich zu wichtig nimmt, wenn er sich zu einer geologischen Kraft erklärt und sich anmaßt, unsere komplexe Welt zu managen. Was entgegnen Sie darauf?**

Es ist ein Missverständnis, dass es sich um ein anthropozentrisches Konzept handelt und dass dessen Anhänger glauben, mit Geoengineering die Welt retten zu können. Mit der Idee verbunden ist vielmehr der Gedanke eines Menschheitserbes. Dass die Atmosphäre, die Ozeane, die Regenwälder, die Süßwasserreserven allen gehören und dass auch alle dafür verantwortlich sind. Wir sind schlicht von diesem Erdsystem abhängig und müssen schon allein deshalb daran interessiert sein, dass es funktionsfähig bleibt. Bald neun Milliarden Menschen können auf diesem Planeten nur dann in Würde miteinander leben, wenn sie solidarisch sind und mit den Ressourcen gerecht haushalten. ☺





CLAUDIA MEINERS

## ZUR PERSON

Der Berliner Geologe und Paläontologe Reinhold Leinfelder forscht an der Freien Universität sowie an der Humboldt-Universität.

Seit September 2014 ist er zudem Gründungsdirektor des in Bau befindlichen Hauses der Zukunft in Berlin. Bis 2010 war er Generaldirektor des Berliner Naturkundemuseums. Er ist Mitglied der Anthropozän-Arbeitsgruppe der International Commission on Stratigraphy, die einen Vorschlag zur geologischen Definition des Anthropozäns erarbeiten soll.

leicht zu überzeugen. Bevor sie eine neue geologische Epoche ausrufen, benötigen sie handfeste Beweise, dass sich in einem Zeitraum der Erdgeschichte etwas grundlegend und weltweit verändert hat. Das kann durch eine Schicht mit bestimmten Fossilien oder Meeressedimenten dokumentiert sein, durch besondere Gesteinsformationen oder charakteristische Einschlüsse in Eisbohrkernen.

Neben der Überlegung, ob solche konkreten Hinweise eine neue Zeitrechnung überhaupt rechtfertigen, ist vor allem die Frage nach dem genauen Beginn des Anthropozäns entscheidend. Bislang gab es dafür bereits ein halbes Dutzend Vorschläge. Als Marker eignet sich etwa der Methangehalt in der grönländischen Eisschicht, der um das Jahr 3020 v. Chr. ein Minimum aufweist und danach kontinuierlich ansteigt. Als Ursache gilt die Ausbreitung des Reisbaus in Asien und die in allen Kulturen jener Zeit zunehmende Viehhaltung. Denn sowohl auf Reisfeldern als auch in den Mägen von Rindern entstehen beachtliche Mengen des hoch wirksamen Treibhausgases.

Andere Forscher schlagen die Anfänge der Feuernutzung vor etwa einer Million Jahren, die Ausrottung großer Säugetierarten durch die eiszeitlichen Jäger, den Beginn der Bergbauaktivitäten vor rund 3000 Jahren oder die industrielle Revolution gegen Ende des 19. Jahrhunderts als Beginn des Menschenzeitalters vor. Doch keines dieser Ereignisse liefert das eine globale, in geologischen Schichten nachweisbare Signal, das eindeutig genug wäre, um die strengen Anforderungen der Stratigraphen zu erfüllen.

Andere Optionen brachten kürzlich die Geowissenschaftler Mark Maslin und Simon Lewis vom Londoner University College ins Gespräch. In einem Beitrag in *nature* plädieren sie unter anderem dafür, den Beginn des Anthropozäns in die Zeit zwischen 1570 und 1620 zu legen. Für diesen Zeitraum lässt sich in Eisbohrkernen nämlich ein erheblicher Rückgang des Kohlendioxidgehalts in der Atmosphäre feststellen. Nach einem Tiefstand im Jahr 1610 steigt die Kon-

zentration des Treibhausgases seither kontinuierlich an.

Die Forscher führen dies darauf zurück, dass damals nach Ankunft von immer mehr europäischen Siedlern in der Neuen Welt ein Großteil der amerikanischen Ureinwohner kriegerischen Auseinandersetzungen und eingeschleppten Krankheiten zum Opfer fiel. Von schätzungsweise rund 60 Millionen Indianern waren nach zwei Generationen nur noch etwa sechs Millionen übrig. Als Folge dieses massiven Bevölkerungseinbruchs, so Lewis und Maslin, hätten rund 65 Millionen Hektar ungenutzten Agrarlands für einige Jahrzehnte brachgelegen und seien von Wäldern überwuchert worden. Diese hätten der Atmosphäre enorme Mengen CO<sub>2</sub> entzogen. Bei der Ausbreitung der europäischen Siedler nach Westen sind diese Wälder dann jedoch wieder den Äxten zum Opfer gefallen.

**AM 16. JULI 1945, 5:29 UHR**  
Paul Crutzen, der ursprünglich die Industrialisierung als Beginn des Anthropozäns im Sinn hatte, vertritt inzwischen, zusammen mit Reinhold Leinfelder, Erle Ellis und 24 weiteren Mitgliedern der Anthropozän-Arbeitsgruppe, den Vorschlag, dass das Menschenzeitalter am 16. Juli 1945 um exakt 5:29 Uhr Ortszeit begann. Denn an diesem Tag zündeten Wissenschaftler des Manhattan-Projekts im Süden New Mexicos die erste Atombombe mit dem Codenamen »The Gadget«, das Ding. Zum ersten Mal sahen Menschen die gigantische, typisch pilzförmige Explosionswolke, die bis in 12 Kilometer Höhe reichte. Die Druckwelle war noch in 160 Kilometern Entfernung spürbar. Der Sand in der Umgebung der Detonation schmolz zu grünlichem Glas.

Bis zum Teststoppabkommen im Jahr 1963 – dem 120 Nationen beigetreten sind – und vereinzelt auch noch danach sind weltweit mehr als 500 oberirdische Atomversuche dokumentiert. Radioaktive Partikel aus diesen Kernwaffentests driften rund um den Globus und bildeten Ablagerungen, die auch in Jahrtausenden noch von unserer Zivilisation zeugen

werden. Diese weltweit nachweisbaren Radionuklide erfüllen damit wesentliche stratigraphische Kriterien: Sie sind zeitlich scharf eingrenzbar, in geologischen Ablagerungen rund um den Erdball nachweisbar und markieren eine langfristige Veränderung des Erdsystems.

»Die **Transformation** ist **moralisch** ebenso geboten wie die **Abschaffung** der **Sklaverei**.«

*Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung »Globale Umweltveränderung«*

Zudem setzte nach dem Zweiten Weltkrieg eine atemberaubende technologische und wirtschaftliche Entwicklung ein, die bis heute weitgehend ungebremst anhält und ihre Spuren im gesamten Erdsystem hinterlässt – es ist die Zeit der »Großen Beschleunigung« (siehe S. 4–5): Aluminium- und Plastikprodukte in unzähligen Formen, Zusammensetzungen und Funktionen fluten seither den Markt und häufen sich nach ihrem Gebrauch zu gigantischen Müllbergen an. Die Nachfrage nach Kunstdünger, Papier, Benzin und Beton schoss weltweit in die Höhe. Mehr als 70 Millionen unterschiedliche chemische Produkte entstanden bis heute, die meisten davon künstlich synthetisiert.

NEUE WELTORDNUNG

Während 1945 weltweit insgesamt gerade einmal rund eine Million Automobile hergestellt wurden, waren es 2014 bereits fast 90 Millionen. Ebenso rapide nahmen seither unter anderem der globale Rohstoff- und Wasserverbrauch, die Weltbevölkerung, der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre und das Artensterben zu. Die ungezügelt Nutzung von Öl, Kohle, Gas und anderen Ressourcen ermöglichte ein exponentielles Wachstum – im positiven wie im negativen Sinn –, das nun zunehmend an seine Grenzen stößt oder diese bereits sprengt.

Auch wenn all dies für das Jahr 1945 als Geburtsstunde des Anthropozäns spricht, bleibt der Stratigraph Jan Zalasiewicz zurückhaltend. Die Anthropozän-

Arbeitsgruppe müsse noch mehr überzeugende Belege sammeln, bevor sie ihre Ergebnisse dem ICS präsentiere. »Und dann geht die eigentliche Auseinandersetzung erst richtig los, mit endlosen, pedantischen Debatten.« Doch ganz gleich, wie dieser Expertenstreit ausgehen wird,

Nobelpreisträger Paul Crutzen hat erreicht, was er wollte: Ein Ausrufezeichen setzen, eine gesellschaftliche Diskussion in Gang bringen und einen Appell an Wirtschaft und Politik richten, dass es höchste Zeit ist, umzudenken.

Doch wie lässt sich der Übergang in eine naturverträgliche, Ressourcen schonende und gerechtere Weltordnung auf den Weg bringen und letztlich realisieren?

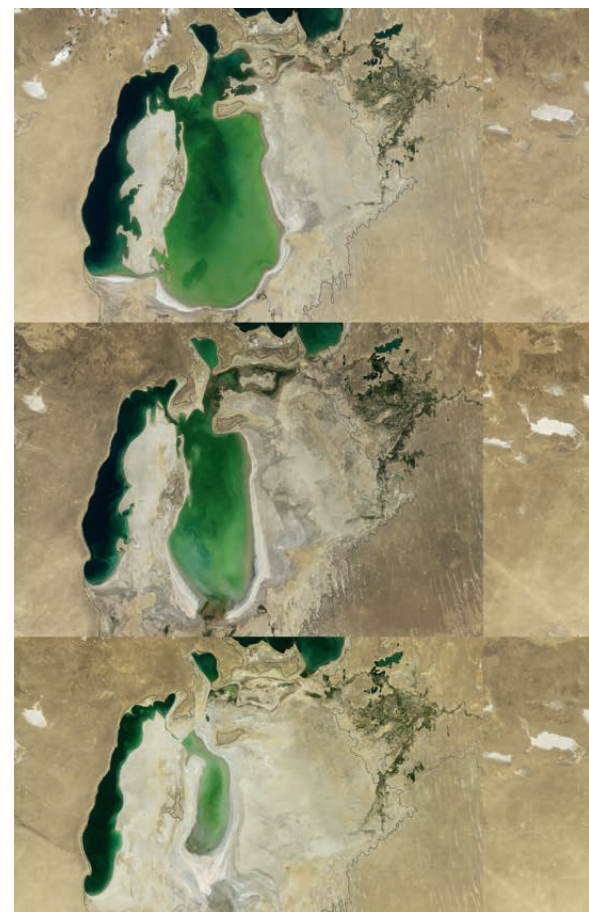
Fast zeitgleich mit der Reaktorkatastrophe von Fukushima im März 2011 präsentierte der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung »Globale Umweltveränderungen« (WBGU), ein Gremium von führenden Umwelt-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaftlern, seinen Bericht mit dem Titel »Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation«.

Darin heißt es: »Das kohlenstoffbasierte Weltwirtschaftsmodell ist auch ein normativ unhaltbarer Zustand, denn es gefährdet die Stabilität des Klimasystems und damit die Existenzgrundlagen künftiger Generationen. Die Transformation zur Klimaverträglichkeit ist daher moralisch ebenso geboten wie die Abschaffung der Sklaverei und die Ächtung der Kinderarbeit. Der Gesellschaftsvertrag kombiniert eine Kultur der Achtsamkeit (aus ökologischer Verantwortung) mit einer Kultur der Teilhabe (als demokratische Verantwortung) sowie mit einer Kultur der Verpflichtung gegenüber zukünftigen Generationen (Zukunftsverantwortung).«

Das WBGU-Gutachten fand sowohl in Deutschland als auch international große Beachtung. Es ist eine Anleitung für den Weg in die Zukunft, mit detaillierten Empfehlungen für entsprechende Maßnahmen in Wirtschaft, Forschung und Politik sowie bei der internationalen Zusammenarbeit. Sie reichen von der globalen Klima- und Energiepolitik über bessere Landnutzung, umweltfreundliche Investitionslenkung und das Umgestalten von Städten bis hin zur Mitwirkung der Bürger bei der Schaffung nachhaltiger Strukturen. Das Fazit der Wissenschaftler macht Mut und ist zugleich eine Mahnung: »Es gibt Alternativen, die allen Menschen zumindest die Chance auf ein gutes Leben in den Grenzen des natürlichen Umweltraumes eröffnen können.«

Doch um das zu erreichen, müsse man so schnell wie möglich aus dem »fossil-nuklearen Metabolismus« der Industriegesellschaft aussteigen. »Je länger wir an ihm festhalten«, so die Wissenschaftler, »desto höher wird der Preis für die nachfolgenden Generationen sein.«

Ein steiniger Weg wie dieser ist aber nur gangbar, wenn technische, politische





und wirtschaftliche Innovationen mit einem ethischen und kulturellen Wandel Hand in Hand gehen. »Der Wandel wird nicht durch moralische Appelle gelingen«, ist der Münchener Sozialethiker Markus Vogt überzeugt, »sondern nur durch ein allmähliches Umfärben unserer Vorstellungsmuster von Fortschritt und Lebensqualität.« Ein wichtiger Schritt in diese Richtung sei auch die aktuelle Umweltzyklika des Papstes (siehe S. 9). »Sie ist weit mehr als ein Appell zur Umkehr. Sie hinterfragt unser Selbstverständnis als Mensch im Verhältnis zur Welt und erreicht viele Menschen, die sich mit dem Klimawandel zuvor noch nicht auseinandergesetzt haben.«

Letztlich geht es darum, ein Bewusstsein dafür zu entwickeln, dass wir alle Teil eines großen vernetzten Systems sind, in dem nichts, was wir tun, ohne Folgen bleibt. Denn wir sind längst durch und durch globalisiert, ob wir das wollen oder nicht. Lange bevor wir uns über Telefon und Internet mit den entlegensten Winkeln der Welt verbinden konnten, waren unsere Körper schon kosmopolitisch. »Die Geschichte des Actins und Myosins in unseren Muskeln beginnt in den abgebrannten Regenwäldern Brasiliens, wo Soja (...) angebaut wird, die wichtigste Proteinquelle der europäischen Rinder«, schreibt Christian Schwägerl in seinem Buch »Menschenzeit«: »Die Geschichte

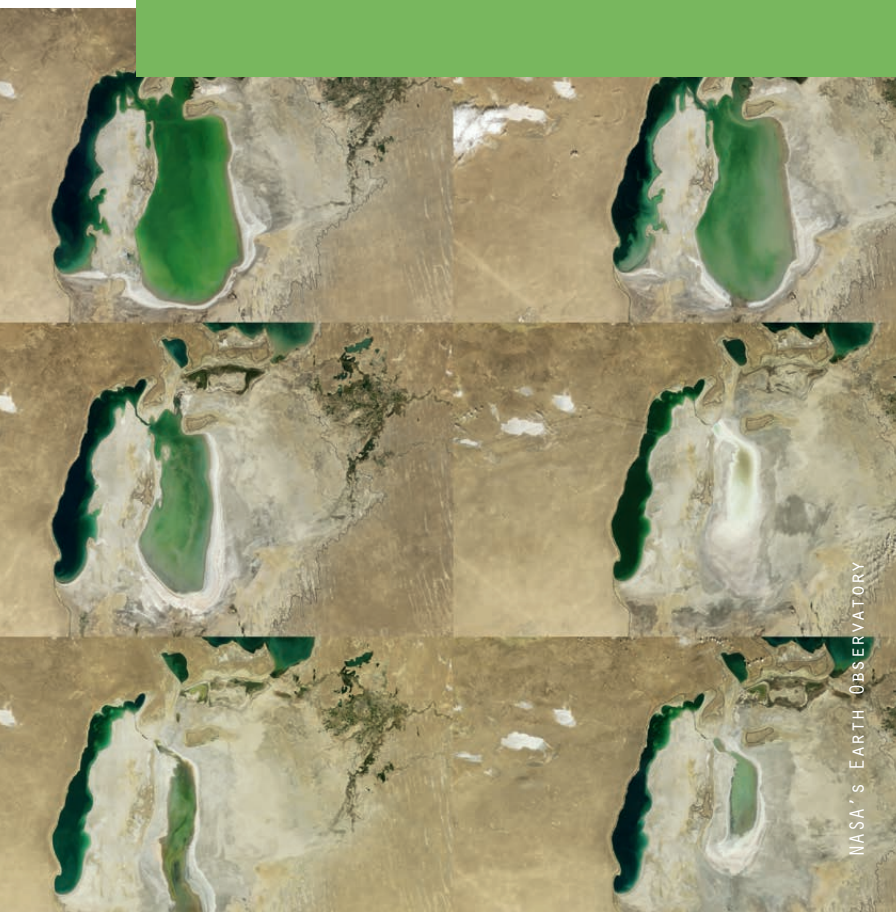
der fetthaltigen Zellwände in unseren Gehirnen beginnt in der Tiefe des Atlantiks, wo kubikkilometergroße Netze den Meeresboden plätten und das Wasser durchsieben, um die schwindenden Fischschwärme emporzuholen. Die Koffeinmoleküle, die an Rezeptoren unserer Nervenzellen andocken und ihre Aktivität erhöhen, stammen aus dem Hochland Äthiopiens oder Kolumbiens. Der Fettsatz an unseren Bäuchen ist indonesischen Ursprungs, aus den Palmölplantagen, die sich in die Wälder Borneos und Sumatras fressen.«

Im Anthropozän könnte angesichts der drohenden Umweltkatastrophe der Durchbruch zu einer besseren, gerechteren Welt gelingen, wenn sich das Bewusstsein durchsetzt, dass wir Probleme auf internationaler Ebene wie Klimawandel, Migration, Energiesicherung, Lebensmittel- und Ressourcenverteilung nur miteinander und nicht gegeneinander lösen können. Das setzt die Überwindung nationaler Egoismen, ein Umsteuern der Ökonomie hin zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und ein hohes Verantwortungsbewusstsein des einzelnen Verbrauchers in den Industrieländern voraus. Die WBGU-Experten setzen neben verbindlichen internationalen Abkommen auf eine »Weltbürgerbewegung« als Motor für die zukünftige Politik. »Was wir vor allem brauchen«, sagt der Geobiologe Reinhold Leinfelder, »ist so etwas wie ein behutsames, selbstkritisches gärtnerisches Gestalten der Welt, das die Komplexität des Gesamtsystems im Blick hat.«

Wie hilfreich es ist, einen Blick für das Ganze zu haben, hat kaum jemand so intensiv erlebt wie Astronaut Alexander Gerst. Ihn hat der Blick aus der Ferne tief beeindruckt. Seine Reise ins All hat ihm gezeigt, dass er Teil eines komplexen, verletzlichen und begrenzten Organismus ist, den es zu erhalten gilt. Er fühle sich heute mehr als Erdenbürger, denn als Europäer oder Deutscher. Der Blick aus dem All auf den Menschenplaneten hat ihn verändert. Er hat ihn nachdenklicher, aber auch sensibler und achtsamer gemacht. ☺

## DAS ENDE DES ARALSEES

Seit den 1960er Jahren speist der Aralsee riesige Bewässerungsanlagen. Die Folgen für den See sind dramatisch: Bis 1997 sank der Wasserspiegel von 53 auf 35 Meter. Seine Fläche schrumpfte um fast 45 Prozent, sein Wasservolumen gar um 90 Prozent. Diese Bilderserie zeigt nur die Entwicklung seit dem Jahr 2000. Heute ist der einst viertgrößte Binnensee der Erde fast verschwunden. Es gibt viele solcher Bilderserien. Sie zeigen wuchernde Städte, schmelzende Gletscher oder schwindende Tropenwälder.



# DIE ENERGIEREVOLUTION

UM DIE KATASTROPHALEN FOLGEN DES KLIMAWANDELS  
ABZUWENDEN, MÜSSEN WIR BIS ENDE DES JAHRHUNDERTS  
CO<sub>2</sub>-NEUTRAL WIRTSCHAFTEN. EXPERTEN SIND  
ÜBERZEUGT: DAS GEHT!

SO STELLEN SICH DAVID ARNOLD UND  
ALEXA RATZLAFF VOM PROJEKT ZERO-FIFTY  
DIE ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT VOR:  
IN DEN GROBSTÄDTEN ENTSTEHEN RIESIGE  
TÜRME, IN DENEN SICH JEWEILS  
MEHRERE WINDTURBINEN DREHEN.  
DER BAU FINANZIERT SICH DURCH DEN  
VERKAUF VON GESCHÄFTEN, BÜROS UND  
WOHNUNGEN IN DEN UNTEREN STOCKWERKEN.  
([WWW.ZERO-FIFTY.COM](http://WWW.ZERO-FIFTY.COM))



»SHANGHAI 2050« CREATED BY ZERO-FIFTY. SKY UNDER-  
LAY »BLUE FROM TOWER« RELEASED ON FLICKR BY SWAMI  
STREAM AND REPRODUCED UNDER CC BY 2.0. CITYSCAPE  
UNDERLAY »SHANGHAI PANORAMA 2006« AND »SHANGHAI  
PANORAMA 2006 2« RELEASED ON WIKIMEDIA BY DON-KUN  
AND REPRODUCED UNDER CC BY 3.0.



**D**ie Welt im Jahr 2050: Erneuerbare Energien sind die vorherrschende Quelle von Strom und Wärme. Die Wasserkraft wird genauso genutzt wie die Wärme aus der Erdkruste. Vielerorts prägen Windräder und Solaranlagen die Landschaft. Doch das Rückgrat der Energieversorgung sind die vielen Haushalte, Fabriken und Firmengebäude, die als Kleinkraftwerke fungieren. Sie erzeugen mehr Energie, als sie benötigen, und speichern diese mit neuartigen Batterien. Intelligente Leitungssysteme, die sowohl Strom als auch Daten transportieren, vernetzen weltweit die Länder miteinander und minimieren das Risiko von regionalen Stromengpässen. Es gibt zwar noch Kohle- und Gaskraftwerke, doch ihre Abgase gelangen nicht mehr in die Atmosphäre. Stattdessen werden sie mithilfe von Mikroorganismen, speziellen Katalysatoren oder künstlicher Photosynthese in nützliche Rohstoffe umgewandelt.

Es ist – zugegeben – ein sehr optimistischer Zukunftsentwurf, den aber Energieexperten wie Claudia Kemfert vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung durchaus für möglich erachten. Der Entwurf setzt auf die Dynamik der

technischen Innovation und die Vernunft der Menschen im fortschreitenden »Anthropozän«, die gelernt haben, die Verantwortung für ihre Umwelt zu übernehmen, und sich auf dem besten Weg in eine klimaneutrale Energienutzung befinden. Denn ob die menschliche Zivilisation nur einen Wimpernschlag in der Erdgeschichte dauern wird oder ob unsere Spezies eine längere Zeitspanne, eine echte geologische Epoche, vor sich hat, das hängt maßgeblich davon ab, wie wir dem Klimawandel begegnen und unsere Energieversorgung sicherstellen. Beides ist eng miteinander verknüpft.

#### ENDE DER ARKTIS

Zumindest im Hinblick auf den Klimawandel liegen die aktuellen Fakten seit 2014 auf dem Tisch. Auf insgesamt rund 4000 Seiten haben mehr als 800 Experten aus 85 Ländern im Auftrag des Weltklimarats den gegenwärtigen Stand der Klimaforschung zusammengefasst und analysiert. Einige der »Kernbotschaften« dieses inzwischen fünften Sachstandsberichts betreffen direkt oder indirekt die weltweite Energienutzung: Die Wissenschaftler kommen zu dem Ergebnis, dass

sich ein Klimawandel bereits eindeutig nachweisen lässt und dass der Anstieg des Kohlendioxidgehalts in der Atmosphäre durch die Nutzung von fossilen Energieträgern wie Kohle, Öl und Erdgas maßgeblich dazu beiträgt.

Es gibt kaum jemanden, der bezweifelt, dass der Mensch die Erde durch den verstärkten Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlendioxid, Methan und Distickstoffmonoxid erwärmt. Um 0,85 Grad Celsius hat sich die mittlere globale Temperatur seit dem Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert bereits erhöht und sie wird bis zum Ende dieses Jahrhunderts wahrscheinlich um weitere drei bis vier Grad steigen – falls wir unsere Energienutzung in den nächsten Jahrzehnten nicht grundlegend ändern.

Jede Temperaturerhöhung um ein Grad Celsius führt dazu, dass die Atmosphäre sieben Prozent mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann. Die Folgen: Die Niederschläge werden zwar heftiger, dafür aber seltener und kürzer. In ohnehin schon vom Wassermangel betroffenen Regionen kommt es daraufhin häufiger zu lang anhaltenden Dürren. Außerdem wird weltweit die Zahl der Extremwetterereignisse zunehmen.



Das Wasser der Ozeane wird nicht nur wärmer. In Folge der steigenden CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Atmosphäre bildet sich im Wasser mehr Kohlensäure, die insbesondere kalkschalige Organismen gefährdet. Korallen sind davon genauso betroffen wie das mikroskopisch kleine Plankton, das die Grundlage der marinen Nahrungsketten bildet. Durch die temperaturbedingte Ausdehnung des Meerwassers und das Abschmelzen kontinentaler Eismassen kommt es bis zum Jahr 2100 im äußersten Fall zu einem Meeresspiegel-

Zwei-Grad-Ziel in Cancún von 194 Nationen völkerrechtlich beschlossen – ohne jedoch konkrete Einsparziele für einzelne Länder zu vereinbaren. Diese sollen nun endlich bei dem bevorstehenden Gipfeltreffen Ende dieses Jahres in Paris festgelegt werden.

Jene Zwei-Grad-Grenze wird indes nur noch einzuhalten sein, wenn wir rasch mit dem Ausstieg aus der Nutzung fossiler Brennstoffe beginnen. Viele Forscher gehen davon aus, dass sich die globalen Risiken einigermaßen beherrschen lassen,

»Es dauerte fünf Millionen Jahre, bis sich das Erdöl gebildet hatte, das heute in einem Jahr konsumiert wird.«

*Hans Joachim Schellnhuber, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung*

anstieg von rund 80 Zentimetern. Das arktische Meereis dürfte in den Sommermonaten dann vollständig verschwinden! »Es ist bereits fünf nach zwölf!«, mahnt der Paläoklimatologe Gerald Haug von der ETH Zürich. »Wenn wir so weitermachen, haben wir bald Bedingungen wie im Pliozän vor über drei Millionen Jahren – mit eisfreier Nordhemisphäre.«

Ein besonderes Problem stellen die riesigen Permafrostgebiete in Alaska, Kanada, Grönland und Sibirien dar. Wenn diese auftauen, werden ungeheure Mengen Methan freigesetzt. Das Gas, das beim Abbau der organischen Substanzen entsteht, ist in seiner Wirkung als Treibhausgas etwa 25-fach stärker als Kohlendioxid. Die Erderwärmung würde auf diese Weise zusätzlich beschleunigt. Hinzu kommt: Die Veränderungen vollziehen sich innerhalb so kurzer Zeit, dass viele Ökosysteme damit überfordert sind und sich nicht rechtzeitig anpassen können. Ein massenhaftes Artensterben wäre die Folge.

Um solch eine »Heißzeit« mit ihren noch nicht absehbaren Konsequenzen zu verhindern, forderten die EU-Vertreter 2009 auf dem Weltklimagipfel in Kopenhagen, den Anstieg der mittleren globalen Temperatur auf zwei Grad Celsius zu begrenzen. Ein Jahr später wurde das

wenn wir spätestens bis zum Ende dieses Jahrhunderts CO<sub>2</sub>-neutral wirtschaften. »Irgendwo muss man eine Linie ziehen, und bei diesem Wert nehmen wir schon in Kauf, dass wohl einige Inselstaaten im Meer verschwinden«, verteidigt Hans Joachim Schellnhuber, Leiter des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, das Zwei-Grad-Ziel, das von manchen Fachleuten als »nicht ausreichend« kritisiert wird. Um es mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent einzuhalten, dürfte der Anteil von Kohlendioxid in der Atmosphäre allerdings nicht wesentlich über 450 Moleküle CO<sub>2</sub> pro einer Million Luftteilchen (ppm) steigen. 400 ppm haben wir jedoch bereits erreicht – ein Wert, wie er in den vergangenen 800 000 Jahren nicht vorgekommen ist. Seit der industriellen Revolution ist der CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre um ein Drittel angestiegen. Die Forscher des Weltklimarats fordern daher eine »Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen in allen Sektoren bis zum Jahr 2050 von 40 bis 70 Prozent gegenüber dem Jahr 2010.« Diese sei ebenso notwendig wie Emissionen nahe null oder darunter im Jahr 2100.

Wer auf die gegenwärtigen Entwicklungen in der Welt schaut, der kann

angesichts dieser Herausforderung verzweifeln. Viele Klimaforscher sind skeptisch. Doch fragt man Energie- und Wirtschaftsexperten, sagen immerhin einige: Warum nicht? Und verweisen auf die einzigartige Erfolgsgeschichte der erneuerbaren Energien.

Als Kanzlerin Angela Merkel nach dem Reaktorunfall in Fukushima den Ausstieg aus der Atomwirtschaft in Deutschland ankündigte, stellte sich die Frage, wodurch die Energie der abgeschalteten Kernkraftwerke ersetzt werden soll. Die »Energiewende« wurde zu einem geflügelten Wort, und eine Reihe von Studien belegten, dass nicht nur in Deutschland bis zum Ende dieses Jahrhunderts ein intelligenter Mix von Wasserkraft, Erdwärme, Solar-, Wind- und Bioenergie den Energiebedarf durchaus decken könnte.

»100 Prozent Erneuerbare sind möglich!«, war die Mut machende Botschaft und befeuerte zusätzlich einen Boom, der bereits in den 1990er Jahren seinen Anfang genommen hatte. Im vergangenen Jahr lieferten erneuerbare Energien bereits mehr als ein Viertel der Bruttostromerzeugung in Deutschland. Sie hat sich damit seit dem Jahr 1998 mehr als versechsfacht. Weltweit blicken viele derzeit mit Bewunderung auf das deutsche Experiment: Wird es einer der führenden Wirtschaftsnationen wirklich gelingen, von der Abhängigkeit von Öl, Kohle, Erdgas und Kernenergie loszukommen?

#### FOSSILE BRENNSTOFFE VERLIEREN AN BEDEUTUNG

Doch Länder wie Norwegen, Schweden oder Costa Rica sind noch weiter. Sie produzieren dank eines hohen Wasserkraftanteils bereits mehr als die Hälfte ihres Bedarfs aus erneuerbaren Energien. Indien hat seine Windkraftleistung in den vergangenen zehn Jahren verzehnfacht. Selbst Emissionsweltmeister China hat 2014 erstmals mehr Anlagenkapazitäten im Bereich der Erneuerbaren aufgebaut als im Kohlektor.

Inzwischen stammt fast ein Fünftel der weltweit genutzten Energie aus regenerativen Quellen. Das geht aus dem aktuellen



»Globalen Status Report Erneuerbare Energien« hervor. In dem Bericht des renommierten politischen Netzwerks REN21 steht auch: In 2014 wuchs die Weltwirtschaft zum ersten Mal seit vier Jahrzehnten, ohne dass zugleich auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen anstiegen. Für die Autoren ist dies ein Indiz für die schwindende Bedeutung fossiler Brennstoffe.

Dafür spricht, dass auch der Finanzmarkt in Bewegung kommt. Immer mehr Investoren ziehen ihr Geld aus dem einst so krisensicheren Öl-, Gas und Kohlegeschäft ab – auch, weil sie das wachsende Risiko einer »Kohlenstoffblase« fürchten. Denn wenn die Förderung fossiler Brennstoffe infolge eines internationalen Überkommens reduziert würde, verlören große Energiekonzerne wie Exxon, Shell oder BP massiv an Wert.

Selbst die Experten der eher konservativen Internationalen Energieagentur (IEA) – einer autonomen Einrichtung der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) – sehen mittlerweile angesichts der wachsenden Investitionen in die regenerativen

gelöst werden. »Die größten Schwierigkeiten in der Versorgung mit erneuerbaren Energien liegen derzeit nicht in der Energiegewinnung, sondern vielmehr in der Verteilung«, kritisierte die Energieökonomin Claudia Kemfert auf der GDCh-Diskussionsveranstaltung »Willkommen im Anthropozän« in München. »Vor allem die Netze müssen intelligenter und nachhaltiger werden: Sie sollen Strom- und Datenmengen transportieren und Schwankungen von Sonnen- und Windenergie auffangen.«

Zusätzlich müssen bessere Energiestandards bei Neubauten und effektivere Wärmedämmung durchgesetzt und sukzessiv alternative Mobilitätskonzepte realisiert werden. Denn die herkömmlichen Benzin- und Dieselmotoren sind regelrechte Energievernichtungsmaschinen. Sie setzen gerade einmal 30 Prozent der im Treibstoff enthaltenen Energie in Vorwärtsbewegung um. Elektromotoren schaffen 80 Prozent.

Eine weitere wichtige Hürde findet bislang nur wenig Beachtung: Viele Industrieanlagen wie Stahl- und Betonwerke heizen ihre Öfen nicht nur mit

Rohstoff zu nutzen, meint Robert Schlögl vom Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion. Wissenschaftler in aller Welt arbeiten derzeit mit Hochdruck daran, das reaktionsträge Gas mit Katalysatoren oder Bakterien in verwertbare Substanzen wie Methan, Ethanol oder Kunststoffe umzuwandeln. Erste Testanlagen sind unter anderem in Deutschland und China bereits im Einsatz.

#### PREISWERTE ENERGIEWENDE

Der Boden für eine CO<sub>2</sub>-arme Wirtschaft ist also bereitet, die maßgeblichen Technologien sind vorhanden. Entsprechend nah wähnt der amerikanische Ökonom, Politikberater und Publizist Jeremy Rifkin auch die Energierevolution. Entscheidend dafür sei aber, dass sich die politischen Rahmenbedingungen in Europa, den USA und den großen Schwellenländern verändern und die Investitionen dafür aufzubringen sind. Die Einsicht, dass dies passieren muss, ist offensichtlich bereits vorhanden.

Beim Gipfel der G-7-Staaten auf Schloss Elmau verständigten sich die anwesenden Staats- und Regierungschefs immerhin darauf, im Laufe des 21. Jahrhunderts auf fossile Energieträger zu verzichten und eine »Dekarbonisierung« der Weltwirtschaft zu erreichen. Die IEA geht von 26 Billionen Dollar aus, die Staaten und Unternehmen weltweit bis 2030 ohnehin in neue Infrastrukturen und Energieversorgungen investieren müssen. Lediglich elf Billionen seien zusätzlich nötig, um mithilfe von regenerativen Energien den Klimawandel in Grenzen zu halten.

Und so ist Jeremy Rifkin auch überzeugt, dass die »dritte industrielle Revolution« gelingen wird: »Im 21. Jahrhundert werden Hunderte von Millionen Menschen ihre eigene grüne Energie erzeugen – in ihren Häusern, in Büros, in Fabriken – und diese mit anderen über intelligente dezentrale Stromnetze – »Internetze« – teilen, so wie die Menschen heute ihre eigenen Informationen erstellen und über das Internet mit anderen teilen.«

## »Wir sollten nicht von Dekarbonisierung reden. CO<sub>2</sub> ist nicht das böse Molekül! Präziser ist der Terminus »Defossilisierung«.

*Robert Schlögl, Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion*

Energiequellen noch eine realistische Chance, das Zwei-Grad-Ziel einzuhalten. Allerdings sind dafür zusätzliche Anstrengungen für mehr Energieeffizienz, die Streichung der Subventionen für fossile Energieträger, reduzierte Methanemissionen in der Öl- und Erdgasproduktion sowie das konsequente Abschalten alter Kohlekraftwerke nötig. »Die Kosten für den Klimaschutz werden von Jahr zu Jahr höher«, sagt IEA-Chefin Maria van der Hoeven: »Schnell zu handeln, ist jetzt entscheidend.«

Vor allem die Probleme beim Netzausbau sowie bei der Speicherung – zum Ausgleich von Spitzen und Flauten bei der Solar- und Windenergie – müssen rasch

großen Mengen von Kohle und Öl, sondern auch mit alten Autoreifen oder Abfällen aus dem Dualen System. Umweltverbände und Energieexperten fordern, dass solche extrem schmutzigen Anlagen sowie Kohlekraftwerke – von denen viele noch längere Laufzeiten vor sich haben – ihre Abgase künftig nicht mehr einfach in die Luft blasen dürfen. In einer Zeit des Übergangs sollen ihre Betreiber das Klimagas stattdessen herausfiltern und unschädlich machen. Ein Verpressen und Speichern im Boden ist technisch möglich, aber kostspielig und umstritten.

Eine interessante Alternative könnte sein, das CO<sub>2</sub> aus solchen Anlagen als



DER BÜROSTUHL VON HERMAN MILLER  
WIRD NACH DEM CRADLE-TO-  
CRADLE-KONZEPT HERGESTELLT –  
ALSO AUS RECYCELTEN  
MATERIALIEN, DIE SICH  
IHRERSEITS LEICHT WIEDER-  
VERWENDEN LASSEN.



# ENDE DER VERSCHWENDUNG

IN EINIGEN JAHRZEHTEN WERDEN 10 MILLIARDEN MENSCHEN DIE ERDE BESIEDELN. DAMIT UNSERE NACHKOMMEN IN WOHLSTAND LEBEN KÖNNEN, MUSS DIE WEGWERFMENTALITÄT EIN FÜR ALLE MAL EIN ENDE HABEN.

Von Weitem wirken die berühmten Lummenfelsen auf Helgoland idyllisch wie immer. Rund 20 000 Seevögel zieht es jedes Jahr zu dem roten Sandsteinkliff inmitten der Nordsee, um dort zu brüten. Möwen, Trottellummen, Basstölpel, Alke und Eissturmvögel sitzen dicht an dicht, kreischen, schnattern und schreien aufgeregt durcheinander. Jeder noch so kleine Felsvorsprung ist besetzt und durch Vogelkot weiß getüncht.

Doch beim Näherkommen sind vielerorts grelle, unnatürliche Farben zu erkennen: gelbe, blaue, grünliche und orange Flecken. Denn immer häufiger polstern die Meeresvögel ihre Nester statt mit Tang und Seegras mit bunten Plastikfetzen und Überresten von Fischernetzen aus. Das Material finden sie auf hoher See oder am Strand. Dabei verheddern sich immer wieder Tiere in dem Kunststoffmüll und verenden jämmerlich. Manche Kadaver hängen jahrelang am Felsen.

Der Abfall wird nicht nur in den Nestern verbaut, sondern auch gefressen. Nils Guse, Biologe am Forschungs- und Technologiezentrum Westküste in Büsum, fand heraus: Über 90 Prozent aller Eissturmvögel in der Nordsee haben Plastik-

müll im Magen, im Durchschnitt 30 Partikel. »Wir leben im Plastoän«, sagte Guse im Juli 2015 der ZEIT.

Kaum noch eine Meereszone ist wirklich frei davon, auch wenn man das Material meistens kaum sieht, weil Wellen und UV-Strahlung es mit der Zeit in winzige Teilchen zerlegen. Etwa 70 Prozent davon sinken über kurz oder lang auf den Meeresboden, schätzen Experten des Umweltbundesamtes. Ein Teil wird an die Strände gespült. Einiges kommt in die Nahrungskette, weil viele Meeresorganismen, vom Zooplankton bis zur Seeschildkröte, die bunten Schwebstoffe für Nahrung halten.

Ins Meer gelangt der Kunststoffmüll häufig über Flüsse, etwa wenn er irgendwo im Hinterland von schlecht gesicherten Deponien verweht oder einfach in die Landschaft geworfen wird. Und obwohl es international längst verboten ist, entsorgen Schiffsbesatzungen ihre Abfälle noch immer häufig auf offener See. Zudem verlieren die Fischfangflotten unzählige Netze und Gerätschaften.

Eine schnelle Lösung der Misere ist nicht in Sicht: Eine Plastiktüte etwa treibt zwischen 10 und 20 Jahren umher, bis sie

vollständig zerrieben ist. Fangnetze und Nylonangelschnüre benötigen gar an die 600 Jahre, bis sie sich aufgelöst haben.

Die Folgen der Kunststoffschwemme sind nicht nur in den Ozeanen und an den Stränden zu beobachten. Selbst im Sand entlang des glasklaren Gardasees fanden Wissenschaftler kürzlich bis zu 1000 Mikroplastikpartikel pro Quadratmeter. Und an der Küste von Hawaii entdeckten Geologen so viele Gebilde aus geschmolzenen Kunststoffen, Vulkangestein, Korallenfragmenten und Sandkörnern, dass sie ein neues Gestein taufte: Plastikglomerat.

Es ist ein Synonym für die große Verschwendung unserer Zeit, die natürlich nicht auf Kunststoffe beschränkt ist. Auch Gold, Kupfer, Aluminium und seltene Erden landen noch immer überwiegend achtlos auf Deponien. In einem Bericht der United Nations University heißt es, dass der Berg von Elektroschrott in 2014 eine Rekordmenge von 41,8 Millionen Tonnen erreicht hat – das entspricht der Ladung von mehr als einer Million Lastwagen, die aufgereiht eine Länge von 23 000 Kilometern ergäben. Nur ein Sechstel des Elektroabfalls, so

heißt es in der Studie, werde wiederverwertet. Ein schrecklicher Fehler, denn in dem recycelten Teil konnten so unter anderem immerhin 300 Tonnen Gold wiedergewonnen werden, ein Zehntel der Jahresproduktion von 2013!

»Wir interessieren uns viel zu wenig dafür, was mit Konsumgütern geschieht, nachdem wir sie genutzt haben«, kritisiert der Chemiker Armin Reller, Professor für Ressourcenstrategie an der Universität Augsburg. So würden viele Rohstoffe in einem Maß »verteilt, vermischt oder verdünnt«, dass wir sie nicht wirtschaftlich effizient in den Stoffkreislauf zurückführen können. Titandioxid etwa, das ein wichtiger Bestandteil von Sonnencremes ist, gelangt durch sonnenhungrige Touristen in die letzten Winkel der Erde und geht in Seen und Meeren unwiederbringlich verloren. Ähnliches gilt für die winzigen Mengen seltener Erden und anderer Wertstoffe in Milliarden von Mobiltelefonen.

#### DIE HERAUSFORDERUNG: GLOBAL DENKEN

Ohne eine weltweit funktionierende Kreislaufwirtschaft werden Konflikte um Wasser, Rohstoffe und Nahrung immer bedrohlicher. Bereits jetzt leben wir über unsere Verhältnisse: Nach Berechnungen des Global Footprint Network hat die Menschheit in 2014 innerhalb von acht Monaten die globalen Ressourcen des ganzen Jahres verbraucht. Alles danach war: Raubbau.

Doch wie kann der Übergang von der Wegwerfwelt zu einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise schnell genug gelingen? Indem wir Müll möglichst vermeiden? So, wie es die New Yorker Studentin Lauren Singer vormacht, deren Abfall eines Jahres in drei Einmachgläser passt? In ihrem Blog [www.trashisfortossers.com](http://www.trashisfortossers.com) – »Abfall ist etwas für Idioten« – informiert sie ihre wachsende Anhängerschaft, wie ihr das gelingt. Askese als hipper Lifestyle. Originell und bewundernswert, aber sicherlich nicht massentauglich.

Da ist das Konzept der »Sharing Economy« vielversprechender: Teilen und

Tauschen, vom Fahrrad bis zum Sattelschlepper. »Wenn man bedenkt, dass beispielsweise ein Carsharingauto rund acht private Pkw ersetzt«, so der Nachhaltigkeitsexperte Harald Heinrichs von der Leuphana-Universität Lüneburg, »dann werden natürlich Ressourcen geschont.« Nur auf den globalen Müllberg haben solche Initiativen bislang kaum Auswirkungen.

Und Recycling? Es gibt sie ja hierzulande seit geraumer Zeit: die Mülltrennung, die Gelben Säcke und eine florierende Recyclingindustrie. »Der Begriff ›Kreislauf‹ klingt ungemein beruhigend«, moniert Jens Kersten, Autor des Buches »Das Anthropozän-Konzept« und Rechtswissenschaftler an der Ludwig-Maximilians-Universität München: »Im Kreislauf gibt es keine Verluste, alles ist Ressource. Nur: So einfach funktioniert das natürlich nicht.« Wie Kersten ausführt, landen viele Stoffe nach ein paar Recyclingdurchgängen eben doch in der Müllverbrennungsanlage. Außerdem würden wir einen guten Teil unseres Mülls, vor allem Elektroschrott, nach wie vor ins Ausland exportieren.

Auch eine Steigerung der Ressourceneffizienz scheint eine sinnvolle Maßnahme gegen die Rohstoffverschwendung zu sein. Tatsächlich hat sich das Verhältnis von eingesetzten Rohstoffen und Produktivität in vielen Industriestaaten stark verbessert. Deutschland nimmt dabei einen Spitzenplatz ein: Während in den Jahren 2000 bis 2010 das Wirtschaftswachstum stark anstieg, sank der Rohstoffbedarf gut 11 Prozent. Ein Erfolg, der das Thema hoch auf die politische Agenda hievt. In der Abschlusserklärung des G-7-Gipfels in Elmau heißt es: »Wir streben eine Verbesserung der Ressourceneffizienz an, die wir für die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie, für Wirtschaftswachstum und Beschäftigung sowie für den Schutz der Umwelt, des Klimas und des Planeten für entscheidend halten.«

Gerade im Bereich der chemischen Industrie, die stark von fossilen Rohstoffen abhängig ist, sind viele Produktions-

prozesse heute deutlich wirtschaftlicher als vor 20 Jahren. »Mit nachhaltiger, »grüner« Chemie sparen viele Unternehmen echtes Geld«, sagt GDCh-Präsident Thomas Geelhaar. »Nach der Energie- und Mobilitätswende werden wir eine Chemiewende anpacken müssen.«

#### DIE CHEMIE DES KOMPOSTES

Mark Gronnow vom Biorenewables Development Centre im britischen York sieht gute Chancen, dass sich aus Abfällen aus der Landwirtschaft und der Lebensmittelproduktion bis 2050 fast die Hälfte der Massenchemikalien herstellen lassen. Langfristig reiche eine optimierte Rohstoffnutzung aber nicht aus, es müsse einen echten Sinneswandel im produzierenden Gewerbe geben, fordert Klaus Kümmerer, Direktor des Instituts für Nachhaltige Chemie und Umweltchemie in Lüneburg. Beispielsweise sei ein Hersteller von Desinfektionsmitteln bislang in erster Linie daran interessiert, möglichst große Mengen davon zu verkaufen. Dabei sei doch seine eigentliche Expertise die »Keimfreiheit«. »Wenn er sich also für das Keimmanagement statt für Kanister mit Desinfektionslösung bezahlen ließe, wäre er selbst erpicht darauf, so wenig wie möglich davon einzusetzen.«

Michael Braungart geht das alles nicht weit genug. Der Chemiker und Verfahrenstechniker hält das »Basteln« an immer effizienteren Lösungen, die weniger giftig sind oder weniger Rohstoffe benötigen, für vertane Zeit – und sogar für gefährlich: »Indem wir das Falsche perfekt machen, machen wir es perfekt falsch«, sagt er provokativ. »Ein Produkt, das zu Abfall wird, ist einfach ein schlechtes Produkt.«

Braungart eckt gerne an – um auf diese Weise zum Nachdenken zu animieren. Er will das Ende der Verschwendung erreichen, indem er die Dinge neu erfindet, anstatt sie »schrittchenweise« zu verbessern. »Unternehmen sollen Verbrauchsgüter so umweltfreundlich produzieren, dass man sie bedenkenlos auf den Kompost werfen kann. Gebrauchsgüter hingegen soll man so herstellen, dass sie nach



der Benutzung wieder und wieder recycelt werden können.«

Für Braungart gibt es keinen Abfall, nur »Nährstoffe«, die sich entweder rückstandslos abbauen oder dauerhaft in Produktionskreisläufe zurückführen lassen, ohne substanziell an Materialwert zu verlieren. »Die entwickelten Produkte sollen nicht nur unschädlich, sondern in besonderer Weise nützlich für Mensch und Umwelt sein.« Er will durch intelligentes Produktdesign »upcyclen«, einen steten Zuwachs an Innovation und Nutzen generieren.

Das ist mit knappen Worten das Cradle-to-Cradle-Designkonzept, »von der Wiege zur Wiege«, kurz C2C, das er und sein Partner, der amerikanische Architekt William McDonough, vor mehr als einem Jahrzehnt entwickelt haben. Michael Braungart ist seither viel unterwegs – besonders häufig in den USA und den Niederlanden, wo seine Ideen mehr Resonanz als hierzulande finden. Der 57-Jährige lehrt an der Rotterdam School of Management, leitet die Environmental Protection Encouragement Agency (EPEA) in Hamburg und ist Mitbegründer von McDonough Braungart Design Chemistry in Charlottesville. Brad Pitt und Steven Spielberg sind erklärte Fans seiner Ideen. Bill Clinton schreibt im Vorwort über das aktuelle Buch von McDonough und Braungart, »Intelligente Verschwendung: «Es ermutigt uns, allein durch genaues Hinschauen Lösungen und Innovationen zu finden und diese mutig in die Tat umzusetzen.«

Im »Showroom« der EPEA vis-à-vis des Hamburger Rathauses stapeln sich Produkte, die nach den C2C-Prinzipien entwickelt wurden. In einer Ecke sind verschiedenfarbige Teppichmuster aufgeschichtet, aus einem Material, das nicht nur wesentlich mehr Feinstaub binden kann als herkömmliche Gewebe, sondern sich nach Abnutzung auch vollständig wiederverwerten lässt. Daneben steht ein recycelbarer Staubsauger. Schaufensterpuppen tragen Kleidungsstücke, vom Trainingsanzug bis zur Berufskleidung. Darunter auch ein T-Shirt, das sich



UM EIN GRAMM GOLD ZU  
GEWINNEN, MÜSSEN MINEN-  
BETREIBER 1 TONNE GESTEIN  
AUFBEREITEN. GENAUSO VIEL  
GOLD STECKT IN  
40 MOBILTELEFONEN.

kompostieren lässt und innerhalb weniger Monate rückstandslos zersetzt. Im gesamten Herstellungsprozess des Baumwollstoffs fallen keinerlei unverwertbaren oder problematischen Stoffe an.

Um Seminartische stehen Schreibtischstühle, deren Material sich rund 200-mal recyceln lässt, und Bürostühle, deren Sitzbezüge – im Prinzip jedenfalls – essbar sind. »Die schmecken natürlich nach nichts«, merkt Michael Braungart an, »aber Ballaststoffe sollen ja gesund sein.« Er präsentiert unter anderem Papierhandtücher und Toilettenpapier, die das Wasser »ausnahmsweise nicht mit Halogenverbindungen kontaminieren«, zeigt giftfrei gegerbtes Leder, das mit Auszügen aus Olivenblättern behandelt ist, und den ersten Flachbildfernseher, der 30 000-mal weniger Stoffe an die Umgebung abgibt als andere Geräte. Dachpappen aus Pflanzenölen und umweltfreundliche Dämmmaterialien sind zu sehen, Styroporsersatz aus geschäumter Polymilchsäure und viele andere unterschiedliche

Verpackungsmaterialien – alle entweder biologisch abbaubar oder aus sortenreinem, leicht recycelbarem Kunststoff.

Braungart und seinem Team geht es meist darum, Herstellungsprozesse bis ins kleinste Detail zu analysieren und problematische Stoffe und Produktionsschritte durch umweltverträgliche zu ersetzen. Für das Papierhandtuch musste er 29 von 30 Prozesschemikalien austauschen, bis das Produkt wirklich vollkommen unschädlich war. »Der Aufwand ist am Anfang hoch, aber dann sind die meisten dieser Produkte auch nicht teurer herzustellen als vergleichbare Waren«, betont Braungart.

Manchmal sind es schon kleine Änderungen, die große Wirkung zeigen. Etwa im Fall der Bierdose der Firma Carlsberg, deren Grün erst auf den zweiten Blick von der gewohnten Farbe abweicht. Der Grund: Der Lack ist von anderer Zusammensetzung. Dafür ist er völlig giftfrei und liefert Energie für das Einschmelzen der Dose.

Tatsächlich stoßen die Cradle-to-Cradle-Ideen in der Industrie durchaus auf Interesse – und zwar nicht nur, weil sie einem grünen Image dienen. Hersteller wie Shaw Floors, Steelcase oder Trigema verdienen inzwischen mit C2C gutes Geld und weiten permanent ihr Angebot aus. Inzwischen gibt es über 2000 C2C-Produkte. Das fünfgeschossige Woodcube-Holzhaus in Hamburg erfüllt die Kriterien genauso wie Containerschiffe der dänischen Reederei Maersk. »Ich bin wirklich verblüfft, wie schnell sich die Idee verbreitet«, sagt Braungart. Er habe damit gerechnet, dass sie sich allenfalls mit der Geschwindigkeit des Frauenwahlrechts durchsetzen würde.

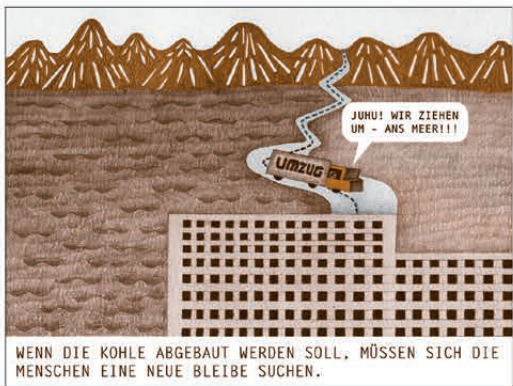
Er ist überzeugt, dass auf der Erde auch zehn Milliarden Menschen gut leben können – wenn wir es schaffen, entsprechend zu handeln. »Der Wandel vollzieht sich natürlich nicht blitzartig. Aber vom solarbetriebenen Google-Campus bis zur Phosphatrückgewinnung aus Abwässern in den Niederlanden, in Kanada, in Japan und anderswo: Die Revolution ist schon in Gang gekommen.«



FÜR DIE AUSSTELLUNG »WILLKOMMEN IM ANTHROPOZÄN« IM DEUTSCHEN MUSEUM IN MÜNCHEN ZEICHNETEN 30 JUNGE KÜNSTLERINNEN UND KÜNSTLER COMICS ZUM THEMA. SO WIE RUOHAN WANG, STUDENTIN AN DER UNIVERSITÄT DER KÜNSTE IN BERLIN, DEREN GESCHICHTE ZUR BRAUNKOHLE WIR HIER ZEIGEN.



SEIT JAHRMILLIONEN LIEGEN BRAUNKOHLESCHICHTEN UNTER DER ERDE.



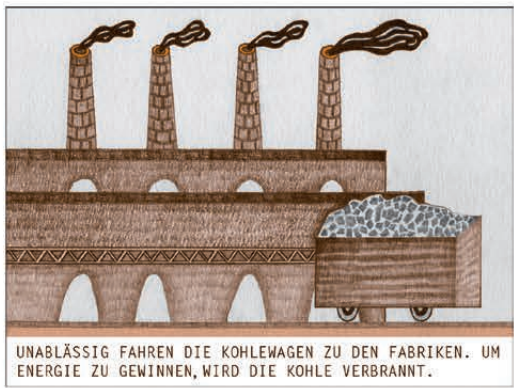
WENN DIE KOHLE ABGEBAUT WERDEN SOLL, MÜSSEN SICH DIE MENSCHEN EINE NEUE BLEIBE SUCHEN.



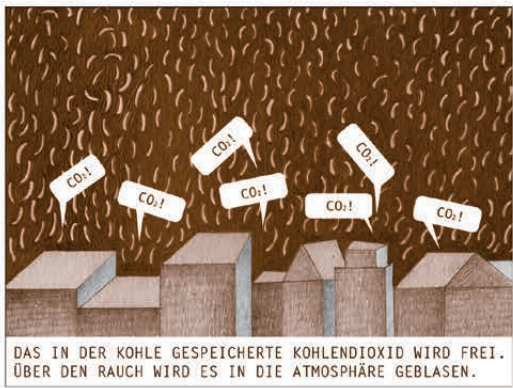
DER ABBAU DER KOHLE WIRKT SICH AUF DAS GRUNDWASSER, DIE VEGETATION UND DIE GESAMTE LANDSCHAFT AUS.



INDUSTRIE SIEDELT SICH AN. SIE IST HUNGRIG NACH ENERGIE.



UNABLÄSSIG FAHREN DIE KOHLEWAGEN ZU DEN FABRIKEN. UM ENERGIE ZU GEWINNEN, WIRD DIE KOHLE VERBRANNT.



DAS IN DER KOHLE GESPEICHERTE KOHLENDIOXID WIRD FREI. ÜBER DEN RAUCH WIRD ES IN DIE ATMOSPHÄRE GEBLASSEN.



KOHLENDIOXID TRÄGT ZUR ERDERWÄRMUNG BEI. FOLGEN SIND NATURKATASTROPHEN UND DER ANSTIEG DES MEERESSPIEGELS.



DIE MENSCHEN MÜSSEN WIEDER UMZIEHEN. WO WERDEN SIE IN ZUKUNFT SICHER SEIN?

Aus: Hamann, A. et al. (2015). Anthropozän – 30 Meilensteine auf dem Weg in ein neues Erdzeitalter. Eine Comic-Anthologie. Deutsches Museum München, 80 S.





## LINKS

PAUL CRUTZEN – THE GEOLOGY OF MANKIND

[WWW.STUDGEN.UNI-MAINZ.DE/BOSE04/SCHWERP3/EXPOSE/GEOLOGY.PDF](http://WWW.STUDGEN.UNI-MAINZ.DE/BOSE04/SCHWERP3/EXPOSE/GEOLOGY.PDF)

INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY – ANTHROPOCENE WORKING GROUP

[WWW.QUATERNARY.STRATIGRAPHY.ORG.UK/WORKINGGROUPS/ANTHROPOCENE](http://WWW.QUATERNARY.STRATIGRAPHY.ORG.UK/WORKINGGROUPS/ANTHROPOCENE)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

[WWW.IPCC.CH](http://WWW.IPCC.CH)

BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN

[WWW.WBGU.DE](http://WWW.WBGU.DE)

WELCOME TO THE ANTHROPOCENE

[WWW.ANTHROPOCENE.INFO](http://WWW.ANTHROPOCENE.INFO)

WILLKOMMEN IM ANTHROPOZÄN – SONDERAUSSTELLUNG IM DEUTSCHEN MUSEUM (BIS ENDE 2016)

[WWW.DEUTSCHES-MUSEUM.DE/AUSSTELLUNGEN/SONDERAUSSTELLUNGEN/2014/ANTHROPOZAEN](http://WWW.DEUTSCHES-MUSEUM.DE/AUSSTELLUNGEN/SONDERAUSSTELLUNGEN/2014/ANTHROPOZAEN)

HAUS DER ZUKUNFT – DAS BLOG

[WWW.HAUSDERZUKUNFT.BLOGSPOT.DE](http://WWW.HAUSDERZUKUNFT.BLOGSPOT.DE)

DAS ANTHROPOZÄN-PROJEKT

[WWW.HKW.DE/DE/PROGRAMM/PROJEKTE/2014/ANTHROPOZAEN/ANTHROPOZAEN\\_2013\\_2014.PHP](http://WWW.HKW.DE/DE/PROGRAMM/PROJEKTE/2014/ANTHROPOZAEN/ANTHROPOZAEN_2013_2014.PHP)

ENVIRONMENTAL PROTECTION ENCOURAGEMENT AGENCY – CRADLE TO CRADLE®

[WWW.EPEA-HAMBURG.ORG](http://WWW.EPEA-HAMBURG.ORG)

POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG

[WWW.PIK-POTSDAM.DE](http://WWW.PIK-POTSDAM.DE)

KLIMANAVIGATOR

[WWW.KLIMANAVIGATOR.DE](http://WWW.KLIMANAVIGATOR.DE)

TIME MAGAZINE – TIMELAPSE

[HTTP://WORLD.TIME.COM/TIMELAPSE](http://HTTP://WORLD.TIME.COM/TIMELAPSE)

## BÜCHER

CHRISTIAN SCHWÄGERL

MENSCHEN-ZEIT

2012

Goldmann

384 Seiten

€ 9,99



JEREMY RIFKIN

DIE DRITTE INDUSTRIELLE REVOLUTION

2011

campus

304 Seiten

€ 29,99



RELLER/ HOLDINGHAUSEN

WIR KONSUMIEREN UNS ZU TODE

2013

Westend

224 Seiten

€ 14,99



BRAUNGART/ MCDONOUGH

INTELLIGENTE VERSCHWENDUNG

2014

oekom

208 Seiten

€ 17,95





GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

IMPRESSUM

HERAUSGEBER: GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER  
VARRENTAPPSTR. 40-42, 60486 FRANKFURT/MAIN  
VERLAG: TEMPUS CORPORATE GMBH – EIN UNTERNEHMEN DES  
ZEIT VERLAGS, BÜRO BERLIN, ASKANISCHER PLATZ 3,  
10963 BERLIN, [WWW.TEMPUSCORPORATE.ZEITVERLAG.DE](http://WWW.TEMPUSCORPORATE.ZEITVERLAG.DE),  
[INFO@TEMPUSCORPORATE.ZEITVERLAG.DE](mailto:INFO@TEMPUSCORPORATE.ZEITVERLAG.DE);  
GESCHÄFTSFÜHRUNG: ULRIKE TESCHKE, JAN HAWERKAMP;  
PROJEKT- UND REDAKTIONSLEITUNG: DR. JOACHIM SCHÜRING  
AUTOR: RÜDIGER BRAUN  
EINE KOOPERATION MIT SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT  
VERLAGSGESELLSCHAFT MBH, HEIDELBERG

