

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT

AKTIV FÜRS KLIMA

Klimawandel

Die gängigsten
Mythen

Stellungnahme

»Wir können uns keine
Verzögerung mehr leisten«

Fridays for Future

Warum der Klimastreik
Hoffnung macht



Daniel Lingenhöhl
 Chefredakteur von »Spektrum der Wissenschaft«
 und »Gehirn&Geist«
 E-Mail: lingenhoehl@spektrum.de

Liebe Leserin, lieber Leser,
 das Klima wandelt sich – und das viel schneller als
 irgendwann sonst in den letzten Jahrtausenden. Und
 es wandelt sich weltweit – und nicht nur regional wie
 bei der Kleinen Eiszeit. Besonders betroffen ist jedoch
 momentaner hohe Norden unseres Planeten, die Arktis,
 wo wir zuschauen können, wie das Eis verschwindet
 und die Natur sich verändert. Der Klimawandel besorgt
 deshalb viele Menschen und schon längst nicht mehr
 nur Schülerinnen und Schüler: Wenn sie freitags auf die
 Straße gehen, werden sie von ihren Eltern begleitet und
 aus der Wissenschaft unterstützt. Diese »Kompakt«
 widmet sich nicht nur dem Klimawandel, sondern auch
 den »Fridays for Future« und was wir endlich gegen
 unsere anheizenden Treibhausgasemissionen tun können.

Viele Grüße

Erscheinungsdatum dieser Ausgabe: 02.10.2019

CHEFREDAKTEUR: Dr. Daniel Lingenhöhl (v.i.S.d.P.)

ART DIRECTOR DIGITAL: Marc Grove

LAYOUT: Oliver Gabriel, Marina Männle

SCHLUSSREDAKTION: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies,
 Katharina Werle

BILDREDAKTION: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe

PRODUKTMANAGEMENT DIGITAL: Antje Findeklea,
 Dr. Michaela Maya-Mrschtik

VERLAG: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH,
 Tiergartenstr. 15–17, 69121 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600,
 Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114,
 UStd-Id-Nr. DE229038528

GESCHÄFTSLEITUNG: Markus Bossle

MARKETING UND VERTRIEB: Annette Baumbusch (Ltg.),
 Michaela Knappe (Digital)

LESER- UND BESTELLSERVICE: Helga Emmerich, Sabine Häusser,
 Ilona Keith, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de

BEZUGSPREIS: Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer

ANZEIGEN: Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen
 interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an
 service@spektrum.de.

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei
 der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche
 Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung,
 öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist
 ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig.
 Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag
 zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder
 autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist
 die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzu-
 nehmen: © 2019 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesell-
 schaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe
 in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft
 Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die
 jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und
 Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor,
 Leserbriefe zu kürzen.

Folgen Sie uns:



SEITE
04

KLIMAWANDEL
Die gängigsten Mythen

UNSPLASH / DOMINIK SCHRÖDER

SEITE
28

KOHLEKRAFTWERKE
Aussteigen ist komplex

CREATIVENATURE.NL / STOCK.ADOBE.COM

INTERVIEW ZUR KLIMAKRISE

»Wir können uns keine Verzögerung
mehr leisten«

SEITE
40

UNSPLASH / WOLFGANG HASSELMANN

FRIDAYS FOR FUTURE
Warum der Klimastreik
Hoffnung macht

SEITE
57

DISOBEYART / STOCK.ADOBE.COM

- 04 KLIMAWANDEL
Die gängigsten Mythen
- 13 ARKTIS
Wie sehr der Norden leidet
- 17 FORSTWIRTSCHAFT
Wunderbaum gesucht
- 23 ENERGIEWENDE
Ökostrom: Außen grün, innen grau?
- 28 KOHLEKRAFTWERKE
Aussteigen ist komplex
- 34 KLIMAWANDEL
Erreicht man Umweltbewusstsein
nur über den Geldbeutel?
- 40 INTERVIEW ZUR KLIMAKRISE
»Wir können uns keine Verzögerung
mehr leisten«
- 47 KLIMASCHUTZPAKET DER BUNDESREGIERUNG
Der Berg, der eine Maus gebar
- 50 COVERING CLIMATE NOW
Sollten Wissenschaftler
fürs Klima protestieren?
- 57 FRIDAYS FOR FUTURE
Warum der Klimastreik
Hoffnung macht

KLIMAWANDEL

DIE GÄNGIGSTEN MYTHEN

von Christopher Schrader

Welche Rolle spielt Kohlendioxid tatsächlich? Ist die heutige Erwärmung einzigartig in den letzten Jahrtausenden? Wir widerlegen einige der beliebtesten Behauptungen von so genannten Klimawandelskeptikern.

Covering
Climate
Now

COVERING CLIMATE NOW

Klimaforschung profitiert wie jede Wissenschaft von ihrer Suche nach den besten Antworten, von Skepsis und Widerspruch. Sie präsentiert ihre Ergebnisse einer (Fach-)Öffentlichkeit, die Daten und Schlussfolgerungen prüfen soll. Weil die Dinge so kompliziert sind, kann es zu allen Punkten Fragen und Kritik geben, besonders weil die Resultate Anlass zu weit reichenden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Reformen geben könnten.

Gleichzeitig haben die Gegner solcher Veränderungen den wissenschaftlichen Prozess als vermeintliche Achillesferse einer ambitionierten Klimapolitik erkannt. Schließlich sprechen Wissenschaftler von »Unsicherheit«, wenn sie sich gegenseitig Rechenschaft darüber ablegen, wie genau ihre Messungen und Berechnungen sind. Das zu tun, ist ein Qualitätsmerkmal, wird aber in der Alltagssprache als Mangel abgetan. Wer einzelne Erkenntnisse der Klimaforschung in Frage stellt, kann sowohl ehrenhaft als auch missbräuchlich handeln. Viele Wissenschaftler haben aller-

dings immer wieder die Erfahrung gemacht: Die Gegner einer ambitionierten Klimapolitik haben oft keinerlei Interesse, wirklich etwas zu verstehen, und genauso wenig Neigung, ihre Meinung zu ändern. Im Folgenden präsentieren wir zu einigen der häufigen Einwände daher modellhaft Erwiderungen, die auf dem heutigen Stand der Wissenschaft basieren.

Die Wissenschaft ist sich in Grundfragen vollkommen einig

Wer auf einen Forscherstreit verweisen kann, braucht erst einmal keine Konsequenzen zu ziehen, bis sich die Fachwelt einigt. Daraus entstand sozusagen die Mutter aller Mythen. Die Illusion eines solchen Zwistes versuchen die Gegner einer ambitionierten Klimapolitik oft zu erzeugen, indem sie Forscher in sinnlose Debatten über längst geklärte Fragen verwickeln.

Tatsächlich sind sich die Klimatologen in den Grundfragen ihres Fachs praktisch vollkommen einig – etwa auf dem gleichen Niveau, wie Übereinstimmung über die Relativitätstheorie und ihre Erklärung der Schwerkraft besteht. Der Konsens besagt: Die Erde erwärmt sich, die von der Menschheit freigesetzten Treibhausgase und besonders

Kohlendioxid sind mit 95-prozentiger Sicherheit die dominante Ursache – so steht es im IPCC-Bericht von 2013. »Dominant« heißt je nach untersuchtem Phänomen, dass CO₂ deutlich mehr als die Hälfte und bis zu neun Zehntel des Effekts erklärt. Die amerikanischen Wissenschaftsakademien fassten zuletzt im Juni 2019 zusammen: »Wissenschaftler wissen schon seit einiger Zeit aus vielfältigen Beweisketten, dass die Menschen das Klima der Erde verändern.«

Diese Veränderung ist für das heutige Leben auf der Erde, einschließlich der Menschheit, gefährlich. Die schnelle Erhitzung bedroht Lebensräume, Lebensunterhalt, Lebensmodelle und das Leben selbst. Die Menschheit kann jedoch dagegen ankämpfen, um die größten Risiken abzuwenden. Diese Botschaft hat der Umweltforscher Anthony Leiserowitz von der Yale University zu folgendem Slogan verdichtet: »It's real, it's us, it's bad, experts agree, there's hope.« Es ist die Motivation für Klimaschutz in zehn Wörtern.

Weil die Behauptung, es gäbe keine Einigkeit, die Mutter aller Mythen ist, ist die Korrektur auch die Mutter aller Widerlegung. Forscher in den USA betrachten das Betonen des Konsenses als Portal, um ihre

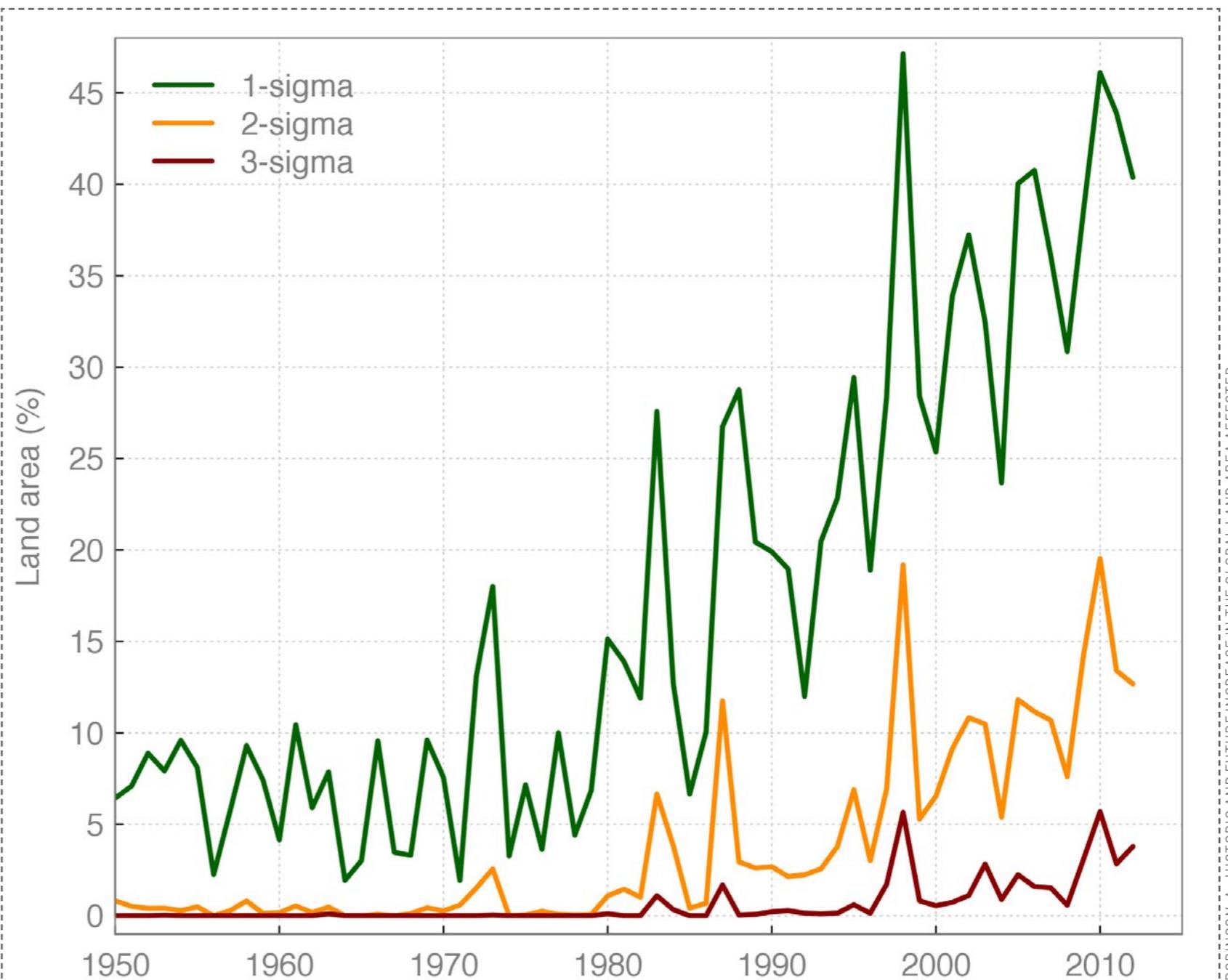
zweifelnden Landsleute zu überzeugen: Wenn es keinen Forscherstreit gibt, dann kann und muss die Politik aus den Ergebnissen der Wissenschaft endlich Konsequenzen ziehen. Diese Idee ist inzwischen ihrerseits so oft wissenschaftlich überprüft worden, dass man sogar von einem Konsens über den Konsens sprechen kann.

Die Einigkeit in Grundfragen bedeutet übrigens nicht, dass die Klimaforschung ein abgeschlossenes Gebiet ist. Wichtige Fragen sind noch ungeklärt, etwa Details der Wolkenbildung oder des Kohlenstoffkreislaufs. Das stellt die Grunderkenntnisse allerdings nicht in Frage.

Das Klima hat sich immer wieder geändert, aber heute passiert etwas anderes

Bilder und Berichte aus früheren Jahrhunderten belegen, dass sich das Klima natürlich auch früher schon geändert hat. Im Hochmittelalter gab es in Europa eine Warmperiode, in deren Verlauf unter anderem die Wikingerüberfälle und ihre Besiedlung von Grönland fielen.

Außerdem zeigen zum Beispiel Bilder alter holländischer Meister, dass im 17. Jahrhundert regelmäßig im Winter die Grachten und Gräben des Landes zufroren. Es



Hitzewellen

Anteil der Landfläche unseres Planeten, deren Monatstemperaturen eine, zwei oder drei Standardabweichungen über dem Mittelwert von 1951 bis 1980 liegt. Zwei Standardabweichungen entsprechen schon einer seltenen Hitzewelle, drei Standardabweichungen kommen in einem stabilen Klima fast nie vor.

war der Höhepunkt einer Kälteperiode in Europa, die oft »Kleine Eiszeit« genannt wird. Sie endete kurz vor der Industrialisierung. Das bestreitet kein seriöser Klimaforscher, es ist jedoch irrelevant für die momentanen Veränderungen.

Der Subtext solcher Behauptungen ist meist: Wenn sich das Klima früher verändert hat, als die Menschheit gar nicht schuld gewesen sein kann, ist sie auch für die heutige Erwärmung nicht verantwortlich. Doch zwischen den Klimaschwankungen der Vergangenheit und den heutigen Veränderungen gibt es gewaltige Unterschiede. In unserer Zeit erwärmt sich die Erde bezogen auf den Zeitraum viel stärker als in der Vergangenheit. Seit der Industrialisierung ist es ungefähr ein Grad pro Jahrhundert wärmer geworden, und betrachtet man den Zeitraum seit ungefähr 1979, beträgt die Erhitzung hochgerechnet sogar 2,5 Grad pro Jahrhundert. Am Übergang von der jüngsten Eiszeit zur Warmzeit, dem dramatischsten natürlichen Klimawandel der vergangenen 100 000 Jahre, heizte sich die Erde nach IPCC-Angaben lediglich um höchstens 0,15 Grad pro 100 Jahre auf. Der heutige Temperaturanstieg verläuft also deutlich schneller.

Die Ursachen früherer Veränderungen sind zwar nicht in allen Einzelheiten geklärt, aber generell bekannt. Sie haben oft mit der Lage der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne zu tun, den so genannten Milankowicz-Zyklen, ebenso wie mit geologischen Prozessen und dem Auf und Ab der Treibhausgase. Doch seit der Industrialisierung hat die Menschheit mit ihrer Energietechnik große Mengen zusätzlicher Treibhausgase freigesetzt. Zurzeit sind es etwa 40 Milliarden Tonnen CO₂ pro Jahr, hinzu kommen Methan, Lachgas, FCKW und andere. Sie fangen einen Teil der Wärmestrahlung auf, die von der Erdoberfläche Richtung Weltraum abgegeben wird, und verändern so die Wärmebilanz der Erde schneller und stärker als natürliche Einflüsse.

Ein weiterer Unterschied zu den historischen Klimaschwankungen ist, dass nur die momentane Erwärmung wirklich ein weltweites Phänomen darstellt – das mittelalterliche Optimum oder die Kleine Eiszeit aber nicht. Das zeigte jüngst wieder eine Untersuchung eines Teams internationaler Klimaforscher um Raphael Neukom von der Universität Bern. Das Konsortium hat Daten aus unterschiedlichen Quellen wie Baumringen, Korallen oder Tropfstei-

nen mit verschiedenen Methoden ausgewertet. Sieben solche Ansätze haben übereinstimmende Werte ergeben. Demnach verlief nur die Erhitzung im 20. und 21. Jahrhundert wirklich auf der ganzen Welt relativ synchron und gleich schnell. Dagegen fand die Kleine Eiszeit im 15. Jahrhundert vor allem im zentralen und östlichen Pazifik statt, im 17. Jahrhundert in Europa und Teilen Nordamerikas, wo viele Zeitzeugen darüber berichteten, und erst Anfang des 19. Jahrhunderts wegen einiger Vulkanausbrüche dann überall sonst.

Es gibt viele Beweise, dass CO₂ die Erwärmung verursacht; es ist ein wichtiges Spurengas

CO₂ macht nur 0,041 Prozent der Atmosphäre aus; davon ist inzwischen ein gutes Viertel von der Menschheit in der Lufthülle freigesetzt worden. Die Konzentration im Frühjahr 2019 betrug 414,8 ppm (parts per million). Vor der Industrialisierung waren es 280 ppm; der so genannte Taylor-Eisbohrkern aus der Antarktis zeigt, dass die Werte in den vergangenen 11 000 Jahren nur um 15 ppm von 265 auf 280 gestiegen sind – und dann in gut 150 Jahren um weitere 130 ppm, mit einer erkennbaren, wei-

teren Beschleunigung in den vergangenen Jahrzehnten. So hoch wie heute war der Spiegel des Gases vermutlich seit ungefähr drei Millionen Jahren nicht mehr; in jener Ära standen die Ozeane wahrscheinlich 20 Meter höher als heute.

Doch der geringe Anteil von CO₂ macht die Erde erst zum lebenswerten Planeten. Ohne die Atmosphäre, die mit ihrem Treibhauseffekt einen Teil der abgestrahlten Wärme auffängt, wäre die Erde nach einfachen physikalischen Gesetzen im Durchschnitt etwa minus 18 Grad Celsius kalt; das meiste Wasser wäre gefroren. Stattdessen liegt die Mitteltemperatur aber bei plus 15 Grad Celsius: Ozeane wogen, Flüsse fließen, Quellen sprudeln. Diese Zusammenhänge wurden bereits im 19. Jahrhundert von Joseph Fourier, John Tyndall und vor allem Svante Arrhenius erkannt.

Manche bezweifeln dennoch, dass CO₂ wirklich die Erde erwärmt. Sie machen sich gern über öffentliche Experimente lustig, wonach erhöhte CO₂- und Methanspiegel in der Luft zu höheren Temperaturen führen, etwa eine Demonstration der US-Fernsehshow »Mythbusters«. Denn solche Versuche werden mit weit überhöhten Werten der Treibhausgase im Prozent- statt

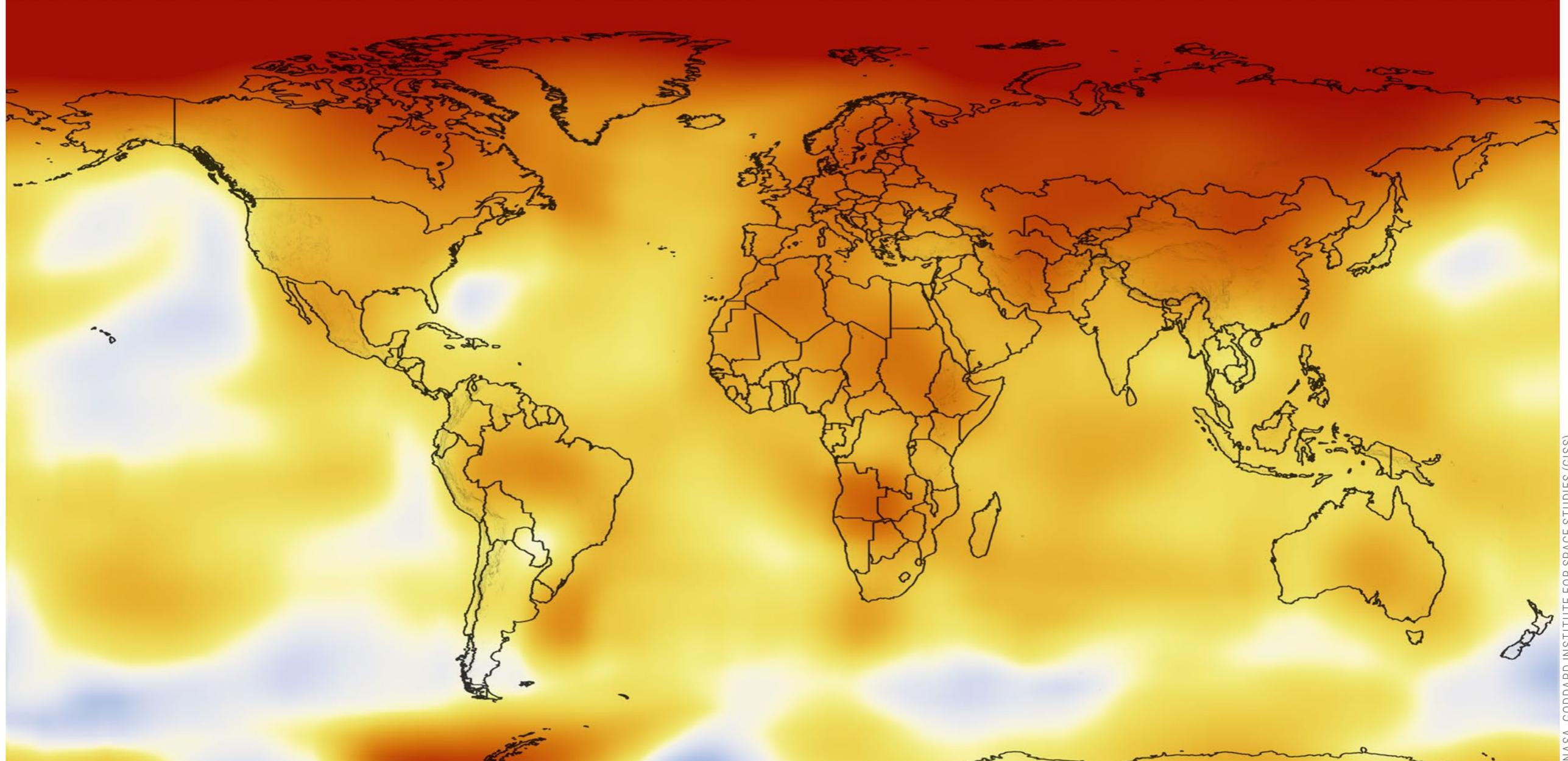
ppm-Bereich gemacht. Klimawandelleugner erklären sie darum gern zur Manipulation. Tatsächlich geht es aber um einen qualitativen Nachweis: In den kleinen Volumina der Testgefäße und in der begrenzten Zeit würde sich sonst überhaupt kein messbarer Effekt zeigen. Es kommt schließlich darauf an, wie oft Wärmestrahlen auf dem Weg durch das Volumen auf Kohlendioxidmoleküle treffen und von diesen aufgehalten werden können. Im Experiment wird die Länge in Zentimetern gemessen, in der Atmosphäre in Kilometern. Um diesen Faktor auszugleichen, muss die Konzentration erhöht werden.

In der Tat ist es so, dass Satelliten genau messen können, wie die von der Erde ins Weltall abgestrahlte Wärmeenergie abnimmt – weil Kohlendioxid und andere Treibhausgase die Wärme in der Atmosphäre halten und auf die Oberfläche zurückstrahlen. Gleichzeitig zeigen Messgeräte am Boden, wie hier mehr langwelliges Infrarot von oben ankommt. Beide Ergebnisse passen zur Theorie, dass Kohlendioxid für die Erwärmung verantwortlich ist.

Für Verwirrung unter Laien sorgt auch, dass manche Grafiken zeigen, wie die Temperaturen etwa am Ende einer Eiszeit vor

den CO₂-Werten zu steigen beginnen. Wie soll das damit verträglich sein, dass Kohlendioxid die Erwärmung auslöst, fragen dann einige. Doch dass die zyklischen Kalt- und Warmzeiten der letzten zwei Millionen Jahre ihren Ursprung in regelmäßigen Veränderungen der Erdbahn haben, ist seit Jahrzehnten bekannt. Während die Astronomie den groben Rhythmus vorgibt, erzeugt das Kohlendioxid durch eine positive Rückkopplung die starken Erwärmungen am Ende jeder Kaltzeit. Am Beispiel der letzten Eiszeit hat eine Studie von 2012 die Vorgänge erklärt. Zunächst erwärmte sich die Antarktis durch Veränderungen in der Erdbahn um die Sonne. Das setzte dort CO₂ in die Atmosphäre frei, und dieses verstärkte die Erwärmung so sehr, dass sie zum globalen Phänomen wurde. Mehr als 90 Prozent des Temperaturanstiegs passierten dann nach dem Anstieg der Kohlendioxidkonzentration.

Schließlich gibt es noch den Einwand, das Treibhausgas Kohlendioxid sei doch eigentlich ein Dünger und Pflanzennahrung. Und wirklich haben viele Pflanzen von dem bisherigen Anstieg der CO₂-Werte profitiert. Die Satelliten stellen eine Ergrünung des Planeten fest. Der IPCC konstatiert im jüngs-



NASA, GODDARD INSTITUTE FOR SPACE STUDIES (GISS)

ten Landreport, etwa ein Viertel bis zur Hälfte der Landfläche sei grüner und nur ein Bruchteil brauner geworden. Besonders in höheren Breiten, also näher an den Polen, bemerken die Forscher erhöhte Erträge für Getreide, Zuckerrüben und Baumwolle. Auch Bananen wachsen heute besser als 1961. Dabei spielen neben dem erhöhten CO₂-Spiegel die Folgen der Erderwärmung, zum Beispiel verlängerte Vegetationsperio-

den, sowie menschliche Eingriffe wie verstärkte Düngung über die Atmosphäre eine Rolle.

Zum Problem wird jedoch, dass sich gleichzeitig die Luft erwärmt und Wetterextreme zukünftig zunehmen können und/oder sich intensivieren. Darum warnt der Weltklimarat auch vor zunehmender Nahrungsmittelunsicherheit in der Zukunft. In niedrigeren Breiten, das heißt Richtung Tro-

ERDERWÄRMUNG

Abweichungen der Durchschnittstemperaturen der Jahre 2005 bis 2009 verglichen mit der Zeit von 1951 bis 1980: Gelbe und rote Töne geben höhere, blaue Farben kühlere Werte wieder. Im globalen Rahmen zeichnet sich eine deutliche Erwärmung ab, die in der Arktis besonders ausgeprägt ausfiel.

pen, sinken die Erträge bereits. Von den Bananenexporteuren könnten Brasilien und Kolumbien als Erste von zurückgehenden Ernten betroffen sein.

Und selbst wenn die Felder nicht durch Dürren oder Überschwemmungen verwüstet werden, beeinflussen die erhöhten Temperaturen die Physiologie der Pflanzen. Ein wichtiges Protein funktioniert dann nicht mehr so gut. Ihr Gehalt an Nährstoffen könnte sinken. Das zeigten unter anderem große Freilandversuche, bei denen die Forscher zusätzliches CO₂ zwischen die Pflanzen pumpten – auf einem Niveau, das Mitte dieses Jahrhunderts erreicht sein könnte. Getreide wie Weizen und Reis enthielten im Bereich von fünf bis zehn Prozent weniger Protein, Eisen und Zink. In Hülsenfrüchten wie Erbsen und Soja gingen die beiden Spurenelemente zurück. Getreide wie Mais und Hirse zeigten keine ausgeprägten Effekte; sie haben eine etwas andere Physiologie.

Klimamodelle sind die bestmögliche Annäherung an die Zukunft, aber keinesfalls perfekt

Aus dem jüngsten IPCC-Bericht kann man Aussagen herauslesen wie: Im Zeitraum von

2081 bis 2100 könnten die Temperaturen um 0,3 bis 4,8 Grad höher liegen als zwischen 1986 und 2005. Darüber kann man sich leicht lustig machen, denn dieser Satz scheint kaum Information zu enthalten. Dafür gibt es zwei wesentliche Gründe: Erstens ist die Simulation des Klimasystems ein kniffliges Geschäft. Supercomputer zerlegen die Erde und die Atmosphäre in kleine Stückchen und berechnen dann immer wieder, wie sich darin auf Grund physikalischer Gesetze Temperatur, Luftdruck, Feuchtegehalt und so weiter verändern. Wenn eine solche Simulation die ganze Erde bis zum Ende des Jahrhunderts berechnet, messen die Zellen oft mehr als 100 Kilometer und übergehen darum zwangsläufig die Dimensionen, in denen Menschen leben. Dabei müssen die Autoren der Modelle eine Vielzahl kleiner Entscheidungen treffen, wie ihre Software dieses oder jenes behandelt. Es ist darum kaum verwunderlich, wenn Kalkulationen aus Hamburg, Reading/England und Boulder/Colorado in Details voneinander abweichen.

Zweitens müssen die Forscher Annahmen treffen, wie sich die Menschheit in den kommenden Jahrzehnten verhält. Gelingt es, eine weltweite stringente Klimapolitik

zu verabschieden, oder setzen sich Leugner im Präsidentenrang wie Donald Trump und Jair Bolsonaro durch? Damit die Berechnungen nicht davon abhängen, was sich die einzelnen Forschergruppen ausdenken, hat der IPCC vier Standardszenarien für mögliche zukünftige Treibhausgasemissionen entworfen, die alle Forschergruppen verwenden. Auch darum nennen die Forscher ihre Berechnungen »Projektionen«, nicht »Prognosen«: Ihre Simulationen erlauben Aussagen über Wettermuster, aber nicht über das Wetter an bestimmten Tagen im Jahr 2100.

Die Fehlerquellen sind den Forschern bewusst, darum haben sie mehrere Ebenen zur Überprüfung eingezogen. Zum einen starten die Modellrechnungen weit in der Vergangenheit, gefüttert mit Wetterdaten und anderen Messungen aus jener Ära. Der Computer muss daraus die heutigen Verhältnisse errechnen – und bloß wenn diese Kalkulation mit der Wirklichkeit übereinstimmt, bringen die Forscher den Ergebnissen für die Zukunft überhaupt Vertrauen entgegen. Das klappt für gewöhnlich nur dann, wenn die steigenden CO₂-Werte in der Atmosphäre berücksichtigt werden, dann allerdings sehr gut.

Zum anderen vergleichen die Arbeitsgruppen ihre Resultate regelmäßig miteinander und überprüfen ältere Projektionen, die zum Beispiel 2004 und 2011 für die damals jeweils anstehenden IPCC-Berichte angefertigt wurden, gegen die Temperaturentwicklung bis 2018. Zurzeit liegt zwar der Mittelwert der vor acht Jahren errechneten Temperaturen ein wenig höher als die tatsächlich gemessenen, nach dem statistisch oft verwendeten 95-Prozent-Signifikanzkriterium stimmen beide jedoch überein.

Neben den breiten Temperaturspannen veröffentlicht der IPCC zudem die zentralen Schätzwerte der Modelle für das Jahr 2100. Sie beziffern die mögliche Erwärmung auf 1,0 Grad bei ehrgeizigem und 4,1 Grad Celsius bei fehlendem Klimaschutz.

Der IPCC weiß viel über die Klimasensitivität

Die Klimasensitivität ist ein komplizierter Begriff in der Klimaforschung. Sie gibt die Temperaturerhöhung an, die man messen könnte, wenn man erst die Menge von CO₂ verdoppelt – also von den vorindustriellen 280 auf 560 ppm – und dann so lange wartet, bis die Atmosphäre ins Gleichgewicht

gekommen ist. Dabei ginge es allerdings wohl eher um Jahrhunderte als um Jahre. Im Prinzip ist die Klimasensitivität (englische Abkürzung: ECS) so etwas wie die PS-Angabe eines Motors.

In seinem jüngsten kompletten Report von 2013/14 hat der Weltklimarat Folgendes dazu gesagt: Die Klimasensitivität im Gleichgewicht liegt wahrscheinlich zwischen 1,5 und 4,5 Grad Celsius. Es ist extrem unwahrscheinlich, dass sie unter einem Grad liegt, und sehr unwahrscheinlich, dass sie mehr als sechs Grad beträgt. Auf einen zentralen Schätzwert, ein so genanntes »Best Estimate«, konnten sich die Autoren des Berichts aber nicht einigen, schreiben sie in einer Fußnote: Es gebe dazu wenig Übereinstimmung zwischen verschiedenen Methoden, den Wert zu berechnen.

In manchen Schriftstücken aus der Szene der Klimawandelleugner wird ausschließlich diese Fußnote zitiert und der Rest weggelassen. Dabei bedeuten die Begriffe wahrscheinlich, sehr wahrscheinlich und extrem wahrscheinlich, dass es zu 66, 90 oder 95 Prozent sicher ist, wo die ECS liegt. Das ist für einen solchen Fachbegriff eine verhältnismäßig klare Aussage.

Die Klimasensitivität ist schon lange fast mehr ein politischer Kampfbegriff als ein wissenschaftliches Konzept. Entsprechend einseitig ist oft die Interpretation; sich auf eine Grenze zu konzentrieren, ist ein Fehler. Schließlich ist der obere Rand genauso wahrscheinlich wie der untere. Das Klimasystem könnte also genauso gut relativ träge wie sehr reaktionsfreudig sein. Und selbst wenn die ECS am unteren Rand des 66-Prozent-Bereichs läge, also bei nur 1,5 Grad, käme die Menschheit nicht um eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen herum, stellten 2015 Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg fest.

Deutschland allein kann und muss ziemlich viel tun

Diesen Einwand kann man nicht allein naturwissenschaftlich beantworten. Der deutsche Anteil am globalen Ausstoß von Treibhausgasen beträgt etwa zwei Prozent. Wer allein diese Zahl betrachtet und politische, wirtschaftliche und historische Faktoren ignoriert, könnte denken, dass es auf Deutschland nicht ankomme und es ganz sicher nicht vorangehen müsse.

Aber: Deutschland hat sich als größter Staat der EU zu einer koordinierten Klima-

schutzpolitik verpflichtet; im Augenblick scheint die Regierung sogar eine mögliche Verschärfung der Ziele unter der kommenden EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen zu unterstützen. Es ist jedoch völlig unklar, wie Deutschland seine übernommenen nationalen Pflichten erfüllen kann. Zwar ist im Stromsektor mit den erneuerbaren Energiequellen wie Wind und Sonne einiges passiert, obwohl die alten Kohlekraftwerke momentan weitere Reduzierungen behindern. Doch in den Sektoren Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft gibt es wenig oder keinen Fortschritt; die jeweiligen Vorgaben werden weit verfehlt.

EU-Beschlüsse sehen vor, dass Länder, die ihre Ziele in diesen Sektoren nicht erfüllen, von anderen Mitgliedern der Union Zertifikate kaufen müssen. Wie genau das aussehen soll und was die Verschmutzungsrechte kosten, ist noch ungeklärt. Es könnte aber um Ausgaben von einigen Milliarden Euro bis 2030 gehen.

Daher hat Deutschland ein politisches und wirtschaftliches Eigeninteresse daran, eine allein national wirksame Klimapolitik zu betreiben. Es gehört zudem zu den alten Industrieländern, in denen die großtechnische Nutzung von Kohle begonnen hat. Es

muss also nach dem Pariser Vertrag eine historische Verantwortung übernehmen. Das Abkommen weist den Staaten der Welt »common but differentiated responsibilities« (gemeinsame, aber differenzierte Pflichten) zu. Heute ist Deutschland die viertstärkste Wirtschaftsmacht in der Welt und die stärkste in Europa – wenn es also sozusagen die Hände in den Schoß legt, werden sich andere Staaten fragen, warum sie vorangehen sollen. Doch wenn das reiche Deutschland Lösungen für die Umstellung der Wirtschafts- und Lebensweise findet, dürften andere folgen. Unser Land hat demnach so oder so einen Hebel, der weit größer ist als sein Anteil an den Treibhausgasemissionen. Es ist eine politische, vielleicht auch moralische Frage, ob es den Hebel nutzt – die Naturwissenschaften können das nicht entscheiden. ↩

(Spektrum – Die Woche, 38/2019)

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT



GEFÜHLTE WAHRHEIT

Von **Pseudowissenschaft** und **Verschwörungstheorien**

Chemtrails & Co

8 Fakten zu Verschwörungstheorien

Fake News

Täuschend echt?

Alternativmedizin

Die Denkfehler der Homöopathie

HIER DOWNLOADEN

FÜR NUR
€ 4,99

ARKTIS

Wie sehr der Norden leidet

von Alexandra Witze

Von verheerenden Waldbränden bis hin zum schmelzenden Eis in Grönland – die Arktis wandelt sich rapide und drastisch.



Chelsea Wegner reiste im Juli 2019 zu einem Forschungsaufenthalt im Beringmeer, als sie in Anchorage, Alaskas größter Stadt, anlegte. Sie war schockiert: Der Rauch von Waldbränden, die im ganzen Bundesstaat wüteten, verdunkelte den Himmel. Anchorage befand sich inmitten einer Hitzewelle, bei der die Temperaturen zum ersten Mal seit Beginn der Aufzeichnungen auf über 32 Grad Celsius stiegen. Außerdem wusste Wegner, Meeresbiologin an der University of Maryland in Solomons, dass die ungewöhnliche Wärme schon fast das gesamte Meereis in der Beringsee geschmolzen hatte. »Es war ein wirklich surrealer Moment«, sagt sie.

Meereis in der Abwärtsspirale

Nach einer langen Schmelze im Sommer friert das arktische Meer im Winter normalerweise wieder zu – in diesem Jahr behinderte die ungewöhnliche Wärme während

Alexandra Witze ist Wissenschaftsjournalistin in Boulder, Colorado, und hat sich auf die Themen Erde, Umwelt und Astronomie spezialisiert.

des letzten arktischen Winters und Frühlings den Aufbau des Eises und bildete so die Grundlage für den dramatischen Eisverlust des Sommers. Besonders deutlich zeigte sich diese Dynamik im Beringmeer. »Von Januar bis Mai gab es schlichtweg kein Eis im Beringmeer«, sagt Alice Bradley, Polarwissenschaftlerin am Williams College in Williamstown. »Das haben wir noch nie zuvor gesehen.« Ein Tiefdruckgebiet hing fast den ganzen Februar lang über dem Meer, führte warme Luft aus dem Süden herbei und trieb das bisschen Eis, das sich bildete, in nördlichere Gewässer.

Im Frühjahr und Sommer schmolz das arktische Meereis schneller weg, als es für Gebiete wie die Beaufortsee und den zentralen Arktischen Ozean üblich ist. Im Juli erreichten Ausmaß und Volumen des Eises Rekordtiefststände. Anfang August war innerhalb von 240 Kilometern vor der Küste Alaskas kein Meereis mehr zu sehen.

Die Forscher warten noch darauf, dass das arktische Meereis seine endgültige Minimalbedeckung in diesem Jahr erreicht. Die Schmelzsaison 2019 dürfte das am 17. September 2012 gemessene Rekordmini-

mum von 3387 Millionen Quadratkilometern zwar nicht unterbieten. Doch sie belegt erneut, dass das Meereis in einer Abwärtsspirale gefangen ist.

In jedem der letzten fünf Jahre hat sich das Ausmaß des arktischen Meereises im September deutlich unter dem Mittel von 1981 bis 2010 bewegt. Und auch das Eisvolumen nimmt rapide ab. Das im Juli verzeichnete Niveau von 8800 Kubikkilometern liegt 47 Prozent unter dem Mittelwert der Jahre 1979 bis 2018.

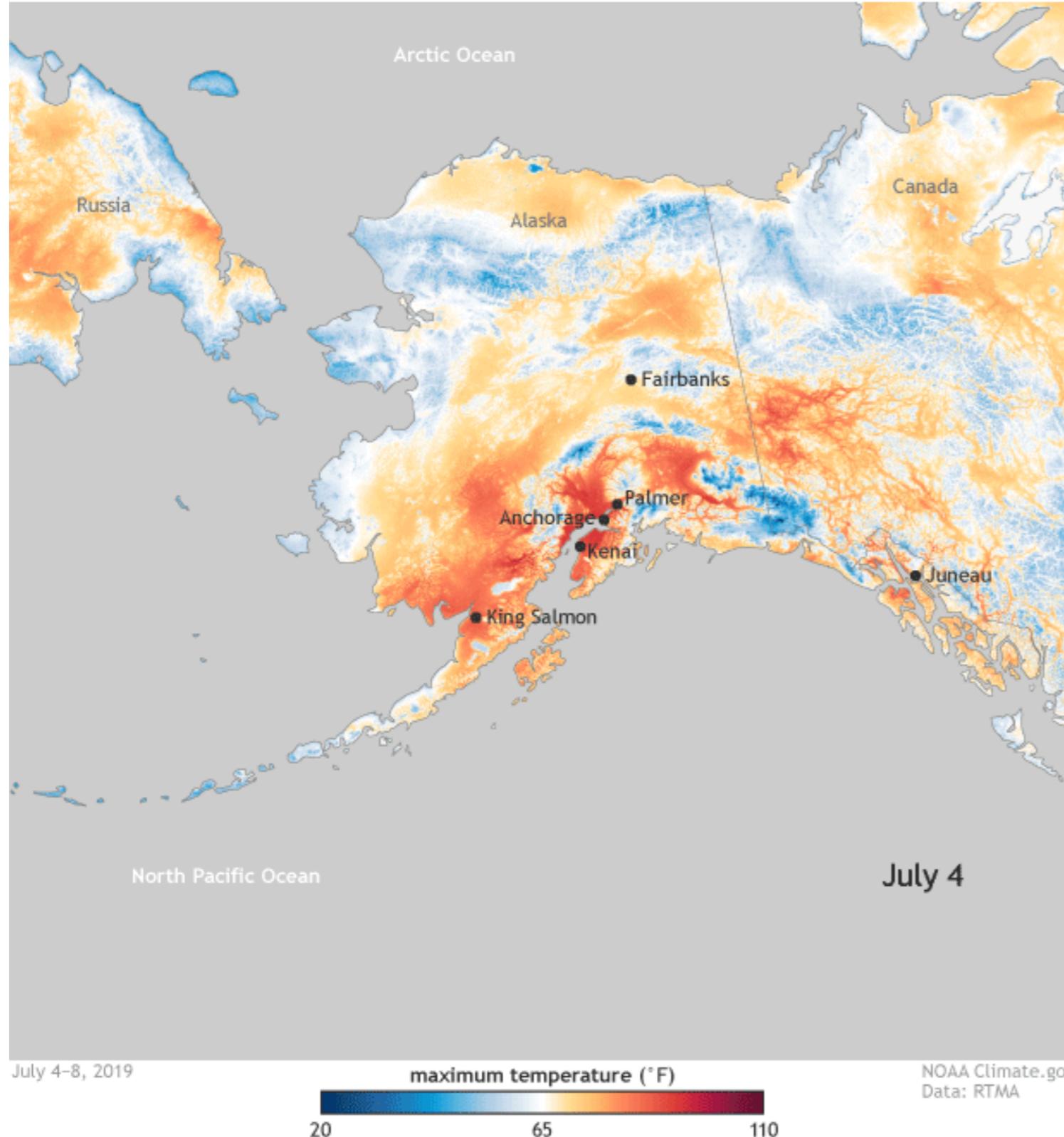
Der winterliche Gefrierprozess beginnt Mitte bis Ende September. Ein Großteil des sich neu bildenden Eises wird aber dünn sein und wahrscheinlich schon im nächsten Jahr wieder schmelzen. Mehrjähriges, dickes Eis ist großflächig verschwunden.

Grönland schmilzt

Die extreme Hitze des Sommers setzte auch der gewaltigen Eisdecke Grönlands zu. Ende Juli waren die Temperaturen auf der ganzen Insel bis zu zwölf Grad Celsius höher als für den Monat üblich.

An der Summit Station, einem Forschungslager, das sich auf dem höchsten

High temperatures smash all-time records in Alaska in early July



Punkt der Eisschicht befindet, lagen die Temperaturen am 30. und 31. Juli über dem Gefrierpunkt. Wie selten das ist, zeigen Eisbohrkerne: Zwischen 500 und 1994 schmolz das Eis auf dem Gipfel lediglich achtmal.

Während einer nur fünftägigen Hitzewelle in diesem Jahr hat Grönland rund 55 Milliarden Tonnen Eis verloren, schätzungsweise 13 davon allein am 1. August 2019. Das ist seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1950 der Rekord für einen 24-Stunden-Zeitraum.

Insgesamt haben in diesem Sommer etwa 60 Prozent der Oberfläche der grönländischen Eisschicht gelitten. Das ist viel – allerdings immer noch weniger als 2012. Damals waren 98 Prozent der Eisoberfläche zumindest zeitweise von Schmelze betroffen.

Durch Wasser, das an der Oberfläche einer schmelzenden Eisfläche entsteht, so-

REKORDTEMPERATUREN IN DER ARKTIS
Große Teile Alaskas wurden vom 4. bis 8. Juli 2019 von einer Hitzewelle überrollt. Die Temperaturen in Anchorage überschritten zum ersten Mal in der Geschichte die 32-Grad-Marke.

wie das Kalben der Gletscher hat Grönland in diesem Jahr wahrscheinlich etwas mehr als 1,5 Millimeter zum globalen Anstieg des Meeresspiegels beigetragen, schätzt der Polarforscher Xavier Fettweis von der Universität Lüttich in Belgien. Vergleichen die Forscher außerdem die Masse, die während der diesjährigen Sommerschmelze verloren ging, mit der Schneemenge, die während des vorangegangenen Winters gewonnen wurde, dürfte Grönland 2019 mindestens so viel – oder sogar mehr – Eis verloren haben wie im Extremjahr 2012.

Die Temperaturen schossen in die Höhe

Laut dem europäischen Copernicus Climate Change Service und der US-amerikanischen Oceanographic and Atmospheric Administration war der Juli 2019 der heißeste Monat, der weltweit je verzeichnet wurde. Doch nicht nur der diesjährige – jeder Juli der letzten fünf Jahre zählt zu den fünf heißesten Monaten der Messgeschichte.

Die arktischen Teile Alaskas, Westkanadas und Zentralrusslands erlebten von Januar bis Juli Temperaturen, die mindestens um zwei Grad Celsius über dem Durchschnitt lagen. In der ersten Juliwoche wurden in vielen südlichen Städten Alas-

kas die Hitzerekorde gebrochen. Tausende Seevögel starben in den überdurchschnittlich warmen Gewässern vor der Küste – hauptsächlich durch Hunger. Es ist das fünfte Jahr in Folge, in dem das geschieht.

In Schweden meldete das Dorf Markusvinsa am 26. Juli eine Temperatur von 34,8 Grad Celsius – die höchste jemals gemessene Temperatur oberhalb des Polarkreises. Bevor die Hitzewelle Ende Juli Grönland erreichte, rollte sie über Westeuropa. Zum ersten Mal in der Geschichte der niederländischen und belgischen Aufzeichnungen stiegen die Temperaturen dort auf über 40 Grad Celsius.

Alaska brach Anfang September immer noch Rekorde: Mehrere Städte im Norden des Landes stellten Temperaturhochs für den Monat auf.

Feuer entfacht

Die Hitze und vor allem die begleitende Dürre verwandelten den Wald der nördlichen Regionen in wahre Zunderbüchsen. Mehr als eine Million Hektar Wald brannten in diesem Sommer in Alaska, vor allem in südlichen und zentralen Teilen. Die Zeit der Brände begann im April. Das ist ungewöhnlich früh. Zudem dauerte sie länger

an als sonst. Um sicherzustellen, dass sie genügend Feuerwehrleute hatten, um die Brände zu bekämpfen, mussten Beamte die offizielle Saison der Feuerwehr um einen Monat, von Ende August bis Ende September, verlängern.

In Sibirien fielen mehr als 2,6 Millionen Hektar dem Feuer zum Opfer. Hohe Temperaturen, Trockenheit, Winde und Gewitter trugen dazu bei, die Brände zu entfachen und zu verbreiten. Städte in ganz Ost-russland waren in Rauch gehüllt. Ende Juli rief Russland den Ausnahmezustand für mehrere sibirische Regionen aus.

Im August ließen die Feuer in Alaska und Sibirien endlich nach. Dennoch zählen sie zu den langwierigsten arktischen Waldbränden, die je aufgezeichnet wurden. Allein im Juni emittierten sie 50 Millionen Tonnen Kohlendioxid. Wie der Copernicus Atmospheric Monitoring Service der Europäischen Kommission mitteilte, entspricht das etwa den gesamten jährlichen CO₂-Emissionen Schwedens und übertrifft den Ausstoß aller arktischen Waldbrände, die in den letzten neun Jahren im Juni auftraten. ↩

(Spektrum – Die Woche, 38/2019)



FORSTWIRTSCHAFT

WUNDERBAUM GESUCHT

von Andreas Frey



Die anhaltende Dürre hat dem Wald schwer zugesetzt. Selbst einheimische Bäume kommen mit der Trockenheit immer schlechter klar. Für den deutschen Wald der Zukunft müssen Baumarten aus heißeren, trockneren Gegenden eingeführt werden. Doch eingeführte Baumarten können zu ökologischen Wüsten führen.

Als die Mutter des Waldes hat man die Buche früher bezeichnet, als einen vitalen und beständigen Baum, der das Leben im Wald nährt und beschützt. Doch jetzt scheint die Mutter des Waldes selbst auf Hilfe angewiesen, berichten Forstleute. In vielen Regionen ist der sommergrüne Laubbaum nur noch eine »welke Erscheinung«. Viele Buchen sind krank, manche tot. Das ganze Ausmaß des Sterbens ist allerdings noch unklar. Denn erst allmählich wird sichtbar, wie sehr der Laubbaum unter dem Dürresommer 2018 gelitten hat.

Am Schönberg südlich von Freiburg sind die Schäden bereits unübersehbar. An manchen Stellen sieht der Wald aus wie im Spätherbst – das Laub rot, die Wipfel kahl. Eine halbe Million Blätter hat eine ausge-

wachsene Buche normalerweise, doch viele Bäume sind 2019 gar nicht mehr ausgetrieben. Äste brechen ab, die Rinde platzt auf, überall liegt morsches Holz. Übrig bleibt ein trauriger Stumpf.

In Deutschland gleichen sich die Bilder. Forstleute berichten von kranken oder toten Buchen, von einer Situation, wie sie sie noch nie erlebt haben. Große Schäden beobachten sie vor allem in Hessen, Thüringen, Franken und dem Süden Niedersachsens. Nicht nur trockene Kalk-Standorte sind betroffen, sondern mittlerweile auch immer mehr Böden, die mit Trockenheit eigentlich gut klarkommen. »Als Ursache können hier direkte Hitzewirkungen mit zu hohen Blatttemperaturen von über 42 Grad und Sonnenbrand an dünnrindigen Kronenzweigen angesehen werden«, sagt die Forstökologin Tanja Sanders vom Thünen-Institut für Waldökosysteme in Eberswalde.

Außerdem sei es möglich, dass der Wassertransport im Stamm versagt hat, die Bäume also vertrocknet sind. Zusätzlich könnten Pilze den Bäumen geschadet haben. Die Buche ist auch deshalb angeschlagen, weil 2018 ein Mastjahr war, der Baum also einen Großteil seiner Energie in die Entwicklung von Früchten steckte. Zur ohnehin angespannten Lage hat sich zudem die Vegetationsperiode verlängert, das heißt, die Bäume ziehen übers Jahr gesehen länger Wasser aus dem Boden als früher.

Buchen vertrocknen auf kiesigem Boden

Besonders dramatisch ist die Situation im Basler Hardwald. 2000 große Bäume mussten dort bereits gefällt werden, das entspricht einem Fünftel des gesamten Waldbestands. Vertrocknet sind die Buchen auf dem kiesigen Boden, der kaum Wasser speichern kann. Zwischen Birsfelden und Muttenz kreischen deshalb die Motorsägen,

das beliebte Naherholungsgebiet bleibt bis mindestens Ende des Jahres gesperrt. Es herrscht Lebensgefahr.

Viele Forstbetriebe kommen mit der Arbeit nicht mehr hinterher. Insofern ist es nicht unwahrscheinlich, dass Wälder auch hier zu Lande geschlossen werden könnten. Derzeit sind Forstwissenschaftler in den Wäldern unterwegs, um die Informationen für den Waldzustandsbericht zu sammeln, der üblicherweise im Herbst erscheint. Die ersten Berichte der Forstwissenschaftler sind erschütternd. In Baden-Württemberg hat Landwirtschaftsminister Peter Hauk (CDU) im Juli sogar den Notstand des Waldes ausgerufen. Am dramatischsten ist die Lage aber in Nord- und Ostdeutschland, dort hat es in einigen dürregeplagten Regionen seit dem Frühjahr nicht mehr richtig geregnet.

Was die Forstleute vor allem sorgt: Verbreitet sterben nicht nur die sensiblen Fichten, sondern auch immer mehr Tannen, Kiefern und eigentlich robuste Laubbäume. Kurzum: Wir verlieren unsere heimischen Bäume. »Wir haben es mit dem viertgrößten Schadereignis der vergangenen 30 Jahre zu tun«, sagt Forstwissenschaftler Jürgen Bauhus von der Universität Frei-

burg. 33 Millionen Kubikmeter Holz mussten im Jahr 2018 vorzeitig geschlagen werden, das entspricht der Hälfte des jährlichen Einschlags. Die Schätzungen für 2019 sagen eine ähnliche Größenordnung voraus. Viele Bäume sind eingegangen, darunter vor allem junge und neu gepflanzte Bäume.

Dass nun auch immer mehr Tannen schwächeln, bekümmert die Experten besonders. Der Nadelbaum war ein Hoffnungsträger für das Klima der Zukunft, weil er im Gegensatz zur Fichte besser mit Trockenheit umgehen kann. Er verankert sich deutlich tiefer und legt ein stark verzweigtes Wurzelsystem an, das Stürmen trotzt und Bodenwasser aus tieferen Schichten zieht. Offenbar hat man aber die Hitzeempfindlichkeit der Weißtanne unterschätzt, weshalb sie für tiefere und heißere Lagen wohl weniger geeignet ist. Ihr wird es einfach zu heiß.

Immer mehr heimische Baumarten bedroht

Bei den Laubbäumen ist die Situation ähnlich. Forstwissenschaftler wie Jürgen Bauhus jedenfalls machen sich »sehr große Sorgen«. Bei der Buche ist die Lage vor al-



»Wir haben es mit dem viertgrößten Schadereignis der vergangenen 30 Jahre zu tun«

[Jürgen Bauhus]

lem deshalb bedenklich, weil sie der natürlich vorkommende Baum in Mitteleuropa ist. »Die Buche gehörte bisher zu den Arten, die wir als resistent eingestuft haben«, sagt Bauhus. Das passt zum Trend: Immer mehr heimische Baumarten sind bedroht. Nach Ulme, Esche und Erle ist jetzt auch der Ahorn gefährdet. Die Schlauchpilzart *Cryptostroma corticale* befällt vor allem den Bergahorn: Es bilden sich rußige Flecken, der Baum stirbt den schwarzen Tod. Rußrindenkrankheit wird die Erkrankung genannt, sie ist hier zu Lande schon länger bekannt. Doch jetzt mehren sich die Fälle. Ist ein Baum befallen, hilft nur die Axt, denn die Pilzsporen dringen in die Lunge ein und gefährden die Gesundheit der Anwohner.

Was passiert da gerade im Wald? Hat er überhaupt eine Zukunft, wenn jetzt sogar die Mutter des Waldes bedroht ist? Tatsächlich kommt zum Klimawandel noch ein Problem hinzu. Die Globalisierung trägt zusätzlich zu einer Verschlechterung des Waldzustands bei. Über den internationalen Warenverkehr werden immer wieder Schädlinge und Krankheiten nach Mitteleuropa eingeschleppt, denen heimische Baumarten häufig schutzlos ausgeliefert

sind – zumal sie wie im Jahr 2018 noch mit Trockenstress zu kämpfen haben.

Waldsterben 2.0 im Dürresommer

Von einem Waldsterben 2.0 ist nun die Rede. Tatsächlich löst allein der Begriff bei vielen Forschern Unbehagen aus. Dabei war die Beschreibung des desolaten Waldzustands in den 1980er Jahren korrekt: Sehr viele Bäume waren krank, vor allem in den Hochlagen, nur fiel es dort niemandem auf. Falsch war allerdings die Prognose: Ein Wald kann nicht einfach synchron absterben.

Leugner des menschengemachten Klimawandels berufen sich heute gerne auf diesen Fakt, um die Erderwärmung in Frage zu stellen. Das Waldsterben sei ja auch nicht eingetreten, heißt es. Sie verkennen dabei, dass das Problem damals ein grundsätzlich anderes war: Die Bäume litten unter schwefelhaltigen Luftschadstoffen und dem daraus resultierenden sauren Regen. Dieses regionale Problem konnte man vergleichsweise einfach mit Filteranlagen lösen. Klimawandel und eingeschleppte Krankheiten gehen hingegen auf ein globales Problem zurück, für das es bisher kaum Lösungen gibt.

Dass der Wald robuste Bäume braucht, ist allerdings nicht erst seit der verheerenden Dürre 2018 klar. Und doch hat der Sommer etwas verändert. Die Zeit drängt, und die Forschung hinkt der Realität hinterher. Welche Bäume an den unterschiedlichen Standorten künftig wachsen sollen, darauf können Forstwissenschaftler bislang keine konkreten Antworten liefern, sondern nur ganz allgemeine: Der Wald muss bunter, robuster und artenreicher werden, er muss an das künftige Klima angepasst werden, wenn er überleben soll, sagen sie. Das bedeutet: Mischwälder statt Monokulturen, Vielfalt statt Einheit und mehr Bäume aus solchen Regionen der Erde, die an heißere und trockenere Bedingungen gewöhnt sind. Und: den Wald rechtzeitig verjüngen, bevor die alten Riesen sterben.

Mehr hitzeresistente Baumarten nach Deutschland

Dieses Prinzip der Risikostreuung gilt als der vielversprechendste Weg, um mit dem Klimawandel Schritt zu halten. »Bewährte Baumarten sollten mit alternativen Baumarten mit höherer Trockenheits- und Hitzeresistenz gemischt werden«, sagt Andreas Bolte, der Institutsleiter des Thünen-

Instituts für Waldökosysteme. Welche das sein könnten, erforschen die Wissenschaftler schon seit mehr als 100 Jahren. Vor allem aus Nordamerika sind damals zahlreiche Baumarten eingeführt worden. Darunter sind die Douglasie, der Lebensbaum, die Scheinzypresse und auch die Küstentanne. Ein weiterer Weg sei, Buchen oder Eichen aus solchen Gefilden zu holen, die mit Trockenheit und Hitze besser klarkommen – und auch strenge Winter überleben.

Am Ende muss man jeden Standort aber einzeln betrachten, es gilt das »eiserne Gesetz des Örtlichen«. Nicht alle Standorte sind von der Trockenheit betroffen, zudem müssen lokale Gegebenheiten wie Grundwassernähe oder Kalkgehalt des Bodens beachtet werden. Eine gute Alternative zu reinen Fichtenbeständen in mittleren und höheren Berglagen wäre vor allem die Buche, gegebenenfalls sogar Douglasie und Küstentanne, sagt Bolte.

In wärmeren Regionen wären hingegen hitze- und trockenheitstolerante Beimischungen von Traubeneiche, Hainbuche, Winterlinde und Kirsche eine Alternative zu weitgehend reinen Buchenbeständen. »Bei extrem trockenen Standorten können Baumarten wie die heimische Flaumeiche,

Elsbeere, Edelkastanie oder eingeführte Baumarten wie die Ungarische Eiche oder die Baumhasel interessant werden«, so Andreas Bolte. Wichtig sei dabei, dass die Baumarten nicht einzeln gemischt werden, sondern in Gruppen.

Ähnliche Favoriten für den Wald der Zukunft sieht Forstwissenschaftler Wolfgang Falk von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising. Statt der Fichte könnten künftig Lärche, Douglasie, Tanne und auch die Buche wachsen, an Stelle der Waldkiefer die Schwarzkiefer. Zudem sieht er Potenzial in der Winterlinde und für trockene Standorte in Edellaubhölzern wie Vogelkirsche, Birne, Linde, Walnuss oder *Sorbus*-Arten. Einziger Nachteil: Sie haben einen höheren Anspruch an die Nährstoffversorgung. »Es gibt aber nicht den einen Superbaum, der alle Wünsche erfüllt«, sagt er. Insofern bedeute die Anpassung an den Klimawandel eine Abkehr von einfachen waldbaulichen Ansätzen.

Ökologische Vielfalt erhalten

Der Freiburger Forstwissenschaftler Jürgen Bauhus rät grundsätzlich zu genetischer Vielfalt im Wald. Diese wird erreicht, indem man Samen von robusten Wäldern in krän-



JIMMYR / GETTY IMAGES / ISTOCK

»Es gibt nicht den einen Superbaum, der alle Wünsche erfüllt«

[Wolfgang Falk]

kelnde Forste versetzt. Oder indem man zum Beispiel die Orientbuche mit der heimischen Rotbuche kreuzt. Das hätte immerhin den zusätzlichen Vorteil, dass nebenbei die ökologische Vielfalt erhalten bleibt. Denn nichts fürchten Ökologen mehr als ökologische Wüsten bei eingeführten Baumarten. Es sind vor allem eingeführte Bäume wie der Ginkgo, den heimische Insekten meiden. Eines allerdings sagen Forstwissenschaftler unisono: Den einen Wunderbaum wird es nicht geben.

Ohne heimische Bäume wie Buche, Eiche, Ahorn, Lärche und Tanne wird es also auch in Zukunft nicht gehen. Sie sind trotz allem vergleichsweise trockenresistent. Ein Aber gibt es: Wer auf solche Bäume setzt, braucht ein Konzept, wie man mit dem Wild in den Wäldern umgeht. Bleibt seine Zahl hoch, haben Jungbäume keine Chance. Die Lösungen für das Problem sind nicht populär: Sie heißen Wolf, Luchs und Jagd. Vorerst rückt jedoch ein aktuelles Problem erneut in den Fokus der Wissenschaftler: die Trockenheit in weiten Teilen des Landes, die nun wieder akut ist.

In den meisten Gebieten hat sich die Dürre »erheblich verschärft«, berichtet der Deutsche Wetterdienst in seinem Rück-

blick auf den Sommer. In einem breiten Streifen von Nordrhein-Westfalen bis ins südliche Brandenburg fiel weniger als die Hälfte, örtlich sogar nur ein Drittel des üblichen Regens. Vor allem in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen war die Bodenfeuchte seit dem Beginn der Messungen 1961 noch nie so niedrig wie im Sommer 2019. Die Folgen einer erneuten schweren Dürre möchten sich die Wissenschaftler daher lieber nicht ausmalen. ↩

(Spektrum – Die Woche, 38/2019)

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT

KLIMA-SCHUTZ

Welche Wege führen zum Ziel?

Pariser Abkommen | Die Klimaziele wanken
Kohlenstoffeinlagerung | Ab in den Untergrund
Energiepolitik | Klimafaktor Indien

HIER DOWNLOADEN

FÜR NUR
€ 4,99

ENERGIEWENDE

ÖKOSTROM: Außen grün, innen grau?

Covering
Climate
Now

COVERING CLIMATE NOW

von Ralph Diermann

Grünstrom beziehen, um das Klima zu schützen? Ganz so einfach ist das leider nicht: Längst nicht alle Ökotarife tragen zur Energiewende bei. Wer hier sichergehen will, sollte darauf achten, dass sein Geld in den Bau neuer Windräder und Solaranlagen fließt.

Zeigen die »Fridays for Future«-Proteste Wirkung? Oder sind es die weltweiten Wetterkapriolen, die dazu führen, dass die Bundesbürger derzeit in großer Schar ihre konventionellen Stromverträge kündigen und zu grünen Tarifen wechseln? Schwer zu sagen – aber klar ist auf jeden Fall: Ökostrom ist bei den Verbrauchern derzeit so begehrt wie seit der Atomkatastrophe von Fukushima nicht mehr. Das Vermittlungsportal Verivox meldet, dass die Nachfrage nach solchen Verträgen in den letzten Monaten enorm gestiegen ist.

Insgesamt 58 Prozent der Nutzer des Portals entschieden sich im Juni 2019 für einen grünen Tarif. Ein Jahr zuvor waren es nur 33 Prozent. »Verbraucher greifen vermehrt zu Ökostrom, wenn sie sich durch externe Ereignisse individuell betroffen fühlen. Das konnten wir nach dem Super-GAU in Japan beobachten. Und auch heute wieder, wo die Erderwärmung durch Greta Thunberg stärker ins Zentrum des gesellschaftlichen Diskurses gerückt ist«,

Ralph Diermann beschäftigt sich seit 2008 als Journalist mit Energiethemen.

zitiert die Pressemitteilung von Verivox dessen Energieexperten Valerian Vogel.

Dabei müssen die Kunden für den grünen Strom meist kaum mehr zahlen: Der Bundesnetzagentur zufolge kostete die Kilowattstunde Ökostrom für Haushalte Ende 2018 im Durchschnitt 29,2 Cent. Konventionelle Tarife sind nur 0,4 Cent günstiger. In der Grundversorgung – also dann, wenn ein Kunde noch nie seinen Stromanbieter gewechselt hat – sind dagegen gar 31,5 Cent fällig. Wenn Haushalte aus diesem Tarif zu einem Ökostromangebot wechseln, können sie pro Jahr rund 50 bis 100 Euro sparen. Dabei haben die Kunden große Auswahl: Das Umweltbundesamt (UBA) zählte 2017 insgesamt 1157 Ökostromtarife in Deutschland, 350 mehr als 2013. Allerdings ist in den Regionen immer nur ein Teil der Tarife verfügbar, da nicht alle Anbieter bundesweit tätig sind.

Kohlestrom wird zu Ökostrom

Wenn man etwas für den Klimaschutz tun will, sollte man jedoch genau hinschauen, wer den Ökostrom liefert und woher die Energie kommt. »Viele Ökostromtarife gehören konventionellen Versorgern, die auch ›Graustrom«-Tarife mit Kohle- und Atomstrom im Angebot haben«, erklärt

»Viele Ökostromtarife gehören konventionellen Versorgern, die auch ›Graustrom«-Tarife mit Kohle- und Atomstrom im Angebot haben«

[Thomas Engelke]

Thomas Engelke, Leiter des Teams Energie und Bauen des Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv). Anders als reine Ökostromanbieter sind solche Unternehmen also Teil der fossilen Energiewirtschaft. »Wechselwillige Verbraucher müssen für sich entscheiden, ob sie einen solchen Versorger wollen – oder ob sie nicht lieber zu einem reinen Grünstromanbieter gehen«, so Engelke.

Noch viel wichtiger für Energiewende und Klimaschutz ist allerdings die Frage, wo und wie die Energie produziert wird. In der Regel verkaufen die Versorger ihren Ökokunden Strom mit so genanntem Herkunftsnachweis. Diese Nachweise erwerben sie bei Betreibern von Erneuerbare-Energien-Anlagen, meist Wasserkraftwerken in Skandinavien oder den Alpen. Damit dürfen die Versorger Energie, die sie als Graustrom an der Börse einkaufen oder selbst in Kohle-, Gas- oder Atomkraftwerken produzieren, als grün deklarieren. Register stellen sicher, dass jeder Nachweis nur einmal verwendet wird.

Mit einem Anteil von 47 Prozent kam das Gros der Nachweise 2017 – neuere Zahlen liegen nicht vor – aus Norwegen. Auf Deutschland entfielen nur 14 Prozent. War-

um so wenig, wo hier zu Lande doch so viel grüner Strom produziert wird? Weil die Betreiber von Windrädern, Solarsystemen, Bioenergieanlagen und Wasserkraftwerken, die nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert werden, ihre Energie nicht als Ökostrom verkaufen dürfen. Klingt widersinnig, hat aber seinen Grund: Der Bund will damit verhindern, dass sie den Strom doppelt vermarkten – schließlich erhalten die Eigentümer über das EEG bereits eine Vergütung, die einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen ermöglicht. Das betrifft nahezu alle Erneuerbare-Energien-Anlagen, die in den letzten 20 Jahren errichtet wurden. Die hier zu Lande ausgestellten Herkunftsnachweise stammen daher fast ausschließlich aus alten Wasserkraftwerken, die keine EEG-Förderung erhalten.

Engelke sieht dieses System kritisch. »Mit den Herkunftsnachweisen wird das Ziel von deutlich mehr Ökostrom und weniger Kohlestrom verfehlt«, sagt der Verbraucherschützer. Es entfalte erst dann seine Wirkung, wenn die Nachweise aus norwegischer oder österreichischer Wasserkraft einmal knapp werden. »Dann würde die weitere Nachfrage einen Anreiz zum Bau

von Erneuerbare-Energien-Anlagen setzen«, erklärt Engelke. Damit dieser Mechanismus greift, muss die Zahl der Ökostromkunden allerdings deutlich steigen. Denn es gibt europaweit derzeit noch sehr große Mengen an Strom aus erneuerbaren Quellen, für die bislang keine Nachweise ausgestellt werden. »Damit könnte eine gut 30-prozentige Nachfragesteigerung ohne weiteren Zubau von Erzeugungsanlagen gedeckt werden«, heißt es in einer Studie des Umweltbundesamts vom August 2019.

Auf Labels achten

Die Herkunftsnachweise bringen also bislang rein gar nichts für den Klimaschutz. Sind Grünstromtarife damit eine Mogelpackung? So pauschal kann man das nicht sagen, meint Boris Demrovski, Kampagnenleiter der gemeinnützigen Beratungsgesellschaft co2online: »Eine Reihe von Anbietern garantiert nämlich, dass pro verkaufte Kilowattstunde Ökostrom eine gewisse Summe in den Bau von Neuanlagen fließt. Deren Kunden helfen mit, den Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix zu erhöhen und Kohlestrom zu verdrängen.«

Wer sich nicht durch das Kleingedruckte der Versorger arbeiten will, um zu erken-

nen, ob ein Unternehmen den Ausbau der erneuerbaren Energien fördert, kann sich an den beiden Gütesiegeln »ok power« und »Grüner Strom Label« orientieren. Sie zeichnen anhand definierter Kriterien Unternehmen aus, die aktiv zur Energiewende beitragen. Ok power wird vom Öko-Institut und dem HIR Hamburg Institut Research getragen, das Grüner Strom Label von mehreren Umweltschutzorganisationen. »Die beiden Labels sind absolut vertrauenswürdig«, erklärt Demrovski.

So wirkungslos die Herkunftsnachweise allein für den Klimaschutz derzeit sind, so sehr dürften sie demnächst an Bedeutung gewinnen: Mit ihrer Hilfe können Versorger künftig alte Windräder vor dem Aus retten. Anfang 2021 läuft nämlich für Anlagen mit einer Leistung von zusammen fast vier Gigawatt die EEG-Förderung aus. Bis 2025 betrifft das gar Windräder mit einer Leistung von zusammen 16 Gigawatt. Die Betreiber brauchen dann neue Geschäftsmodelle, mit denen sie Erlöse erzielen können, die höher liegen als die Betriebskosten, also die Ausgaben etwa für Genehmigungen, Wartung, Pacht und Versicherungen. Eine Option ist, die Windenergie an Ökostromversorger zu verkaufen. Mit Herkunftsnachweisen können sie belegen, dass die Energie tatsächlich aus den Altanlagen stammt. »Das Modell trägt zwar nicht zum Ausbau der erneuerbaren Energien bei, vermindert aber den Abriss bestehender Anlagen«, sagt Thomas Engelke vom Verbraucherzentrale Bundesverband.

Oliver Hummel, Vorstand des Versorger Naturstrom, sieht hier gar eine Zäsur auf dem Ökostrommarkt: »Bislang finden die Ökostromerzeugung in Deutschland und die Energiebeschaffung für Ökostromtarife in Parallelwelten statt. Das wird sich ab 2021 ändern, wenn mit Auslaufen der 20-jährigen EEG-Förderung Windstrom für die Belieferung von Endverbrauchern zur Verfügung steht.« Naturstrom hat, ebenso wie die Konkurrenten Greenpeace Energy und Lichtblick, bereits erste Direktabnahmeverträge mit Betreibern alter Windparks geschlossen.

Strom aus der Region

Seit Anfang 2019 haben Verbraucher zudem die Möglichkeit, gezielt Ökostrom zu beziehen, der in ihrer Region erzeugt wurde. Die Voraussetzung dafür hat das Umweltbundesamt mit der Einrichtung eines Regionalnachweisregisters geschaffen. Die

Versorger erwerben bei den Produzenten zusammen mit dem Strom Nachweise, mit denen sie die Herkunft der Energie aus der Region – definiert als Umkreis von 50 Kilometern um das Postleitzahlengebiet des Kunden – belegen können. Allerdings dürfen die Versorger ihre Angebote nicht als Ökostromtarif verkaufen. Grund dafür ist das Doppelvermarktungsverbot von Strom aus Anlagen, die nach dem EEG gefördert werden. Die Regionaltarife tragen daher Namen wie »Unser Landstrom« oder »Strom von hier«. Diese Praxis ist alles andere als verbraucherfreundlich, kritisieren Ökostromversorger. Sie fordern deshalb von der Politik einfachere, transparentere Regeln für die Stromkennzeichnung.

Noch einen Schritt weiter gehen neue Geschäftsmodelle, bei denen die Verbraucher ihren Strom direkt bei Erzeugern einkaufen, ohne dass ein Versorger involviert ist. Möglich machen das Unternehmen wie Enyway oder Lumenaza, die Plattformen für den Handel bereitstellen und den Produzenten regulatorische und administrative Aufgaben abnehmen. Kunden können sich damit einen Lieferanten aussuchen – etwa den Handwerksbetrieb um die Ecke mit einer großen Fotovoltaikanlage auf

dem Dach oder eine Energiegenossenschaft, die vor Ort einen Windpark betreibt. Wenn die Erneuerbare-Energien-Anlagen nicht liefern können, springen die Dienstleister ein, indem sie Ökostrom andernorts zukaufen. So ist jederzeit eine sichere Versorgung gewährleistet.

Solche Regional- und Direktbezugskonzepte sind bislang allerdings nur ein Nischenthema im Markt, die Zahl der Angebote wie der Kunden ist noch sehr überschaubar. Das gilt auch für das so genannte Mieterstrommodell, bei dem Wohnungsbaugesellschaften in Kooperation mit Energiedienstleistern auf den Dächern ihrer Häuser Fotovoltaikanlagen oder auch ein Mini-Blockheizkraftwerk im Keller installieren und den Strom an die Mieter verkaufen.

Dieses Modell könnte dafür sorgen, dass in den Städten deutlich mehr Solarstrom produziert wird. Könnte – denn für die Wohnungsbaugesellschaften ist das Geschäft derzeit alles andere als attraktiv, sagt Energieexperte Demrovski. »Die rechtlichen Anforderungen sind viel zu kompliziert für die Vermieter«, erklärt er. Zudem sei die Förderung nicht ausreichend. Nach Angaben der Bundesnetzagentur sind bis

zum Juli 2019 Mieterstromanlagen mit einer Leistung von insgesamt gerade einmal 15 Megawatt angemeldet worden. Das entspricht vier Windrädern an Land. Die Bundesregierung hat erkannt, dass sie hier handeln muss: Sie will das Mieterstromgesetz in diesem Herbst nachbessern. ↩

(Spektrum.de, 20.09.2019)

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT

ARTEN AM ABGRUND

Der Kampf ums Überleben

Vaquitas | Ein Requiem für den Schweinswal

Sakis | Auf der Suche nach dem Unbekannten

Schutzprojekte | Hoffnung für die Hässlichen

FÜR NUR
€ 4,99

HIER DOWNLOADEN

KOHLEKRAFTWERKE

Aussteigen ist komplex

von Ralph Diermann



Der Fahrplan für das Ende der Kohle steht:
Das letzte Kraftwerk soll spätestens 2038 abgeschaltet werden. Dafür muss das Tempo beim Ausbau der erneuerbaren Energien allerdings enorm anziehen.

Demos, Klagen, Sitzblockaden, sogar Paddelboot-Proteste auf der Elbe: Die Umweltverbände haben alle Register gezogen, um den Bau des Steinkohlekraftwerks im Hamburger Stadtteil Moorburg zu verhindern. Vergeblich, die 1,6-Gigawatt-Anlage ging 2015 ans Netz, als jüngster Kohlemeiler Deutschlands. Allzu lang wird Betreiber Vattenfall aber wohl keine Freude mehr an seinem Kraftwerk haben. Denn mit dem Ende Januar 2019 vorgelegten Konzept der Kommission zum Braun- und Steinkohleausstieg muss Moorburg spätestens 2038 vom Netz, obwohl die Anlage technisch gesehen noch mindestens 20 Jahre länger in Betrieb bleiben könnte.

Die von der Bundesregierung eingesetzte Kommission hat einen Fahrplan erarbeitet, der die Kohleverstromung in Deutschland geordnet und im gesellschaftlichen Konsens zum Ende führen soll. Der Plan sieht vor, dass bis 2022 Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 12,5 Gigawatt abgeschaltet werden. Bis 2030 folgen weitere 26 Gigawatt. Die restlichen 17 Gigawatt sollen dann bis 2038 oder womöglich auch schon einige Jahre früher vom Netz gehen. Zudem empfiehlt die Kommission umfassende Strukturhilfen für die betroffenen Regionen, eine Entlastung privater und industrieller Verbraucher bei den Stromkosten sowie ein regelmäßiges Monitoring des Ausstiegs.

Allerdings hat das Papier der Kommission nur empfehlenden Charakter. Die Bundesregierung ist nun gefordert, aus dem Konzept einen verbindlichen, rechtssicheren Ausstiegsplan zu machen. Das soll auf Basis

von Vereinbarungen mit den Kraftwerksbetreibern geschehen. Hier sind heiße Diskussionen über Entschädigungen zu erwarten – die Unternehmen werden versuchen, möglichst hohe Kompensationen für das Abschalten ihrer Anlagen herauszuschlagen. Sollten die Verhandlungen scheitern, rät die Kommission der Bundesregierung, die Stilllegung auf ordnungsrechtlichem Wege zu erzwingen, bei Entschädigungszahlungen an die Betreiber. Das birgt jedoch das Risiko, dass diese Klage einreichen und so den Ausstieg verzögern.

In der CDU/CSU-Fraktion ist der Entwurf der Kommission durchaus umstritten. Das Konzept wird dennoch so in die Umsetzung gehen, erwartet Dirk Uwe Sauer, Professor an der RWTH Aachen und Sprecher des Akademienprojekts »Energiesysteme der Zukunft« (ESYS). »Den meisten Politikern ist sehr genau bewusst, dass der Kohleausstieg

breite Zustimmung in der Bevölkerung genießt. Zudem wissen die Politiker, dass die Energiebranche klare Verhältnisse braucht, um die nötigen Ersatzinvestitionen in Erzeugungsanlagen oder Speicher tätigen zu können«, sagt Sauer. Er rechnet sogar mit einem früheren Endtermin für den Ausstieg. »Ich gehe davon aus, dass die letzten Braunkohlekraftwerke bereits vor 2038 vom Netz gehen werden. Denn der CO₂-Preis wird weiter steigen, so dass der Betrieb der Anlagen mittelfristig nicht mehr wirtschaftlich ist«, erklärt der Wissenschaftler.

Ausbau der Wind- und Solarenergie schwächelt

Die Braun- und Steinkohlekraftwerke tragen derzeit rund 40 Prozent zum Strommix bei, etwa so viel wie die Erneuerbare-Energien-Anlagen. Deren Anteil muss also enorm wachsen, um den Wegfall der Kohlemeiler – und auch der letzten Atomkraftwerke, die bis Ende 2022 vom Netz gehen – zu kompensieren. Bereits mit ihrem Koalitionsvertrag hat die Bundesregierung beschlossen, die Ökostromquote bis 2030 auf 65 Prozent zu steigern. Betrachtet man allein den Stromsektor, dürfte eine solche Quote zusammen mit Gaskraftwerken ge-



TURBOWERNER / STOCK.ADOBE.COM

nügen, um den bis dahin wegfallenden Kohle- und Atomstrom zu ersetzen, meint Sauer. »Das reicht nicht, wenn man berücksichtigt, dass wir künftig viel Strom für den Verkehr und die Wärmeversorgung benötigen. Das Ausbautempo muss also deutlich anziehen«, erklärt der Wissenschaftler.

Allerdings droht selbst das Ziel aus dem Koalitionsvertrag weit verfehlt zu werden. »Um 65 Prozent der gegenwärtigen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bereitzustellen, müssen ab 2020 jedes Jahr

KOHLEKRAFTWERK

Zu den größten Kohlendioxidschleudern Europas zählen einige deutsche Kohlekraftwerke. In Zukunft sollen sie saubere Energie erzeugen, indem ihr CO₂ abgeschieden und im Untergrund eingelagert wird.

acht Gigawatt Windenergie und neun Gigawatt Fotovoltaik zugebaut werden«, sagt Professor Clemens Hoffmann, Direktor des Fraunhofer-Instituts für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE. Davon sind die jüngsten Zubauzahlen weit entfernt: Bei der Onshore-Windenergie wurden 2018 gerade einmal 2,4 Gigawatt und bei der Fotovoltaik knapp drei Gigawatt installiert. »Nicht der Ausstieg aus der Kohle ist die Herausforderung, sondern der Einstieg in die Erneuerbaren«, so der Fraunhofer Forscher.

Wenn nun aber der nötige Zubau ausbleibt – könnte der Fahrplan für den Kohleausstieg doch noch in Frage gestellt werden? Hoffmann weist darauf hin, dass die Kommission allein für alte Braunkohlekraftwerke konkrete Ausstiegswerte genannt hat. Die sukzessive Reduktion der Energieerzeugung aus den übrigen Kraftwerken dagegen könne nur aus den Wind- und Solarzubauzahlen abgeleitet werden. »Es wird die wesentliche Aufgabe des politischen Entscheidungsprozesses in den nächsten Monaten sein, diese beiden Aspekte der Energiewende miteinander zu koppeln«, sagt Hoffmann. Sollte der Ausbau hinter dem notwendigen Maß zurück-

bleiben, dürften wohl schon in wenigen Jahren Forderungen nach einer Anpassung des Ausstiegsplans laut werden.

Gaskraftwerke für Dunkelflauten

Und was bedeutet die Ablösung von Atom und Kohle durch Wind und Solar für die Versorgungssicherheit? Woher soll der Strom kommen, wenn ganz Deutschland unter Wolken liegt und kein Wind weht, also die berüchtigte Dunkelflaute herrscht? Vor allem aus Gaskraftwerken, so die Kommission – die jedoch erst einmal gebaut werden müssen. Etwa 100 Gigawatt Leistung sind laut Fraunhofer IEE nötig, um die Versorgungssicherheit zu jedem Zeitpunkt und unter allen Bedingungen zu garantieren. Derzeit sind hier zu Lande Gaskraftwerke mit zusammen rund 30 Gigawatt Leistung am Netz.

»Entgegen häufig genannten Befürchtungen ist diese Infrastruktur zu wirtschaftlichen Bedingungen realisierbar«, ist Hoffmann überzeugt. Anders als die Kohlekommission geht der Forscher aber nicht davon aus, dass sich die so genannten Ausgleichskraftwerke über die erzeugte Energie finanzieren lassen – dazu werden sie zu selten gebraucht. Hoffmann sieht sie viel-



»Den meisten Politikern ist sehr genau bewusst, dass der Kohleausstieg breite Zustimmung in der Bevölkerung genießt«

[Dirk Uwe Sauer]



»Nicht der Ausstieg
aus der Kohle ist die
Herausforderung,
sondern der Einstieg in
die Erneuerbaren«

[Clemens Hoffmann]

mehr als Teil der Netzinfrastruktur, die über die Netznutzungsentgelte finanziert werden. Diese Entgelte sind Teil des Strompreises. Ähnlich wie bei den klassischen Netzkomponenten lasse sich auch bei den Ausgleichskraftwerken ein Wettbewerb herstellen, so dass sie zu minimalen Kosten betrieben werden könnten.

Begleitet werden muss der Zubau von Wind- und Solarkraftwerken der Kohlekommission zufolge auch von einer Flexibilisierung des Energiesystems, unter anderem durch den breiten Einsatz von Speichern. Sie helfen nicht nur dabei, Stromangebot und -nachfrage in die Balance zu bringen, sondern können auch so genannte Systemdienstleistungen erbringen. Dazu zählt etwa die Bereitstellung von Regelleistung, mit der die Netzbetreiber kurzfristig Frequenzschwankungen ausgleichen. Solche Aufgaben übernehmen bislang vor allem fossile Kraftwerke. An die Stelle der Kohlemeiler könnten hier etwa Batteriespeicher und sogar Akkus von Elektroautos treten, wie Pilotprojekte zeigen.

»Der Ausstieg aus der Kohle bedeutet den Einstieg in die Speicher«, meint Professor Michael Sterner von der Ostbayerischen

Technischen Hochschule Regensburg. Besondere Bedeutung hat seiner Meinung nach dabei die Sektorenkoppelung durch das »Power to X«-Speicherkonzept: Überschüssiger Wind- oder Solarstrom wird genutzt, um damit per Elektrolyse Wasserstoff zu erzeugen, der dann ins vorhandene Gasnetz eingespeist oder aber zu Kohlenwasserstoffen wie Methan oder synthetischen Kraftstoffen weiterverarbeitet wird. Power to X flexibilisiert die Nachfrage nach Strom und mindert zugleich die CO₂-Emissionen im Verkehr- und Wärmesektor.

Bislang gibt es keinen Markt für solche Anlagenkonzepte, da Strom mit seinem hohen Anteil staatlich festgesetzter Preiskomponenten derzeit noch zu teuer ist. »In einer aktuellen Studie für die Gaswirtschaft konnten wir zusammen mit Energierechtsexperten zeigen, dass die Befreiung von allen Abgaben, Steuern und Umlagen für die nächsten zehn Jahre der Schlüssel zur Markteinführung von Power to X ist«, erklärt Sterner. Auch die Kohlekommission rät, das System der Entgelte, Abgaben und Umlagen umfassend zu überarbeiten. Dagegen sperrt sich die Bundesregierung jedoch noch.

Neue Wärmequellen benötigt

Neben der Stromerzeugung und der Bereitstellung von Systemdienstleistungen haben Kohlekraftwerke eine weitere Funktion im Energiesystem: Sie versorgen Gebäude und Industrieanlagen mit Wärme. Rund 28 Prozent der Fern- und Nahwärme stammen dem deutschen Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) zufolge aus Kohlekraftwerken.

Dieser Anteil soll laut Kohlekommission durch einen Mix unterschiedlicher Technologien ersetzt werden, zu denen neben Gaskraftwerken und -motoren auch große Wärmepumpen sowie Power-to-Heat-Anlagen gehören – eine Art riesiger elektrischer Heizstab, der Wärme erzeugt, wenn gerade viel Strom verfügbar ist. Da sich Wärme gut speichern lässt, können sie dazu beitragen, Windräder und Solaranlagen in das Energiesystem zu integrieren, indem sie vor allem laufen, sobald es an Abnehmern für den Strom fehlt. Wirtschaftlich ist diese Betriebsweise allerdings nur dann, wenn der eingesetzte Strom ganz oder teilweise von Steuern und Abgaben befreit wird.

Mit dem Ersatz der Kohlekraftwerke durch Windräder und Solaranlagen ist es

also nicht getan – der Kohleausstieg verändert das Energiesystem tief greifend. Doch nur so besteht die Chance, das deutsche CO₂-Ziel für den Stromsektor einzuhalten, eine Minderung der Emissionen um 62 Prozent bis 2030 gegenüber 1990. Ob auch das übergeordnete Klimaziel der Bundesrepublik – insgesamt minus 55 Prozent bis 2030 – erreicht wird, hängt damit vor allem vom Verkehrs- und Wärmesektor ab. Gerade beim Verkehr hinkt Deutschland seinen Zielen allerdings so weit hinterher, dass hier wohl Maßnahmen nötig sind, gegen die der Kohleausstieg ein Kinderspiel ist. ↩

(Spektrum – Die Woche, 10/2019)

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT

FÜR NUR
€ 4,99

KLIMA- WANDEL

Der Einfluss der globalen Erwärmung

Küstenschutz | Wann kommt die Flut?
Atmosphäre | Das Wolkenparadoxon
Extremwetter | Ist das noch normal?

HIER DOWNLOADEN

CO₂-ABGABE

ERREICHT MAN UMWELTBEWUSSTSEIN NUR ÜBER DEN **GELDBEUTEL?**

von Christopher Schrader



Damit der Klimaschutz im Leben aller Menschen ankommt, empfehlen viele Fachleute, auch auf Benzin, Diesel, Erdgas und Heizöl eine CO₂-Abgabe zu erheben. Zentraler Punkt in vielen Konzepten ist, dass die Einnahmen zum großen Teil an die Bürger zurückfließen, um soziale Härten auszugleichen.

Die CO₂-Bepreisung sollte sozialverträglich ausgestaltet sein.« Dieser dürre, bürokratisch formulierte Satz könnte einen Schwenk in der deutschen Klimapolitik auslösen. Er steht im Gutachten der Kohlekommission, die vor allem einen Vorschlag zur Zukunft der Braun- und Steinkohlemeiler in Deutschland machen sollte. Aber flankierend empfiehlt sie der Bundesregierung zu prüfen, ob sie eine CO₂-Abgabe »mit Lenkungswirkung in den Sektoren außerhalb des Europäischen Emissionshandels« einführt.

Gemeint sind damit Verkehr, Gebäude und Industrie. Und das heißt im Klartext: Benzin und Diesel, Erdgas und Heizöl so-

wie viele Produkte des täglichen Bedarfs würden wohl teurer. Das Ziel ist dabei, dass die Bürger ernsthaft und durch ihren Geldbeutel motiviert anfangen, weniger Energie zu verbrauchen, und vor allem, direkt und indirekt weniger Treibhausgase freizusetzen.

Doch bevor der große Aufschrei beginnen kann, hat die Kommission schon einen Pflock eingeschlagen. Die Abgabe solle sozialverträglich sein. Das bedeutet in den Konzepten der Ökonomen, die sich damit schon befasst haben: Die zusätzlichen Einnahmen des Staats fließen an Bürger und Wirtschaft zurück, um dort Härten auszugleichen, wo sie auftreten. Wer große Strecken pendeln muss, um den Job zu behalten, und mit magerem Lohn nicht näher am Arbeitsplatz und nicht im Neubau leben kann, soll für die Zusatzkosten ent-



UNSLASH / IBRAHIM RIFATH

»Ohne einen CO₂-Preis kann Deutschland seine Klimaziele für 2030 auf keinen Fall erreichen«

[Ottmar Edenhofer]



LENAWURM / GETTY IMAGES / ISTOCK

»Eine aufkommensneutrale Neuausrichtung bestehender Energiesteuern kommt unmittelbar dem Klimaschutz zugute und führt gleichzeitig zu mehr sozialer Gerechtigkeit«

[Stephan Lessenich]

schädigt werden. Die Firma, die im Wettbewerb mit Konkurrenten aus Staaten unterzugehen droht, die keinen CO₂-Aufschlag erheben, soll Schutz bekommen.

»Ohne einen CO₂-Preis kann Deutschland seine Klimaziele für 2030 auf keinen Fall erreichen«, sagt der Ökonom Ottmar Edenhofer, Leiter unter anderem des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung. »Eine kluge CO₂-Bepreisung könnte Einnahmen erzeugen, mit denen der Staat mehr Gerechtigkeit für alle schaffen kann, statt nur Milliarden für Sonderinteressen bereitzustellen.«

Soziale Härten sollen nicht entstehen

Auch Jörg Lange, geschäftsführender Vorstand des Vereins »CO₂ Abgabe«, sagt: »Wir wollen im Prinzip das verteuern, was schlecht für das Klima ist, nämlich die fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas, und das fördern, was gut für den Klimaschutz ist: Energiesparen und Erneuerbare wie Wind und Sonnenkraft.« So sollen die Haushalte dazu animiert und in die Lage versetzt werden, ihr Verhalten zu ändern. »Wo deswegen soziale Härten auftreten, sollen sie durch entsprechende gesetzliche Änderungen gemildert werden.«

Wie das im Detail aussehen könnte, hat Langes Verein soeben vorgerechnet. Auf seiner Website findet sich ein Tool, mit dem jede und jeder für den eigenen Fall durchspielen kann, welche Folgen eine solche Reform hätte. Der Grundgedanke dabei ist, etliche Zusatzkosten beim Strom zu streichen und dafür Brenn- und Treibstoffe nach ihrem CO₂-Ausstoß zu belasten (die Mineralölsteuer auf Benzin und Diesel bleibt dabei in dem Konzept unverändert, weil sie vor allem die Kosten der Verkehrsinfrastruktur deckt).

Mit den Werten eines Durchschnittshaushalts (laut offiziellen Statistiken pro Jahr 3135 Kilowattstunden Stromverbrauch; 13791 Kilowattstunden für Heizung und Warmwasser; 1027 Liter Benzin) wirft der Rechner Folgendes aus: Bisher zahlte man außer den reinen Energiekosten 370 Euro an Steuern und Abgaben (ohne Mineralölsteuer). Die Pläne des Vereins machen Benzin um zwölf Cent pro Liter teurer, Erdgas um zehn Cent pro Kubikmeter. Dafür fallen aber die anderen Abgaben weg, vor allem auf Strom. So ergibt sich eine Summe von 307 Euro pro Jahr: Der Haushalt hätte 63 Euro gespart. Im ungünstigsten Fall, wenn die Heizung Öl ver-

brennt und das Auto Diesel schluckt, schrumpft die Entlastung auf 20 Euro.

Tatsächlich könnten Menschen in allen Teilen der Gesellschaft von der Einführung der CO₂-Abgabe profitieren, wie eine vor Kurzem veröffentlichte Studie des Soziologen Stephan Lessenich von der Universität München zusammen mit dem Verein zeigt. Die einkommensschwächsten Haushalte kommen am besten weg: Liegt das Nettoeinkommen pro Kopf unter 9500 Euro, sparen Familien 54 Euro pro Mitglied. Wer mehr als 38 000 Euro netto hat, zahlt 10 bis 14 Euro weniger. »Eine aufkommensneutrale Neuausrichtung bestehender Energiesteuern und -umlagen«, sagt Lessenich, »kommt unmittelbar dem Klimaschutz zugute und führt gleichzeitig zu mehr sozialer Gerechtigkeit.«

Damit die Abgabe allerdings die Erwartungen erfüllt, muss der zu Grunde gelegte Preis für den Ausstoß einer Tonne CO₂ bald steigen – laut Konzept des Vereins um fünf Euro pro Jahr. Wählt man im Rechner die nach vier Jahren erreichten 60 statt der ursprünglichen 40 Euro, ist es mit dem Sparen für den Durchschnittshaushalt vorbei.

Dieser Fahrplan zu höheren Kosten soll jedoch klar angekündigt werden, damit

sich alle darauf einstellen können: Unternehmen bauen emissionsärmere Autos, Autofahrer legen sich ein günstigeres Fahrzeug zu oder fahren häufiger Fahrrad oder Bus, Hausbesitzer sanieren ihr Gebäude, Mieter erzeugen Solarstrom auf dem Balkon, Industriebetriebe stellen treibhausgasintensive Prozesse um.

Wirtschaftswissenschaftler sehen den Preis für CO₂ darum als zentrales Instrument im Klimaschutz. In einer Überblicksarbeit in »Nature Climate Change« aus dem Sommer 2018 geben Ottmar Edenhofer und etliche Kollegen Ratschläge, wie er gestaltet werden sollte. Zunächst solle man statt von einer »Steuer« von einer »Gebühr« oder »Abgabe« zu sprechen. Bei der Frage, wie das Geld an die Bürger zurückfließt, wägen die Forscher mehrere Optionen ab und empfehlen schließlich eine Pro-Kopf-Zahlung, so dass jeder Bewohner des Landes die gleiche Summe erhält. »Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine pauschale Dividende im zeitlichen Verlauf eher stabil wäre, vor allem in Ländern, die Probleme mit wirtschaftlicher Ungleichheit, politischem Misstrauen und Polarisierung haben«, heißt es in der Studie.

Berechnung des Durchschnittsverbrauchs in Deutschland

Durchschnittliche Wohnung 91,8 Quadratmeter (Umweltbundesamt), die Haushaltsgröße laut Statistischem Bundesamt (Destatis) und laut Umweltbundesamt ergibt einen Durchschnitt von zwei Personen pro Haushalt.

- Durchschnittlicher Bedarf für Heizung und Warmwasser pro Haushalt laut Destatis: 13 791 kWh
- Durchschnittlicher Stromverbrauch laut Destatis: 3135 kWh
- Kraftstoff: Durchschnittlicher Verbrauch 7,2 Liter pro 100 Kilometer (Umweltbundesamt); Fahrleistung gewichtet im Mobilitätspanel 2016/17: 7,4 Liter pro 100 Kilometer
- Durchschnittliche Fahrstrecke pro Jahr 13 300 Kilometer (Kraftfahrtbundesamt für 2017); durchschnittliche Fahrstrecke pro Jahr 13 900 Kilometer (Verkehr in Zahlen 2018/19, Angabe für 2017)
- Das ergibt einen Verbrauch von 960 bis 1027 Litern pro Jahr.

Hin und Her bei Kohlendioxid-Steuer in aller Welt

Internationale Beispiele zeigen, dass Regierungen vorsichtig vorgehen und auf breite Mehrheiten achten müssen. In Australien hat der damalige konservative Premier Tony Abbott im Jahr 2014 die Steuer gestrichen, die seine Labor-Vorgängerin Julia Gillard kurz zuvor eingeführt hatte. Frankreich verlangt seit 2014 eine nationale CO₂-Abgabe, sie kletterte von 7 auf gut 44 Euro pro Tonne Kohlendioxid.

Jetzt wollte die Regierung das Tempo der Erhöhungen forcieren – ohne auf soziale Aspekte zu achten. Das bildete nach Analyse vieler Beobachter den Anlass für die weit darüber hinausreichenden Gelbwesten-Protteste gegen soziale Ungerechtigkeit.

Schweden erhebt schon seit 1991 eine Steuer auf Kohlendioxid, für 2019 sind es 1180 Kronen (114 Euro) pro Tonne. Für den Liter Diesel macht das einen Aufschlag von 31 Euro-Cent pro Liter aus. Das Geld fließt in den Staatshaushalt. Das sei jedoch nur dort eine gute Idee, wo die Regierung großes Vertrauen ihrer Bürger genießt, warnten die Autoren der Studie in »Nature Climate Change«.

Neun weitere EU-Staaten sowie Norwegen, Island und Liechtenstein haben nach einer Aufstellung des wissenschaftlichen Dienstes des Bundestags nationale CO₂-Abgaben eingeführt. Außerhalb Europas erheben zum Beispiel Japan und Chile solche Steuern, in Argentinien, Südafrika, Kanada und Singapur sollen sie im Jahr 2019 starten, wie eine Übersicht der Weltbank zeigt. Doch in den 42 Industrie- und Schwellenländern, die zur OECD und/oder zu den G20 gehören, entweicht die Hälfte aller Treibhausgase außerhalb solcher Systeme, stellte ein Autorenteam um Brigitte Knopf vom Mercator-Institut für globale Gemeinschaftsgüter und Klimawandel (MCC) in Berlin im Herbst 2018 im »Emissions Gap Report« der Vereinten Nationen fest. Nur auf zehn Prozent des Ausstoßes wird eine Abgabe fällig, die wenigstens dem Mindestpreis von 40 Dollar pro Tonne entspricht, der das Einhalten der Pariser Klimaziele ermöglichen könnte. Bezogen auf die Welt als Ganzes sind die Prozentsätze noch geringer.

Sogar US-Republikaner debattieren über Abgabe

Auch die Schweiz verlangt bereits seit 2008 eine CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe –

aber nicht auf Benzin oder Diesel. 96 Franken (85 Euro) pro Tonne Kohlendioxid betrug sie 2018. Jedes Jahr bekommen die Bürger einen Großteil ihrer Ausgaben zurück: im Jahr 2018 76 Franken (67 Euro) pro Kopf, die mit den Prämien der Grundversicherung verrechnet wurden (hinzu kamen 13 Franken aus einer Lenkungsabgabe für flüchtige organische Chemikalien). Wer sparsam heizt oder Holz, Strom und Umweltwärme nutzt, kann das Verhältnis von Mehrausgaben und Erstattung verbessern.

Mit einem ähnlichen Rezept beginnt in den USA selbst die republikanische Partei über eine CO₂-Abgabe zu debattieren. Die ehemaligen Außenminister George Shultz und James Baker haben vorgeschlagen, zunächst 40 Dollar (35 Euro) pro Tonne zu verlangen. Das Geld soll in voller Höhe an die Amerikaner zurückfließen – als Klimadividende. Eine vierköpfige Familie könne mit 2000 Dollar im ersten Jahr rechnen. Dafür würden die Benzinpreise anfangs um etwa 38 Cent pro Gallone (sieben Euro-Cent pro Liter) ansteigen.

Mit einer pauschalen Summe, also einem Betrag X für jeden Bewohner, wollen die Aktivisten vom Verein »CO₂ Abgabe« allerdings nicht starten. Ihr Konzept sieht

vor, die Bürokratie deutlich zu entschlacken, weil mehrere Steuern und Umlagen durch eine einzige Abgabe ersetzt werden. Vor allem aber wollen sie Härten bei Firmen und Familien deutlich gezielter ausgleichen, als es mit einer Pro-Kopf-Dividende möglich wäre.

Abgabe auf Treibhausgase nutzt Arbeitslosen

Die Untersuchung des Vereins behandelt etwa den Fall von Pflegekräften in Krankenhäusern, die sich mit ihrem Gehalt keine Wohnung in der gleichen Stadt leisten können. Auch wegen der Dienstzeiten müssen sie in dem Beispiel 30 Kilometer einfacher Weg mit dem Auto zur Arbeit pendeln. Die CO₂-Abgabe würde ihnen anfangs in Baden-Württemberg pro Jahr 35 Euro und in Mecklenburg-Vorpommern 41 Euro jährlicher Mehrkosten aufbürden, räumen die Autoren ein. Das könne der Gesetzgeber ausgleichen, heißt es in der Studie, »indem er Wegekosten zwischen Wohn- und Arbeitsort als außergewöhnliche Belastung steuermindernd anerkennt«, statt nur die Entfernungspauschale zu werten.

Für die Bezieher von Hartz IV wäre die Abgabe auf Treibhausgase sogar bei stei-

gender CO₂-Abgabe von Vorteil, ist der Münchner Soziologe Lessenich überzeugt. Sie könnten »besonders von einer Strompreissenkung profitieren. Da nach der geltenden Rechtslage die Steigerung der Wärmekosten erstattet würde, kann ein CO₂-Preis bei gleich bleibendem Regelsatz dauerhaft zu einer Entlastung führen.«

Wie hoch eine CO₂-Abgabe sein sollte, hat eine hochrangige Kommission von Ökonomen untersucht. Das Gremium nannte eine Spanne von 40 bis 80 Dollar (35 bis 70 Euro) pro Tonne für das Jahr 2020 und 50 bis 100 Dollar (44 bis 88 Euro) pro Tonne für 2030. Ihr gehören unter anderem Ottmar Edenhofer, Direktor des MCC und Forschungsbereichsleiter am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, sowie Nicholas Stern von der London School of Economics an.

Selbst hohe Preise spiegeln die realen Kosten nicht wider

Der Preis müsste allerdings bald steigen, um seine volle Lenkungswirkung zu entfalten. Schnell würde er dann auf ein Niveau von deutlich mehr als 100 Euro pro Tonne klettern. Nach dem Konzept des Vereins »CO₂ Abgabe« wären nach einem Start mit 40 Euro zehn Jahre später bereits 90 Euro erreicht –

und auch danach würde sich der Preis weiter um fünf Euro pro Jahr erhöhen. In der Schweiz sind zurzeit 120 Franken (106 Euro) als Höchstsatz vorgesehen, ein Gesetzentwurf in den USA schlägt für 2030 eine Abgabe von 115 Dollar (101 Euro) pro Tonne vor und sieht auch das noch nicht als Endpunkt.

Keiner dieser Preise, die den Ausstoß von Treibhausgasen regulieren und möglichst vermindern oder verhindern sollen, spiegelt aber die Kosten der Schäden für Gesellschaften auf der ganzen Welt wider, die CO₂ und Co. anrichten. Es gibt einen erkennbaren Unterschied zwischen Vermeidungs- und Schadenskosten.

Ökonomen nennen Letzteres oft die »social cost of carbon« (SCC). Dazu zählen die Aufwendungen für höhere Deiche, die volkswirtschaftlichen Kosten von Hitzeperioden oder Ernteverlusten, in Deutschland bis in Ländern in Afrika oder Asien. Eine neue Berechnung des Umweltbundesamts taxiert die Umweltkosten auf insgesamt 180 Euro pro Tonne für das Jahr 2016 und auf 205 Euro für 2030. Den Ausstoß mit 40 Euro pro Tonne zu verhindern, ist dagegen praktisch ein Schnäppchen. ↪

(Spektrum – Die Woche, 14/2019)

INTERVIEW ZUR KLIMAKRISE

»WIR KÖNNEN UNS KEINE
VERZÖGERUNG
MEHR LEISTEN«

von Christopher Schrader

Deutschlands wichtigste Wissenschaftsakademie fordert in einer Stellungnahme Sofortmaßnahmen gegen den Klimawandel. Wir haben eine der Autorinnen gefragt, was die Bundesregierung genau tun sollte.

Im September wollte die Bundesregierung die Strategie vorstellen, wie Deutschland seine Klimaziele 2030 erreicht und Kurs auf eine Klimaneutralität 2050 nimmt. Darum sind in Wochen zuvor viele Studien dazu erschienen, die ausnahmslos die Einführung eines allgemeinen Preises auf den Ausstoß von Treibhausgasen vorsehen. Eine wichtige Stimme in diesem Chor ist die Nationale Wissenschaftsakademie Leopoldina. Auch sie stellt in einer Stellungnahme fest, die »sektorübergreifende Wende im Bereich der Energieerzeugung und -nutzung [kann] ohne einen adäquaten CO₂-Preis nicht gelingen«. »Spektrum.de« sprach dazu mit Antje Boetius, Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven, die federführend an dem Papier mitgeschrieben hat.

Spektrum.de: Frau Boetius, die Arbeitsgruppe prominenter Wissenschaftler, deren Sprecher Sie und Gerald Haug vom Max-Planck-Institut für Chemie sind, fordert von der Politik ein mutiges Klimaschutzgesetz, und das im Namen der nationalen Wissenschaftsakademie Leopoldina. Sind Politiker denn Angsthassen?



ALFRED-WEGENER-INSTITUT / KERSTIN ROLFES

Antje Boetius: Nein, wer sich auf den Weg macht, Politiker zu werden, der kann gar keine Angst haben, weil es ein harter Job ist und man leicht an allem schuld ist. Mutig bedeutet hier, jetzt für den Klimaschutz einen großen Schritt zu tun. Mutig heißt, dafür zu sorgen, dass der Bürger mitkommt und dabei mitmachen will und kann. Wir können uns wirklich keine Verzögerung beim Klimawandel und auch nicht das Verpassen unserer eigenen Ziele leisten.

ANTJE BOETIUS

Die Meeresbiologin Antje Boetius ist Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Professorin an der Universität Bremen, Mitglied der Leopoldina und Vorsitzende des Lenkungsausschusses »Wissenschaft im Dialog«. 2009 erhielt sie von der Deutschen Forschungsgemeinschaft den Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis, 2018 den Deutschen Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.

Manche sagen oder fürchten, wir könnten uns den nötigen Klimaschutz nicht leisten.

Deutschland hat sich den europäischen Klimazielen verpflichtet und auch eigene Ziele für 2030 gesteckt. Zurzeit sieht es nicht so aus, als ob sie erfüllt werden, und dann wird es richtig teuer. Dann könnten europäische Strafzahlungen von bis zu 62 Milliarden Euro fällig werden. Das kann keiner wollen, denn dann zahlen wir ohnehin und haben ja selbst nichts erreicht, keine Ziele, keinen Umbau, keine Innovationsverbesserung. Das Geld kann man besser ausgeben.

Ihre 30-seitige Stellungnahme enthält sehr viele konkrete Forderungen dazu, unter anderem nach einem »unmittelbaren Transformationschub«. Solche klare Sprache ist man von Wissenschaftlern nicht unbedingt gewöhnt.

Ach, an klarer Sprache hat es uns bei Klima bisher nicht gemangelt. Es geht im Papier nun aber um die schnellen Wege zu einem effektiven Schutz. Der Umbau, die Transformation, muss technologieoffen sein, und das heißt, wir überhöhen jetzt weder die Elektromobilität noch fordern wir Subventionen für Regenerative oder Holz statt

Beton. Wir sagen, es muss einen Schub geben, eine Richtung, einen Rahmen, in dem man es der Bevölkerung aber auch der Industrie ermöglicht, klimafreundlich zu handeln. Jeder von uns 14 in der Arbeitsgruppe vertritt dabei ja eine Teildisziplin. Für uns zusammen ist insofern auch Klarheit entstanden, weil wir uns gleich auf eine erste Schnittmenge einigen konnten: Der CO₂-Preis ist der erste Schritt, einen großen Umbau über alle Bereiche anzugehen. Das ist mit dem Transformationschub gemeint.

Sie zeigen sich aber ganz sicher, dass das, was Sie vorschlagen oder fordern, auch der richtige Weg ist. Eine konsequente Klimapolitik »wird« positive Folgen haben, steht an einer Stelle: nicht »kann«, sondern »wird«.

So ist es. Wir dürfen die Atmosphäre nicht länger als kostenlose Müllhalde betrachten. Wenn wir unsere Emissionsziele nicht erreichen und die Erwärmung mehr als zwei Grad beträgt, dann werden die Folgekosten für alle gigantisch. So zerstörerische Konsequenzen für die Natur und den Menschen, das kann keiner wollen. Und es ist vor allen Dingen so ungerecht, weil es zu



LUOMAN / GETTY IMAGES / ISTOCK

»Wir dürfen die Atmosphäre nicht länger als kostenlose Müllhalde betrachten«

[Antje Boetius]

Lasten der kommenden Generationen geht. Wenn man es mal in seinem ganzen Drama ausdrückt: Ungeborenes Leben, das jetzt keine Stimme hat, das sich nicht wehren kann, dem klauen wir die Zukunft.

Das beklagen auch die schon geborenen Menschen der jüngsten Generation. Die sind im Augenblick jeden Freitag auf der Straße, und Ihre Stellungnahme liest sich so, als würden Sie sich vorbehaltlos an deren Seite stellen. Also #Leopoldina-ForFuture?

Das können Sie gern so sagen, natürlich beschäftigen wir uns viel mit der Zukunft in der Nationalakademie. Die Fridays-for-Future-Bewegung hat in Bezug auf Klima eine Reihe berechtigter, aber sehr weit gehender Forderungen, die sich derzeit nicht so umsetzen lassen. In der Leopoldina-Arbeitsgruppe haben wir analysiert, welches die ersten pragmatischen Schritte sein können, damit Deutschland seine Klimaziele erreicht.

Pragmatisch klingt das angesichts des geforderten großen Umbaus aber eher nicht.

Nehmen wir mal die Empfehlungen zum CO₂-Preis. Die Fridays-for-Future-Bewe-

gung übernimmt die Argumente des Umweltbundesamtes, wonach man konkrete Schäden durch CO₂ mitrechnen muss, und verlangt darum einen Preis von 180 Euro pro Tonne. Ich kann das als Erdsystem-Forscherin nachvollziehen und wünsche, man könnte das schnell umsetzen. Aber in der Arbeitsgruppe haben wir uns von den Ökonomen wie zum Beispiel Ottmar Edenhofer oder Christoph Schmidt überzeugen lassen, dass der Preis am Anfang nicht überfordern darf, sondern nur schrittweise und sozial ausgewogen steigen kann. Der erste Schritt im Preis muss dennoch mutig sein, höher als der Preis im Emissionshandel, und einen klaren Impuls geben. Aber man kann nicht sofort mit einem Preis anfangen, der alles so verändert, dass ganze Gruppen von Menschen nicht mehr mitkommen oder ganze Industriezweige wegbrechen.

Beim CO₂-Preis brechen Sie ja die Regel, keine konkreten Maßnahmen zu fordern. Sie sagen, das sei das zentrale, wichtigste, das Kernelement und ohne ginge es gar nicht. Warum ist das so?

Hier geht es um den Impuls, Klimaschutz in allen Sektoren zu verankern. Wenn man

einen CO₂-Preis auf Emissionen einführt, dann verschiebt sich insgesamt der Markt, dann werden nämlich die fossilen Energien teurer und die regenerativen Energien relativ billiger, vor allem wenn auch noch das Erneuerbare-Energien-Gesetz reformiert oder abgeschafft wird. Es lohnt sich dann, schnell auf andere Technologien zu setzen – für die Industrie und auch für den Bürger. Wir bekommen einen Innovationschub. Und wenn man außerdem die Einnahmen transparent verwendet, etwa als Klimadividende oder um die Stromsteuern zu senken, dann werden ja auch die entlastet, die jetzt schon weniger CO₂ emittieren als andere. Profitieren können dann typischerweise die Bürger mit niedrigem Einkommen. Die haben ja nur zirka die Hälfte vom CO₂-Ausstoß verglichen mit dem Rest von Deutschland.

Aber gerade für die so genannten sozial Schwachen und auch für viele andere sind doch die Möglichkeiten, sich anders zu verhalten, zurzeit arg begrenzt.

Ja, das wissen wir alle, dass man zum Beispiel im derzeitigen Verkehrssystem nicht plötzlich Auto und Flugzeug komplett weglassen kann, um noch pünktlich zur Arbeit

zu kommen, wenn sie nicht vor der Haustür ist. Da muss also auch Geld in den Umbau oder Aufbau von emissionsarmen Infrastrukturen fließen. Deswegen sagen wir klar, die Transformation fängt mit einem vernünftigen CO₂-Preis an, der sich dann steigert; und es kann aber auch nicht die einzige Maßnahme sein.

Wo könnte dieser vernünftige Preis am Anfang liegen?

Da gibt es verschiedene Gutachten. Während die Wirtschaftsweisen sagen, er muss mindestens bei 35 Euro liegen und teurer sein als die Zertifikate im europäischen Emissionshandel, kommen andere Gutachten wie das vom MCC-PIK (Mercator-Institut und Potsdam-Institut) von Herrn Edenhofer auf anfangs 50 Euro.

Sie wollen sich ja nicht festlegen, also nehmen wir doch mal die Werte aus der Stellungnahme. Der Preis soll am Anfang erkennbar deutlich höher sein als der Emissionshandelspreis, der liegt im Augenblick um 25 Euro. Also würde es vielleicht mit 30, 35, 40 Euro pro Tonne CO₂ anfangen. Und dann gibt es ein Rechenbeispiel für das Jahr 2030 mit 130

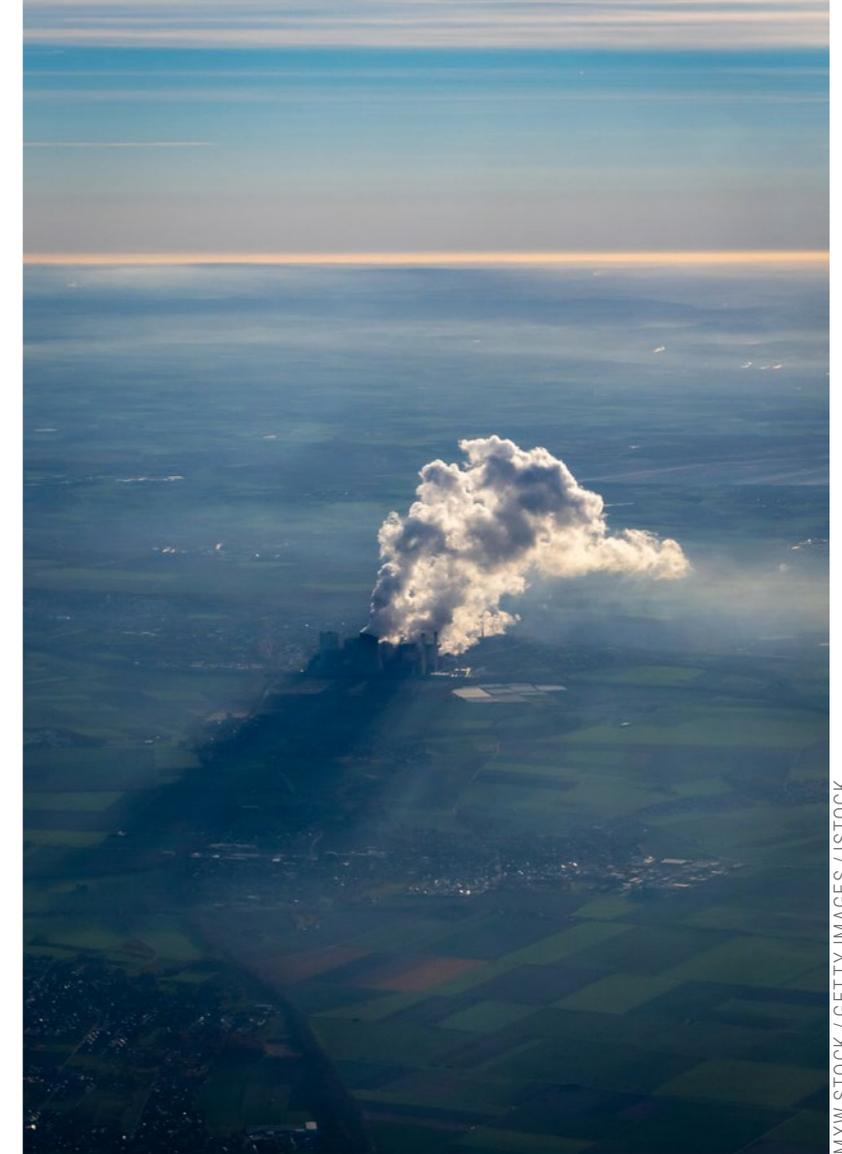
Euro pro Tonne. Das heißt aber, uns steht bis dahin ein starker Anstieg um ungefähr zehn Euro pro Jahr bevor.

Diese jährliche Steigerung ist eine kluge Idee, die die Ökonomen vertreten: Am Anfang nimmt man einen Preis, der verkraftbar ist. Und dann lernt man ganz schnell daraus. Es gibt ja vermutlich Gewinner und Verlierer, nicht nur in der Bevölkerung, sondern auch in der Industrie und in verschiedenen Sektoren. Da muss man nachsteuern, wo eine Ungerechtigkeit entsteht, etwa beim berühmten Pendler vom Land. Das ist der Grund, warum es ein vernünftiger Weg ist, moderat einzusteigen und dann aber den Preis zu verteuern.

Bundesumweltministerin Svenja Schulze hat gesagt, es ginge bei einer CO₂-Abgabe überhaupt nicht darum, dass der Staat höhere Einnahmen hat, sondern er solle alles an die Bürger zurückgeben. Sehen Sie das genauso?

Nein. Ich persönlich sehe das so, dass es bei aller gebotener Transparenz zu den Einnahmen und Ausgaben aus der CO₂-Abgabe um viel mehr geht als um Umverteilung. So kann man anfangen, aber dann geht es in den nächsten Jahren auch um die Kosten ei-

»Am Anfang nimmt man einen CO₂-Preis, der verkraftbar ist. Und dann lernt man ganz schnell daraus«



ner neuen Infrastruktur – um zum Beispiel die Schiene auszubauen, die Elektrifizierung voranzutreiben. Es stimmt leider, dass man mit der aktuellen Infrastruktur, zum Beispiel im Verkehr, noch nicht durchgehend klimafreundlich leben kann. Und wir müssen ehrlich sein: Die Erde erwärmt sich jetzt schon so schnell, dass wir auch Mittel für Anpassung brauchen – in der Landwirtschaft, in den Städten. Auch das muss nun zügig passieren, und das wird aber nicht billig. Auch hier kann der CO₂-Preis wirken, aber nicht als einzige Maßnahme.

Deswegen sollte der CO₂-Preis ein nationales Instrument sein und man darf nicht auf Europa warten?

Warten sollte niemand mehr. Es muss aber auf jeden Fall auf europäische und internationale Verhandlungen hingearbeitet werden, das steht auch klar in unserem Papier. Deutschland und selbst Europa allein können das globale Klimaproblem nicht lösen. Aber die internationalen Ziele beruhen ja auf nationalen Beiträgen, so muss jedes Land nun irgendwo anfangen mit dem Umbau, Erfahrung sammeln und dann nachsteuern, so dass man das Gemeinwohl verbessert.

Ist es denn überhaupt realistisch, den Bürgern zu sagen: Wenn ihr euch so verhaltet, dass ihr Emissionen spart, dann könnt ihr bei einer solchen CO₂-Steuer hinterher sogar besser dastehen? Gilt das nicht nur für die ersten Jahre?

Ja, das kann so gestaltet werden, mehrere Gutachten haben das berechnet: Man kann, wenn der Preis am Anfang hoch genug ist, erhebliche Umverteilung betreiben, um zu sozial ausgewogenen Beteiligungen am Klimaschutz zu kommen, da muss man dann einen klugen Weg finden. Ein Vorschlag ist, alle Einnahmen aus einem CO₂-Preis komplett an die Bevölkerung aufzuteilen, je nach CO₂-Preis wären das 100 bis 200 Euro pro Kopf.

Und wenn jemand geringere Mehrkosten hat ... Aber die zusätzliche Belastung kann ja auch weit höher liegen.

Die persönliche Bilanz von Kosten und Erstattung darf nicht untragbar werden, aber es müssen alle etwas beitragen, das ist klar. Denn man muss sich immer auch die Alternative vor Augen halten: Nicht die Ziele im Klimaschutz zu erreichen, hat ja eben untragbare Konsequenzen.

Die Preise sollen die Verhältnisse zwischen fossil und erneuerbar verschieben: Glauben Sie denn, dass die Menschen flexibel genug auf Preis-signale reagieren, um sich dann anders zu verhalten?

Dafür gibt es Beweise, das brauche ich gar nicht zu glauben. Es gibt den jährlichen Global Carbon Budget Report, und er zeigt: Immer dann, wenn der Ölpreis und die Benzin- und Dieselpreise gestiegen sind, steigen die CO₂-Emissionen nicht mehr an. Es ist bewiesen, der Preis hat sofort Auswirkungen auf den CO₂-Ausstoß.

Im globalen Durchschnitt. Aber in Deutschland kommen doch viel mehr Emissionen von Leuten, die gar nicht so sehr auf den Euro gucken müssen. Und wenn dann der Liter Benzin teurer wird, dann schimpfen sie vielleicht, aber verändern nichts.

Natürlich gibt es immer Menschen, die so viel Geld haben, dass sie sich alles leisten können. Aber es kommt ja auch gesellschaftlicher Druck dazu, zu den Guten zu gehören. Und im Großen geht es uns ja letztendlich um die Wirkungen in allen Sektoren, nicht nur bei den Privathaushal-

ten, und da gibt es den Beweis, dass der Preis wirkt und den schnellsten Effekt erzielt ohne zu viel unerwünschte Nebeneffekte zu erzeugen, wie es zum Beispiel Flug- oder Fahrverbote hätten.

Ihre Arbeitsgruppe hat auch festgestellt, dass eine Verhaltensänderung heutzutage rational-analytisch motiviert sein müsste, und wer ein bisschen Psychologie gelesen hat, weiß, dass das keine gute Nachricht ist. Wenn man sich auf Rationalität verlassen muss, wird es schwierig.

Ach, ich bin da nicht so pessimistisch, es gibt doch viele Beweise, dass Vernunft funktioniert. Was für Alternativen gäbe es denn sonst? Jetzt ist es rational, einen schnell wirkenden Pfad zur Reduktion von Emissionen einzuschlagen. Andere Länder haben das uns vorgemacht wie die Schweiz oder British Columbia und sofort Effekte erzielt.

Wenn der Liter Benzin 30 Cent mehr kostet, und das wäre ungefähr das Niveau 130 Euro pro Tonne CO₂, dann kann man sich schon vorstellen, dass deutsche Gelbwesten durch die Städte marschie-

ren. Wie verhindern Sie das? Wie einen Sie das Land?

Indem man erst einmal die jetzt gespürte Ungerechtigkeit angeht. Wer zahlt jetzt gerade überproportional aus seinem Einkommen für die EEG-Umlage zur Förderung der erneuerbaren Energiequellen? Das sind die Niedrigverdiener, die gar nicht so viel CO₂ emittieren. Unser Vorschlag ist, genau da anzusetzen und eine sozial ausgewogene Lösung zu erreichen.

Es gibt in Deutschland oft die Wahrnehmung: Die Klimakrise ist weit weg, bei den Berichten werden Eisbären gezeigt, und dann redet man von der Arktis und von der Südsee von Bangladesch und Afrika.

Das hat sich massiv geändert seit dem Sommer 2018. Und der Sommer 2019 zeigt ja ebenso, wie die Hitzewellen auf uns wirken: Im Moment wäre laut Umfragen jeder zweite Bürger bereit, CO₂-Steuern zu zahlen, Hauptsache, wir fangen an, den Klimaschutz zu organisieren. Das ist doch eine ganz andere Ausgangslage für die Politik als früher. Da kommen wir wieder zum Ausgangspunkt zurück: Haben Politiker Angst? Auf der Liste der wichtigen Themen sieht die Bevölkerung Klima und Umwelt ganz oben. Jetzt geht es

erst einmal darum, überhaupt die Vereinbarungen in Bezug auf Klima umzusetzen. Das ist ganz wichtig, kluge Klimapolitik hält uns ja eher zusammen, und es gibt eine bessere internationale Verhandlungsposition, wenn Deutschland seine Ziele erreicht.

Was sollte denn Ihrer Meinung nach in dem mutigen Klimaschutzgesetz stehen? Nach welchen Prinzipien sollte es aufgestellt werden?

Es sollte mindestens den zugesagten internationalen Beitrag leisten, es muss ethisch begründet und sozial ausgewogen sein und Innovation fördern. Es muss den Weg aufzeigen, wie wir unser Land so gestalten, unsere Infrastruktur insgesamt und den Energiesektor in Europa so umbauen, dass wir spätestens im Jahr 2050 bei weniger als zwei Tonnen CO₂ pro Kopf im Jahr sind. Wir reden hier von wirklich komplexen Aufgaben, denn das ist das Niveau von Afrika heute. Als eines der reichsten Länder der Erde sollten wir zeigen, dass es möglich ist, das Gemeinwohl zu fördern, saubere Luft zu atmen, sauberes Wasser zu trinken, gut zu leben und die Klimaziele zu erreichen. ↩

(Spektrum – Die Woche, 31/2019)



KOMMENTAR: KLIMASCHUTZPAKET
DER BUNDESREGIERUNG

Der Berg, der eine Maus gebar

von Daniel Lingenhöhl

Lange hat die Bundesregierung getagt, um ihr Klimaschutzpaket auf den Weg zu bringen. Das Ergebnis ist enttäuschend – und beinhaltet auch seltsame Maßnahmen.

Covering
Climate
Now

COVERING CLIMATE NOW

EYETRONIC / STOCK.ADOBE.COM

In Neubauten werden heute kaum noch Ölheizungen eingebaut: Nach Angaben der Bundesregierung führen mit Abstand Gasheizungen, gefolgt von Wärmepumpen und Fernwärme – Ölheizungen machen nur noch 0,7 Prozent aller neuen Heizungsanlagen aus. Warum sollte es auch anders sein? Wer bei klarem Verstande ist – und nicht aus zwingenden Gründen nicht anders kann – verzichtet auf diese Art der Wärmegewinnung angesichts sauberer Alternativen und absehbar steigender Preise. Dennoch rühmt sich die Bundesregierung nun einer Klimaschutzmaßnahme, indem sie diese Ölheizungen in Neubauten ab 2025 endgültig verbietet.

Zumindest wird sie prominent im Klimaschutzpaket der Bundesregierung aufgelistet, das heute (20.9.2019) nach langem Ringen vom Bundeskabinett verabschiedet wurde. Insgesamt soll das Paket bis 2023 mehr als 50 Milliarden Euro kosten und umgekehrt helfen, den Treibhausgasausstoß der Bundesrepublik bis 2030 um 55 Prozent zu senken. Statt 866 Millionen Tonnen Koh-

lendioxid sollen Industrie und Bürger bis dahin nur noch 563 Millionen Tonnen ausstoßen. Derzeit reißt die Bundesrepublik eigene und auf europäischer Ebene verpflichtende Ziele, weshalb Strafzahlungen drohen. Das Klimaziel 2020 wird Deutschland wohl ohnehin nicht schaffen.

Um für die Zeit danach den Kohlendioxid ausstoß beschleunigt zu senken, einigte sich die Koalition unter anderem auf einen CO₂-Preis, der für die Jahre 2021 bis 2025 pro Tonne jeweils 10, 20, 25, 30 und 35 Euro betragen soll. Danach werden diese Zertifikate laut der Nachrichtenagentur Reuters in das europäische Emissionshandelssystem überführt. Benzin und Diesel verteuern sich durch diese Maßnahmen um etwa drei Cent je Liter. In einem weiteren Schritt sollen sie dann auf 9 bis 15 Cent je Liter steigen. Ab 2020 steigt die Luftverkehrssteuer, um Ticketpreise zu verteuern und die Zahl der Flüge zu reduzieren. Gleichzeitig sinkt die Mehrwertsteuer auf Bahntickets (wobei man gespannt sein darf, was die Bahn davon an ihre Kunden weitergibt). Um steigende Strompreise zu kompensieren, sollen Verbraucher von einer sinkenden EEG-Umlage profitieren, die eingeführt wurde, um damit Ökostrom zu fördern.

Insgesamt wirkt das Paket eher wie ein Flickenteppich: hier eine Maßnahme, dort eine Entlastung – die teilweise die Maßnahmen konterkarieren. Um Pendler zu entlasten, wird beispielsweise die Pendlerpauschale für Fernpendler von 30 auf 35 Cent pro Kilometer erhöht. Ja, wer fernab von Ballungsräumen wohnt, ist leider oft zwingend auf das Auto angewiesen. Aber die normale Pendlerpauschale von 30 Cent können auch großstädtische Autonutzer unbegrenzt geltend machen, während sie für Radler oder ÖPNV-Nutzer prinzipiell gedeckelt ist. Zumindest eine weitere Staffelung wäre also angebracht gewesen. Oder radikal gedacht: Warum nicht die Pendlerpauschale für Autofahrer innerhalb eines Ballungsraums niedriger setzen als für ÖPNV-Nutzer oder ganz abschaffen?

Der CO₂-Preis bleibt weit unter dem, was Wissenschaftler fordern: Er muss – und kann – nicht gleich bei den von der Fridays-for-Future-Bewegung geforderten 180 Euro pro Tonne liegen. Er sollte aber schon gleich am Anfang mindestens so hoch sein, wie er beim europäischen Emissionshandel erreicht wird. Derzeit liegt er hier bei 25 Euro pro Tonne. In Großbritannien wurden deshalb schon einzelne Kohlekraftwerke

vom Netz genommen, weil sie dadurch nicht mehr rentabel waren – und durch zumindest etwas klimafreundlichere Gaskraftwerke sowie erneuerbare Energien ersetzt. Schön und gut ist auch die Mehrwertsteuersenkung für Bahntickets, sofern die Bahn das nicht nutzt, um ihr Betriebsergebnis zu verbessern. Denn dass die Bahn diese Ermäßigung an die Kunden weitergeben muss, steht zumindest nicht in der Ankündigung.

Immerhin hat das Maßnahmenpaket auch einige gute Ansätze: Die KfZ-Steuer etwa soll stärker an den CO₂-Emissionen ausgerichtet werden. Man darf also hoffen, dass Sprit fressende SUV mit Benzin- oder Dieselmotor bald deutlich mehr kosten als heute. Und auch Irrwege werden zumindest auf dem Papier vermieden: »Biokraftstoffe der ersten Generation auf Basis von Nahrungs- und Futtermittelpflanzen werden nicht zusätzlich unterstützt«, heißt es unter anderem: Sie waren und sind hier zu Lande wie global betrachtet kontraproduktiv. Stattdessen sollen sie zukünftig stärker auf Abfall- und Reststoffen basieren.

Insgesamt ist das Klimaschutzpaket kein großer Wurf. Es besteht aus vielen kleinteiligen Maßnahmen, die ihre Wir-

kung erst noch zeigen müssen. Es stehen nur selten konkrete Zahlen, aber viele Absichtserklärungen darin. Und die Verstromung von Braunkohle – die mit Abstand die größten CO₂-Emissionen in der nationalen Energieerzeugung aufweist – wird tatsächlich bis 2038 zementiert. Die letzten Kraftwerke bleiben also noch fast 20 Jahre in Betrieb, während viele Gaskraftwerke stillstehen oder ihr Bau wegen mangelnder Rentabilitätsaussichten nicht weiter verfolgt wird: Braunkohlestrom ist in der Erzeugung einfach zu billig, weshalb er bevorzugt ins Netz eingespeist wird. Daran werden wohl auch die ersten CO₂-Preise nichts ändern. ↩

(Spektrum.de, 20.09.2019)

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT

MODERNE SEUCHEN

Infektionskrankheiten auf dem Vormarsch

Biowaffen | Die Milzbrand-Bedrohung
Pandemien | Kann die Spanische Grippe wieder zuschlagen?
Epidemiologie | Neue Krankheiten durch Klimawandel

FÜR NUR
€ 4,99

HIER DOWNLOADEN

THERE'S NO



PLANET B

SCIENTISTS FOR FUTURE

SOLLTEN WISSENSCHAFTLER FÜRS KLIMA PROTESTIEREN?

von Ralf Nestler

Der breite Protest gegen die Klimapolitik fordert Forscher heraus: Sollten sie sich beteiligen? Oder beschädigt ein Engagement ihre Integrität? »Spektrum.de« hat sich umgehört.

Für Freitag, den 20. September 2019, hatten Aktivisten zu einem globalen »Klimastreik« aufgerufen, um die Fridays-for-Future-Bewegung (FFF) zu unterstützen. Aufgefordert sind nicht allein Schüler und Studierende, sondern alle Bürgerinnen und Bürger. Umweltverbände begrüßen das Vorhaben, genauso wie Gewerkschaften und Kirchen.

Sollte die Wissenschaft sich ebenfalls beteiligen? Ist es angesichts der gravierenden Probleme, die sich aus dem Klimawandel ergeben, nicht sogar Pflicht für Forscher, die Politik an ihre Verantwortung zu erinnern? Oder verlieren sie damit ihre Position als neutrale Analytiker – und damit das Vertrauen, das große Teile der Gesellschaft in sie haben?

Forscherinnen und Forscher kommen zu unterschiedlichen Antworten, wenn es um öffentliches Engagement für mehr Klimaschutz geht. Eine kleine Umfrage von »Spektrum.de« an zehn Universitäten, Forschungsgemeinschaften oder wissen-

schaftsnahen Behörden zeigt: Grundsätzlich wird Klimaschutz als wichtig erachtet.

Ist Klimaprotest eine Privatangelegenheit?

Bei der Frage, ob die Leitung Mitarbeiter bei der Teilnahme an Demos unterstützt und womöglich dazu aufruft, gehen die Antworten jedoch weit auseinander: Manche Institutionen antworten hier frei heraus mit Ja, einige lockern immerhin die Kernarbeitszeiten auf. Andere hingegen wiegeln ab, verweisen auf »rechtliche Rahmenbedingungen« oder sagen kurzum, Klimaprotest sei »eine Privatangelegenheit«.

Die wohl eindeutigste Haltung findet man an der TU Berlin. Hier unterstützt die Unileitung geschlossen die Forderungen der Fridays-for-Future-Bewegung. Präsident Christian Thomsen hat neben Greta Thunberg auf einer Demo gesprochen und auch die Kritik des Youtubers Rezo an der Politik, insbesondere der CDU, wohlwollend bewertet.

»Dafür gab es in den sozialen Medien sehr viele Likes, auch von Uni-Angehörigen«, sagt Steffi Terp, Leiterin der Kommunikation an der TU Berlin, die das Thema Klimaschutz und Nachhaltigkeit offensiv



COVERING CLIMATE NOW

»Spektrum der Wissenschaft« beteiligte sich wie rund 200 andere Zeitungen, Nachrichtenmagazine und Onlineportale an der globalen Aktion »Covering Climate Now«, um in der Woche vor dem Klimagipfel der Vereinten Nationen in New York (21. bis 23. September) verstärkt über Klimaschutz und Klimawandel zu berichten.

»Bei 50 Prozent der Bevölkerung ist noch nicht angekommen, wie dramatisch die Lage ist«

[Volker Quaschnig,
Energiesystem-Professor]

platziert. »Ich habe bisher keine kritische Stimme aus der Universität dazu wahrgenommen, anders als wir es beim Thema Gender erleben.«

Andere Wissenschaftler tasten sich eher langsam an das Thema »Klimakrise« heran. So hatte es beispielsweise bei Gregor Hagedorn begonnen. Seit den 1980er Jahren befasst sich der Bioinformatiker mit Artenvielfalt, wie man Spezies und ihre Vielfalt bestimmen kann, welche Managementansätze hilfreich sind, um Biodiversität zu erhalten. »Kleine Schritte eben«, sagt Hagedorn.

Bis er nach rund 25 Jahren im Beruf zu der Erkenntnis kam, dass es sehr wohl Fortschritte gebe, aber diese keinesfalls ausreichen, um das Problem zu lösen. Das gelte für Biodiversität wie für den Klimawandel: Beides seien dramatische Entwicklungen, denen der die Politik viel zu wenig entgegenseht. »Die Fakten waren lange bekannt aus den Berichten des Weltklimarats, aber die hat keiner wirklich ernst genommen«, sagt er.

Die ungewöhnliche Karriere des Klimathemas

Als 2018 die Proteste der Schülerinnen und Schüler begannen, hat Hagedorn fasziniert beobachtet, wie das Thema nun endlich in

die Medien gelangte und öffentliche Debatten bestimmte. Aber anders als erhofft. »Mit den Argumenten hat sich kaum jemand auseinandergesetzt, eher wurde vermeintliches Fehlverhalten thematisiert, ob man der Schule fernbleiben oder Erdbeeren aus Plastikschalen essen darf.«

Für den Berliner Forscher war klar, dass hier Solidarität gefragt ist, denn die Argumente der FFF-Bewegung seien fachlich weitgehend korrekt. So dachten etliche Wissenschaftler und bildeten die »Scientists for Future«. Sie sagen: Die Schüler haben Recht – und ohne entschlossenen Klimaschutz wird die Erderwärmung deutlich voranschreiten, mit gravierenden Folgen. 26 800 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Deutschland, Österreich und der Schweiz haben im Frühjahr 2019 eine entsprechende Stellungnahme unterzeichnet.

Eine politische Rolle strebe man dabei aber nicht an, sagt Hagedorn, der zugleich einer der Koordinatoren der Scientists for Future in der Region Berlin-Brandenburg ist. »Wir wollen den Schülern den Rücken stärken, anstatt uns bei ihnen unterzuhaken.« Das bedeute beispielsweise, Experten für ihre Fragen zu vermitteln.

Über den Vorwurf, die Scientists for Future seien Aktivisten, ärgert er sich. »Wir sind keine Kampagnenorganisation. Wir wollen die nötigen Informationen bereitstellen, um den Diskurs rationaler zu machen, im Grunde also eine Form der Wissenschaftskommunikation.« Wie viele Forscher bei den Scientists for Future aktiv sind, lässt sich Hagedorn zufolge nur schätzen. 500 bis 1000 im gesamten Bundesgebiet sollen es sein, die sich regelmäßig einbringen, ehrenamtlich in ihrer Freizeit.

Längst nicht alle Scientists for Future sind öffentlich präsent

Längst nicht alle sind dabei öffentlich so präsent wie Volker Quaschnig, im Hauptberuf Professor für Regenerative Energiesysteme an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. In den sozialen Medien schildert Quaschnig immer wieder, wie er und seine Familie sich für Klimaschutz engagieren, auf Demos und indem sie darauf verzichten zu fliegen. »Ich sehe ein Existenzproblem für die nachfolgenden Generationen«, sagt er. »Und ich sehe ein Kommunikationsproblem der Wissenschaft.« Die Politik bekomme die Fakten durch zahlreiche Gutachten präsentiert, aber sie han-

dele nicht entsprechend. »Also müssen die Ergebnisse in die Öffentlichkeit.«

Das heißt für Quaschnig: vereinfachen. Journalisten mögen das, Fachkollegen nicht unbedingt. »Ich erlebe immer wieder, dass Leute die Nase rümpfen und sagen, ich stelle die Zusammenhänge zu simpel dar.« Aber aus seiner Sicht ist das schlicht nötig, um viele Menschen für das Thema zu sensibilisieren. »Bei 50 Prozent der Bevölkerung ist noch nicht angekommen, wie dramatisch die Lage ist.«

Vielleicht liegt das daran, dass die Politik so träge auf die Klimabedrohung reagiert. Keine der politischen Parteien hat bisher ein Programm vorgelegt, das dem Ziel, die Erderwärmung auf 1,5 Grad zu beschränken, auch nur nahekäme. Zwar hat sich mittlerweile die Rhetorik von Spitzenpolitikern gewandelt: Auch sie rufen seit einigen Wochen dazu auf, mit Nachdruck gegen die globale Erwärmung vorzugehen. Gleichzeitig müht sich die Große Koalition aber sichtlich damit ab, ein konsensfähiges und zugleich effektives Klimaschutzpaket vorzulegen.

Zeit für eine Revolution also? »Demokratie ist eine gute Sache«, sagt Quaschnig. Sie habe starke Selbsterhaltungskräf-

»Wissenschaftler sind nicht per se schlauer als Handwerker oder Frisöre«

[Hans von Storch, Klimaforscher]

te und könne radikale Veränderungen abfedern. Ob sie jedoch in der Lage sei, adäquat auf die Klimakrise zu reagieren, wisse er nicht. Der mitteilsame Energiesystem-Professor hat sich fürs Erste entschlossen, auf die bestehenden Gesetze und Verträge zu dringen. Gemeinsam mit weiteren Einzelpersonen und Verbänden hat er im November 2018 eine Verfassungsbeschwerde beim Bundesverfassungsgericht eingereicht. Sie richtet sich gegen das Unterlassen geeigneter gesetzlicher Vorschriften und Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels durch die Bundesrepublik Deutschland.

Kritiker der Klimaproteste

Wer mit mehreren Scientists-for-Future-Anhängern redet, kann leicht vergessen, dass es auch innerhalb der Wissenschaft abweichende Stimmen gibt. Längst nicht alle demonstrieren fürs Klima. Auch Hans von Storch nicht: »Den meisten geht es doch darum, zu zelebrieren: Ich bin besser als mein Nachbar«, sagt der Klimaforscher vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht.

Grundsätzlich kann von Storch den Wunsch nachvollziehen, als Bürger aktiv zu werden und etwa an einer Demonstration teilzunehmen. Schwierig wird es seiner



Meinung nach, wenn sich seine Kollegen als Forscher präsentieren und den Klimaschutz als wichtigste Aufgabe darstellen. »Wissenschaftler sind nicht per se schlauer als Handwerker oder Friseur«, findet er. »Sie haben in ihrem Fachgebiet Ahnung,

doch das ist nur ein winziger Ausschnitt dessen, was die Gesellschaft ausmacht.«

Welches Thema das vordringliche sei, ob Gesundheit, der Ausgleich gravierender sozialer Ungleichheiten, das Klima oder etwas ganz anderes, das könnten sie schlicht

nicht beurteilen. Eines herauszugreifen und dies im Namen der Wissenschaft über andere zu erheben, findet von Storch jedenfalls anmaßend.

Außerdem beobachtet er, dass in der öffentlichen Debatte zwei andere Themen kaum stattfinden: zum einen die Frage, wie Menschen nicht nur in Deutschland oder Europa ihren CO₂-Ausstoß senken können, sondern weltweit, bei möglichst hohem Lebensstandard. Und zum zweiten die Frage nach der Anpassung: was konkret zu tun ist, um mit den Folgen des globalen Wandels zurechtzukommen.

Johannes Vogel, Generaldirektor des Museums für Naturkunde Berlin, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, geht offensiv mit der Sonderrolle der Wissenschaft um. »In unserem Selbstverständnis sind wir eine elitäre In-group, wir haben viel Wissen, das anderen nicht zugänglich ist«, sagt er – und sieht sich in der Pflicht, das zu ändern.

»Wir haben täglich tausende Besucherinnen und Besucher und erleben ihren Hunger nach Wissen, nach Austausch.« Als die Fridays-for-Future-Bewegung begann, hat Vogel sein Haus geöffnet: ein neutraler Ort, wo freitags hunderte Schüler mit For-

schern ins Gespräch kommen. Auf die Neutralität legt er großen Wert: »Fridays for Future ist eine super Bewegung, aber die brauchen mich nicht als Fürsprecher.«

Wie neutral müssen Wissenschaftler sein?

Wobei das mit der Neutralität so eine Sache ist. Forscher berufen sich gern auf ihren Status als sachliche Wissensvermittler, gerade im Umgang mit der Öffentlichkeit. Das Bild war noch nie ganz richtig, aber die Klimaproteste scheinen es nun definitiv ins Wanken zu bringen. »Das wurde vielfach untersucht, und der Befund ist klar: Auch Wissenschaftler haben Vorannahmen, die ihre Sicht bestimmen und zu Urteilsfehlern beitragen können«, erklärt Rainer Bromme, Psychologe an der Universität Münster, der unter anderem zum Vertrauen in die Wissenschaft forscht.

Für Forscher sind starke Einzelmeinungen an und für sich nichts Neues. Die Wissenschaft verfügt über Mechanismen, die das System vor logischen Fehlschlüssen Einzelner schützen. Von diesem Nimbus profitieren Forscher auch dann, wenn sie ihre Meinung in die Öffentlichkeit tragen.

»Auch Wissenschaftler haben Vorannahmen, die zu Urteilsfehlern beitragen können«

[Rainer Bromme, Psychologe]

Lange Zeit reklamierten sie für sich: Wir stellen die Fakten bereit, entscheiden muss die Gesellschaft.

Die Scientists for Future tragen aus Sicht von Rainer Bromme dazu bei, dass sich diese Trennlinie zwischen Wissenschaft und Politik weiter verschiebt. »Das begann bereits vor Jahrzehnten, man denke nur an Initiativen wie IPPNW – Ärzte gegen Atomkrieg – oder den March for Science vor zwei Jahren, wo Forscher ihre Position in die Gesellschaft getragen haben.«

Der Wandel zeige sich beispielsweise bei einer Äußerung des FDP-Chefs Christian Lindner, der die Schüler aufforderte, doch auf die Experten zu hören. Noch vor einiger Zeit hätten Wissenschaftler darauf wohl nicht reagiert. »Nun aber haben viele Forscher gesagt: Okay, wenn so klar auf uns verwiesen wird, dann positionieren wir uns und bestätigen: Die Schüler haben Recht«, sagt Bromme. Wie viele Forscher durch die Klimaproteste politisiert wurden, ist allerdings offen.

Bisher kann man dies allenfalls auf Basis von Anekdoten schätzen. Am Heidelberg Center for the Environment (HCE) beispielsweise wurde lebhaft über eine Unterstützung der lokalen Fridays for Future

diskutiert, erzählt dessen Leiter Thomas Meier. Am Ende gab es eine Stellungnahme, knapp die Hälfte der 80 Mitglieder hat unterschrieben. »Das waren erstaunlich viele«, sagt Meier.

Er ergänzt allerdings, dass man dieses Engagement auch nicht überbewerten sollte. Gerade im Umweltbereich sei es derzeit groß in Mode, sich mit der Bewegung zu solidarisieren. In Gesprächen höre er viele positive Äußerungen zu der Stellungnahme. »Mir scheint, das sind oft auch Lippenbekenntnisse, weil bisher keine persönlichen Anforderungen damit verbunden sind.« Ob die Zustimmung erhalten bleibe, da sei er eher skeptisch.

Forscher gewinnen an Vertrauen, wenn sie sich für das Allgemeinwohl einsetzen

Psychologe Bromme sagt dazu: »Ich habe den Eindruck, dass es mehr werden, aber es gibt noch keine belastbaren Daten.« Für ihn ist besonders spannend, ob sich damit auch das Vertrauen in die Wissenschaft verändert. Seine bisherigen Untersuchungen, die Befragungen des Wissenschaftsbarometers sowie die von Fachkollegen hätten grundsätzlich gezeigt: Je deutlicher wahrgenommen wird, dass ein Experte Eigeninteressen

verfolgt, er womöglich auch »aggressive« Sprache nutzt, desto eher kommt es zu Vertrauensverlust. Wer sich aber erkennbar für das Allgemeinwohl einsetze, werde sogar noch ein bisschen mehr geschätzt.

Zugleich stellt der Klimawandel seiner Meinung nach die Idee des völlig neutralen Wissenschaftlers in Frage. Hat ein Fachexperte nicht sogar die Verantwortung, brisante Ergebnisse seiner Forschung mit mahnenden Worten in die Öffentlichkeit zu tragen? Bromme verweist auf das Buch »The Discovery Of Global Warming« von Spencer Weart und die Anfänge des Weltklimarats.

Dieser wollte zu Beginn nicht nur Daten sammeln, sondern das Thema auch auf die politische Agenda bringen. »Wir verdanken die heutige Klimadebatte dem Einsatz der Forscher von damals«, betont Bromme. »Sie haben sich nicht auf eine neutrale Position zurückgezogen, sondern das Thema bewusst in Politik und Gesellschaft gebracht.« Vielleicht ist nun, 30 Jahre später, erneut die Zeit gekommen, in der das wieder nötig ist. ↩

(Spektrum – Die Woche, 38/2019)



MIT FRDL. GEN. VON ANNA-LENA MÜLLER

KOMMENTAR: FRIDAYS FOR FUTURE

Warum der Klimastreik Hoffnung macht

von Lars Fischer

Was kann – angesichts der trüben Situation und enormer Hindernisse – der Klimaprotest überhaupt noch erreichen? Die überraschende Antwort: alles.

Australien hat den Anfang gemacht: Mehr als 300 000 Menschen waren dort auf den Straßen, um für effektiven Klimaschutz zu demonstrieren. Bilder aus Tokio, Delhi und Johannesburg zeigen Menschen, die sich zum Protest versammelt haben, und auch in Deutschland gingen zigtausende Menschen für den Klimastreik auf die Straße. Doch inzwischen zweifeln viele Menschen, dass selbst ein noch so großer globaler Protest noch etwas erreicht.

Die Schwierigkeiten scheinen kaum überwindbar. Seit 30 Jahren versucht die internationale Politik – durchaus mit ernsthaftem Bemühen – einen globalen Weg zu finden, den Klimawandel zu begrenzen, bisher mit wenig Erfolg. Das zentrale Dilemma der Politik: Jene fossilen Brennstoffe, die das Problem verursachen, liegen nahezu allen technischen und zivilisatorischen Er rungenschaften der globalen Gesellschaft zu Grunde. Sie stecken hinter jenem globalen – wenn auch ungerecht verteilten – Wohlstand, der Gesundheitssysteme, Was-

ser- und Lebensmittelversorgung und nicht zuletzt stabile Staaten für nunmehr fast acht Milliarden Menschen ermöglicht.

Gleichzeitig macht es das unvorstellbare Ausmaß der auf fossiler Basis erzeugten Energie- und Stoffströme zu einer kaum überschaubaren Aufgabe, das ganze System im fliegenden Wechsel durch klimaneutrale Techniken zu ersetzen. Hinter Kohle, Öl und Gas steht eine etablierte technische Infrastruktur, und diese Energieträger sind nach wie vor in den meisten Fällen auch billiger. Nicht zuletzt haben hunderte Millionen Menschen – und ganze Staaten – bis heute in ihrem Alltag schlicht drängendere Probleme, als den Klimawandel aufzuhalten.

Von Aufhalten kann da auch keine Rede mehr sein. Die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre liegt schon jetzt weit jenseits der typischen Werte für das Eiszeitalter, in dem sich *Homo sapiens* entwickelt hat. Sie ähnelt eher den Konzentrationen vor etwas mehr als drei Millionen Jahren, bevor die vorhergehende Warmzeit endete. Die Menschheit ist derzeit auf einer Reise in eine sehr fremde Welt; bis auf Weiteres wohl ohne Rückfahrkarte.

Aufbruch in die Zukunft

Angesichts der trüben Lage ist eine wirkliche Perspektive für den Klimaschutz auf den ersten Blick nicht zu erkennen. Aber das täuscht. Im Gegenteil, die Zukunft ist nicht in Stein gemeißelt, und es gibt viel zu tun. Zuerst einmal gilt nach wie vor die eigentlich recht naheliegende Tatsache: Eine Welt, die zwei Grad wärmer ist, ist immer noch besser als eine, die fünf Grad wärmer ist. Das heißt, auch wenn die Abkehr von fossilen Brennstoffen schwieriger und langwieriger ist, als man es sich wünschen würde, lohnt sie sich nach wie vor.

Und selbst wenn die Klimakonferenzen es bisher nicht geschafft haben, den Kohlendioxidausstoß der Menschheit nennenswert zu senken, haben sie doch eine Institution geschaffen, die einen solidari-schen Umgang mit den Folgen des Klimawandels möglich macht. Niemand hat ein Interesse daran, dass Staaten oder Regionen instabil werden, und die politische Anerkennung des Klimawandels als globales Problem kann auch den Weg zu globalen Lösungen für seine Folgen weisen.

Nicht zuletzt existiert inzwischen auch eine große Bandbreite technischer Ansätze rund um nachhaltige Methoden, die von

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT

Öl produzierenden Algen über Solartechnik bis hin zu modernen, nachhaltigen Anbauverfahren für Lebensmittel reicht. Viele dieser Ansätze scheitern derzeit vor allem an den sehr niedrigen Preisen für die bisherigen Methoden auf der Basis fossiler Brennstoffe. Aber es gibt sie. Und wenn die Geschichte eines lehrt, dann, dass unter den richtigen Umständen schon eine einzelne neue Technologie die ganze Welt in atemberaubender Geschwindigkeit dramatisch verändern kann.

Es ist also noch keinesfalls alles verloren, auch wenn der Versuch, den Klimawandel aufzuhalten, gescheitert ist. Tatsächlich stehen die wirklich großen Aufgaben jetzt erst bevor. Um die kommenden absehbaren ebenso wie die überraschenden Veränderungen – keineswegs nur durch den Klimawandel – zu bewältigen, muss die Gesellschaft ihre Zukunft aktiv gestalten, statt wie bisher bloß die Gegenwart zu verwalten. Anders als es manchmal scheint, liegen dafür schon jetzt viele Werkzeuge bereit. Nun fordert eine globale Bewegung ein, dass man sie entschlossen nutzt. ↩

(Spektrum.de, 20.09.2019)

TEMPERIERTE WÄLDER

Die grünen Lungen unserer Breiten

Nationalpark Jasmund | Hier waltet die Natur

Waldsterben | Es ist nicht vorbei

Klimawandel | Vorsichtig optimistische Aussichten

FÜR NUR
€ 4,99

HIER DOWNLOADEN

Spektrum
der Wissenschaft
DIE WOCHE

NR
36
05.09.
2019

- > Ein Exoplanet auf extremer B...
- > Weiße Schleiereulen jagen m...
Freeze-Effekt
- > Seltsamer Fall von Wortfindungs-
störung

Im Abo nur
0,92 €
pro Ausgabe

TITELTHEMA: FOREVER YOUNG

Wie man das Altern austrickt

Ein US-Forscher will das biologische Alter mehrerer Männer um durchschnittlich zweieinhalb Jahre verringert haben. Sein Ansatz könnte helfen, Gebrechlichkeit und Krankheiten im Alter zu verhindern – und ein großes gesellschaftliches Problem lösen. Wenn an der Geschichte etwas dran ist.



GESELLSCHAFT

Die Utopie – Geschichte eines Missverständnisses



JUGENDPSYCHIATRIE

»Selbstverletzung ist ein Hilferuf«



INFEKTIONSKRANKHEITEN

Toxoplasmose – weit verbreitet und unbekannt

Mit ausgewählten Inhalten aus **nature**

Jetzt bestellen!
**Das wöchentliche
Wissenschaftsmagazin**
als Kombipaket im Abo:
Als App und PDF

HIER ABONNIEREN!

Jeden Donnerstag neu! Mit News, Hintergründen, Kommentaren und Bildern aus der Forschung sowie exklusiven Artikeln aus »nature« in deutscher Übersetzung. Im Abonnement nur 0,92 € pro Ausgabe (monatlich kündbar), für Schüler, Studenten und Abonnenten unserer Magazine sogar nur 0,69 €.