



ANALYSEN UND DIAGNOSEN

Die Erde vermessen, um einen gerechten Blick auf sie zu werfen

Über Klimawandel, Wassermodellierung und Gerechtigkeit

von Rolf Wiggershaus

Zwei Grad globale Erwärmung – mehr ist nicht drin, sind sich Experten einig. Das quantifizierte Ziel klingt so einfach und klar. Doch es zu erreichen, ist eine moralische wie auch eine wissenschaftlich-technische Herausforderung. Das zeigen Gespräche mit dem Gerechtigkeitsforscher Darrel Moellendorf und der Hydrologin Petra Döll.

Eine »globale Kulisse« für eine Diskussion über »Klima und Gerechtigkeit« bot auf beeindruckende Weise die Fotoausstellung »The Human Face of Climate Change« im Forschungskolleg Humanwissenschaften der Goethe-Universität in Bad Homburg im Frühjahr 2015. Sie zeigte in großen Formaten 31 der 60 farbigen Porträts aus dem Band »Schicksale des Klimawandels«, den das Schweizer Künstlerpaar Mathias Braschler und Monika Fischer 2011 publizierte. Die frontal und leicht von unten fotografierten Menschen stehen oder sitzen in den Ruinen oder Resten dessen, was einmal ihre Lebensgrundlage bildete – Personen mit Würde, die erleben mussten, dass sie ohnmächtig Kräften und Gewalten ausgesetzt sind, die ein Weiterleben wie bisher unmöglich machen.

Es sind Menschen aus verschiedenen Ländern aller Kontinente, deren Lebensunterhalt vom direkten Zugang zur Natur oder vom unmittelbaren Zusammenwirken mit ihr abhing oder deren Behausungen auf die Stabilität bislang gegebener Umweltbedingungen angewiesen waren. Wenn nun in jüngerer Zeit Meerwasser eine Insel überschwemmt, wachsen die Pflanzen nicht mehr und kann kein Vieh mehr gehalten werden; wenn Flussdeltas versalzen oder Flüsse austrocknen, ist es nicht länger möglich, vom Fischfang zu leben; wenn der Permafrostboden auftaut, beginnen Hauswände zu sinken und

müssen Fußböden erhöht werden; wenn das Wasser schlechter und knapper wird, nehmen Krankheiten und Todesfälle zu und wird die Beschaffung von Trinkwasser immer mühsamer oder teurer. Stets handelt es sich darum, dass die Natur nach langen Zeiten eines mehr oder weniger gelungenen Zusammenwirkens der Menschen mit ihr eine unberechenbarere, ungastliche geworden ist. Die Berichte der Fotografierten über ihre Schicksale bringen vor allem Bestürzung und Ratlosigkeit zum Ausdruck, nicht Anklage oder Wut. »Trotz der teilweise dramatischen Situation«, so die Kuratorin Dr. Julia Schultz, »sind es keine harten sensationsheischenden, sondern ruhige Bilder, die berühren.«

Das Hauptbild im Foyer des Forschungskollegs zeigt eine Frau in malerisch wirkender Kleidung mit ihrem Lama auf fast kahlem steinigem Boden hoch oben in den peruanischen Bergen. Sie kann weder lesen noch schreiben und hat nur vage etwas von Klimawandel gehört. Eine Vorstellung, wie man sich vor den Folgen der Veränderungen schützen oder sich ihnen anpassen könnte, haben weder diese Lama-Hirtin noch die anderen, denen der Klimawandel die Existenz zerstörte. Ihre Verwundbarkeit – ihre »Vulnerabilität« – ist groß, ihr Spielraum für die Bewältigung der Herausforderungen – ihre »Resilienz« – gleich Null.

1 Juliana Pacco Pacco (44)
Lamahirtin
Paru Paru, Peru

»Als ich noch ein Kind war, waren diese Berge sehr schön, doch das ändert sich. Jetzt sind sie sehr hässlich. Daran ist bestimmt die Klimaveränderung schuld. Das Wetter ist sehr schlecht. Es regnet und schneit zu Zeiten, in denen man es nicht erwartet. Früher gab es viel Weideland, doch in den letzten Jahren verändert sich alles und die Situation wird immer schwieriger. Die Tiere finden nicht genug Futter und sind anfälliger für Krankheiten. Dadurch sind die Herden kleiner geworden, und die Tiere sind nicht so fett wie früher. Wenn wir zu wenig produzieren, haben unsere Kinder nicht genug zu essen und immer mehr Menschen werden vielleicht wegziehen. Die Kinder werden sich möglicherweise anderswo Arbeit suchen.«

In den peruanischen Anden steigen die Temperaturen, die Niederschlags-Muster verändern sich, und einige der höchsten Eisfelder der Welt, darunter der Gletscher auf dem Ausangate, schmelzen einfach weg. Die Kartoffelernte ist so sehr von durch die Hitze verursachten Krankheiten befallen, dass die Einheimischen diese Feldfrucht nun auf höher gelegenen, kühlerem Gelände anbauen. Doch haben sie die Grenze erreicht: Oberhalb ihrer heutigen Felder gibt es nur noch Fels.

© Foto und Text:
Mathias Braschler/Monika Fischer;
aus »Schicksale des Klimawandels«,
Hatje Cantz Verlag, Ostfildern, 2011.

2 Awetik (50) und
Ludmila Nasarian (37)
mit ihrer Tochter Liana (5)
Busfahrer
Jakutsk, Sibirien, Russland

»Wir haben Angst, hier zu leben. Das Eis unter unserem Haus schmilzt. Es ist so, als lebte man auf einem schwankenden Schiff. Jedes Jahr senkt sich das Haus mehr ab und wird überschwemmt, sodass wir den Fußboden wieder einige Zentimeter höher legen müssen. Eines Tages werde ich noch durch die Tür kriechen müssen. Unser Haus wurde dadurch beschädigt, dass das Wasser nicht richtig abfließen kann, denn die Straße draußen liegt höher als das Haus. Der Klimawandel belastet uns sehr. Die Sommer werden heißer und die Winter kürzer. Deshalb haben wir mehr Probleme als früher. Wenn es wärmer wird, wird sich mehr Wasser unter unserem Haus ansammeln und der Untergrund wird instabiler. Ich fürchte, irgendwann wird ein Sommer kommen, in dem dieses alte Haus einstürzt.«

In Jakutsk, das sich selbst als kälteste Stadt der Welt bezeichnet, steigen die Temperaturen zweimal so schnell wie im globalen Durchschnitt. Die Wissenschaftler sind sich uneins, welche Folgen dies für die 70 Meter dicke Permafrost-Schicht haben wird, auf der die Stadt errichtet ist. Doch die Bewohner alter Holzhäuser auf exponiertem Gelände in der Teilrepublik Sacha (deren Hauptstadt Jakutsk ist) werden Opfer von Überschwemmungen. Ihre Häuser erleiden durch den schmelzenden Permafrost strukturelle Schäden.

© Foto und Text:
Mathias Braschler/Monika Fischer;
aus »Schicksale des Klimawandels«,
Hatje Cantz Verlag, Ostfildern, 2011.

Die magische Größe: Nicht mehr als zwei Grad globale Erwärmung

Das Nachdenken über den Klimawandel, seine Ursachen und seine Folgen und Untersuchungen dazu spielen sich in den Zentren der euroatlantischen Zivilisation ab, die ihren raschen Aufstieg in entscheidendem Maße der exzessiven Nutzung fossiler und biotischer Rohstoffe verdankt. Auch hier wurde erst seit den 1990er Jahren die überragende Bedeutung dieses Themas weithin bewusst. Inzwischen sind ihm Forschungsprojekte und Konferenzen in ständig wachsender Zahl und Größenordnung gewidmet. Zu einer magischen Größe ist dabei das Zwei-Grad-Ziel oder besser die Zwei-Grad-Grenze geworden. Beschlossen und erstmals international anerkannt wurde diese Grenze 2010 auf der UN-Klimakonferenz in Cancún. Zuvor war in Artikel 2 der UN-Klimakonvention von 1992 nur festgelegt worden, das Endziel sei eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf einem Niveau, auf dem »eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird«. Nun gab es eine politisch festgesetzte Zahl, eine eindeutige Größe, die keinen Raum für unterschiedliche Interpretationen mehr zu lassen schien und sich auf das Wissen von Experten stützte. Zwei Grad Erwärmung als Grenze – damit ist gemeint: Zwei Grad mehr als die globale Durchschnittstemperatur, die vor Beginn der Industrialisierung um die Mitte des 19. Jahrhunderts herrschte. Um 0,8 Grad höher als in vorindustrieller Zeit war die Temperatur bereits im letzten Jahrzehnt.

Das quantifizierte Ziel klingt einfach und klar. Es ist aus lauter vertrauten Elementen zusammengesetzt: dem Messwert zwei, der Maßeinheit Grad Celsius und der Erwärmung als einer sinnlich wahrnehmbaren Energieform. Doch wenn es darum geht, einerseits aufzufächern, welche Faktoren mit welchem Anteil und welcher Relevanz eine Rolle beim Zustandekommen einer Klimaerwärmung um zwei Grad spielen, und andererseits plausibel und verbindlich festzulegen, nach welchen Kriterien welche Maßnahmen in welchem Maße von einzelnen Ländern zu ergreifen wären, dann erweist sich die Zwei-Grad-Grenze als eine sowohl moralische wie wissenschaftlich-technische Herausforderung.

Energiearmut: Entwicklungsländer brauchen Spielräume

»The Moral Challenge of Dangerous Climate Change« lautet denn auch der Titel des jüngsten Buches von Darrel Moellendorf, der beim Exzellenzcluster »Normative Orders« der Goethe-Universität das Projekt »Nachhaltige Entwicklung, Global Governance und Gerechtigkeit«

leitet; außerdem ist der gebürtige Amerikaner seit zwei Jahren Professor für Internationale Politische Theorie und Philosophie am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften. Moellendorf geht es darum, deutlich zu machen, dass sich die Probleme von Armut, Ungleichheit und Klimawandel nur angemessen analysieren lassen, wenn man sie im Zusammenhang sieht. Auch bei der Podiumsdiskussion über »Klimawandel und Gerechtigkeit« im Frühjahr in Bad Homburg gab er zu bedenken: »Ob das Ziel einer Begrenzung der Erwärmung auf zwei Grad moralisch glaubwürdig ist, hängt zum Teil von den Auswirkungen des Plans zur Schadensminimierung auf die Armen der Welt ab, die einen begründeten Anspruch auf die Steigerung ihres Energieverbrauchs haben, um der Armut zu entkommen. Die Frage, ob es für die Armen vernünftig ist, das Ziel der Begrenzung der Erwärmung auf zwei Grad zu akzeptieren, hängt also davon ab, ob es einen glaubwürdigen Plan gibt, um eine Zunahme der Energiearmut zu vermeiden. Das ist eine Frage von globaler Gerechtigkeit.« Ohne größere Verpflichtungen der Industrieländer zur Schadensminimierung zugunsten von Spielräumen der Entwicklungsländer könne eine Begrenzung der Erderwärmung auf zwei Grad nicht gelingen.

Bei diesen Überlegungen, moralisch überzeugende Strategien zur Eindämmung der Erderwärmung zu entwickeln, kann Moellendorf sich auf das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen von 1992 stützen. Im ersten der in Artikel 3 formulierten Grundsätze heißt es ausdrücklich, die Vertragspartner sollten entsprechend »ihren gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und ihren jeweiligen Fähigkeiten« das Klimasystem zum Wohl heutiger und künftiger Generationen schützen. Folglich sollten die entwickelten Länder »bei der Bekämpfung der Klimaänderungen und ihrer nachteiligen Auswirkungen die Führung übernehmen«. Mag – so eine Überlegung Moellendorfs – der Zusammenhang zwischen dem Ausstoß von Treibhausgasen und Klimaveränderungen damals im Zeitalter der Industrialisierung auch noch nicht bekannt gewesen sein, so ist doch der Wohlstand der entwickelten Länder mit jener langen Phase anthropogener Treibhausgas-Emissionen verbunden und verpflichtet sie dazu, soziale Verantwortung und die Hauptlast des Klimaschutzes zu übernehmen.

Bislang aber, konstatiert Moellendorf, hat der Prozess multilateraler internationaler Verhandlungen noch keine hinreichenden Erfolge gezeitigt. Die weltweiten Emissionen haben zugenommen. Kohlendioxid (CO₂), das für die Klimaerwärmung relevanteste anthropogene Treibhausgas, hat eine mittlere Verweildauer

von 120 Jahren in der Atmosphäre, und die aufgeheizten Ozeane werden nach einer Emissionsreduktion CO₂ und Wärme wieder an die Atmosphäre abgeben. Selbst wenn die Zwei-Grad-Grenze dank eines massiven Rückgangs der Treibhausgas-Emissionen nicht überschritten würde, schmelzen weiterhin Gletscher, steigen die Meeresspiegel und bestehen Risiken von Dürren, Tropenstürmen und Verlust an Biodiversität weiter. Bei einer Erderwärmung über zwei Grad hinaus würden die Risiken aber sehr stark steigen. Deshalb hält Moellendorf, wenn es im Dezember 2015 in Paris um ein neues Abkommen zur Begrenzung der Erderwärmung

gehe, drei Fragen für besonders wichtig: »Erstens: Wie werden die Fortschritte bei der Erfüllung der einzelstaatlichen Verpflichtungen gemessen, berichtet und überprüft werden? Zweitens: Welche Sanktionen, wenn überhaupt, wird es für Teilnehmerstaaten geben, die ihren Verpflichtungen nicht nachkommen? Und drittens: Wird die Gesamtheit der Reduktionsverpflichtungen ausreichen, um die Erderwärmung wahrscheinlich auf zwei Grad zu begrenzen?«

Gelingt diese Begrenzung nicht, schlägt die Stunde der Klimaingenieure und abenteuerlicher Ideen zur Dämpfung des globalen Temperaturanstiegs mit technischen Mitteln. So denken die





3

Ingenieure darüber nach, einen globalen Sonnenschirm durch künstliche Einbringung von Aerosolen in die Stratosphäre aufzuspannen oder bereits emittierte Treibhausgase durch Techniken wie CO₂-Verpressung zu reduzieren. Moellendorf sieht im Geoengineering keinen Ersatz für die Reduzierung und schließliche Vermeidung anthropogener Treibhaus-Emissionen. Doch solche Techniken gar nicht erst in Betracht zu ziehen, hält er angesichts der realen Entwicklung nicht für angebracht. Zu seinen Projekten gehört jedenfalls eine Konferenz im Oktober 2015 zum Thema »Overshooting 2°C: Moral and Policy Considerations«. Klar ist für ihn nach

wie vor, dass »wir ohne CO₂-Emissionen zu leben lernen müssen«. Deshalb müssen wir »messen, unser Leben messen, unseren Verkehr messen, unseren Energieverbrauch im Alltagsleben besser verstehen«.

Keine Eindämmung des Klimawandels ohne Änderung des Wirtschafts- und Lebensstils

Dass wir seit Längerem in einer Zeit leben, in der genau das gilt, macht die Geschichte der Entdeckung des Ozonlochs und seiner Ursachen deutlich. Das sei eine ungeheure und nicht vorhersehbare Überraschung gewesen, meinte der Atmosphärenchemiker und ehemalige Direktor

des Max-Planck-Instituts für Chemie, Paul Crutzen, der für seine Arbeit zum Ozonabbau 1995 den Nobelpreis für Chemie erhielt. Damals in den 1970er Jahren, so Crutzen 2007 rückblickend in einem Zeitungsinterview, sei die Haltung in der Wissenschaft gewesen: »Wir Menschen sind so klein, wir können die große Natur nicht zerstören.« So sei zu erklären, dass James Lovelock, der die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) in der Atmosphäre maß, behauptete, sie hätten keinen Einfluss auf die Atmosphäre. Erst lange Messreihen führten zum Umdenken, und Crutzens erstes vollständiges Modell für die chemischen Prozesse des Ozonabbaus machte den schockierten Experten klar, dass das Unvorstellbare und nur durch ein Zusammenspiel vieler Zufälle Erklärliche möglich war: »dass so ein bisschen FCKW in der großen Atmosphäre solche Auswirkungen haben könnte«.

Vielleicht kann man darin die eigentliche Pointe des von Crutzen geprägten Ausdrucks »Anthropozän« für unser Zeitalter sehen: Es gibt keine noch so harmlos scheinenden Eingriffe des Menschen in die Natur mehr, durch die er nicht, ohne es zu erkennen und zu wollen, eine globale Katastrophe herbeiführen könnte. Es ist vorbei mit der beruhigenden Vorstellung einer Natur, die umso besser funktioniert, je weniger wir uns einmischen. Stattdessen erscheint die Erde als ein Patient, der ständiger Kontrolle und Eingriffe bedarf. Seine Zuversicht, dass man das meistern werde, gründete Crutzen darauf, dass inzwischen die globalen Dimensionen der Probleme gesehen würden und mit mehr Geld, mehr Forschern und besseren Computern intensiver als damals geforscht werde. Doch gleichzeitig betonte auch er: Beim Klimawandel sind die Unsicherheiten größer als beim Ozonloch, und es geht nicht mehr nur um einzelne Ersatzprodukte für Schädliches, sondern um grundlegende Voraussetzungen für einen ganzen Wirtschafts- und Lebensstil, eben einen Zivilisationsstil.

Computersimulationen zu Folgen des Klimawandels: Wie wirkt sich der Temperaturanstieg auf den Wasserhaushalt aus?

In diesem Bewusstsein forscht die Hydrologin Petra Döll, Professorin am Institut für physische Geographie der Goethe-Universität. Zur Zeit meines Gesprächs mit ihr war sie mit einem Artikel über »Modelling the Continental Watercycle. Challenges and Prospects« befasst. Seit Langem bildet den Schwerpunkt ihrer Tätigkeit die Berechnung und Modellierung des Wasserkreislaufs auf den Landflächen der Erde, dessen Beeinflussung durch den Menschen – etwa durch Staudämme oder Bewässerungsmaßnahmen – und seine Veränderungen in Zeiten des globalen Klimawandels.

Die Arbeit begann mit der Erstellung des hydrologischen Modells »WaterGAP« (»Water Global Assessment and Prognosis«); inzwischen geht es darum, die Genauigkeit zu steigern und spezielle Schwerpunkte zu setzen. Angesichts komplexer Systeme gilt auch in diesem Fall: »Wir wissen jetzt sozusagen mehr, aber wir wissen auch mehr über die Unsicherheiten, die bestehen.« Der Sinn dafür ist geschärft durch die Erfahrung, welche gravierenden Wirkungen geringfügig scheinende Unterschiede bei einzelnen Elementen eines komplexen Systems haben können. Deshalb hat das Gewicht von Messungen und Berechnungen zugenommen; doch gewinnen diese erst entscheidende Bedeutung, indem sie zur Grundlage von Modellen und Computersimulationen für mögliche zukünftige Szenarien werden. Es stehe ja nicht fest, so Döll, wie viel Treibhausgase wir künftig emittieren werden. Worum es gehe, sei, für Klimaverhandlungen und letztlich für uns alle deutlich zu machen, was es bringt, weniger Treibhausgase zu emittieren, beziehungsweise was für Folgen es haben kann, wenn die Reduktionen zu gering

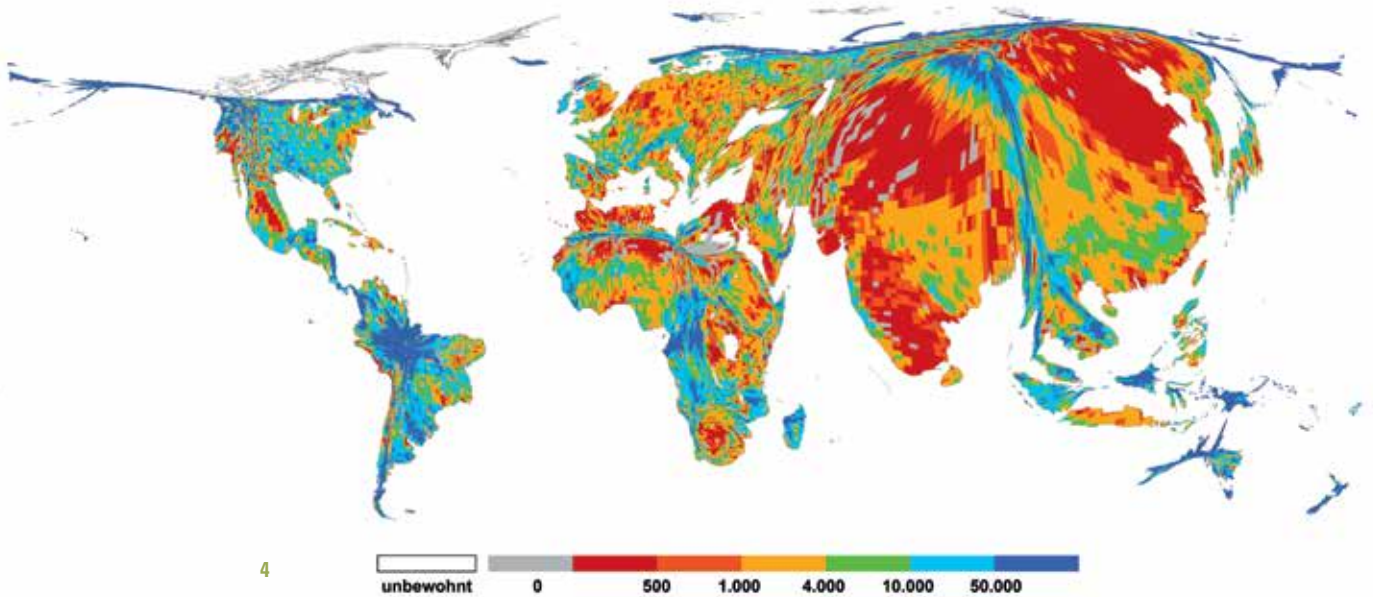
3 Mama Saranyro (59)
Nomade vom Stamm der Bozo-Fischer
Salamandaga, Korientzé-See,
Mali

»Der Wassermangel ist schuld an unserer Krise. Die Bozo sind seit jeher Nomaden, die vom Fischfang leben. Dazu benutzen wir Boote. Doch jetzt gibt es weder genug Wasser noch genug Fische. Unsere Boote stecken im ausgetrockneten Fluss fest. Seit 2003 fallen die Wasserpegel, weil es zu wenig regnet. Früher hätten wir nicht hier sitzen können, weil hier überall Wasser war. Nun ist es weg. Wir haben versucht, im Kollektiv zu fischen und ein paar Flussabschnitte zum Fischen und für die Fischzucht zu retten, aber der Fischfang bringt hier nichts mehr ein. Wenn das in den nächsten zehn Jahren so bleibt und wir keine Hilfe bekommen, um unsere Lebensweise zu verändern, wird es uns sehr schlecht ergehen.«

© Foto und Text:
Mathias Braschler/Monika Fischer;
aus »Schicksale des Klimawandels«,
Hatje Cantz Verlag, Ostfildern, 2011.

AUF DEN PUNKT GEBRACHT

- Maßnahmen gegen die globale Erwärmung und Gerechtigkeit müssen zusammengedacht werden, so der Frankfurter Politikwissenschaftler Darriel Moellendorf.
- Wenn es um Schadensminimierung geht, müssen die Industrieländer deutlich mehr leisten als die Entwicklungsländer, sonst wächst die (Energie-)Armut in diesen Regionen der Welt weiter. (Darriel Moellendorf)
- Beim Klimawandel sind Unsicherheiten größer als beim Ozonloch. Es geht nicht nur um einzelne schädliche Produkte, die ersetzt werden müssen, sondern um die Änderung des Wirtschafts- und Lebensstils. (Nobelpreisträger und Atmosphärenchemiker Paul Crutzen)
- Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Team von Petra Döll erforschen, welchen Zusammenhang es zwischen Klimaveränderungen einerseits und erneuerbaren Wasserressourcen, Grundwasser und Wasserverbrauch andererseits gibt.
- »Anamorphe Weltkarten« können den Sinn für die globale Relevanz der ungleichen Verteilung von Ressourcen und Gefährdungen schärfen. (Petra Döll)



4 Visualisierung der erneuerbaren Wasserressourcen pro Kopf der Bevölkerung in Kubikmeter pro Jahr (mittlere Wasserressourcen im Zeitraum 1971 bis 2000, Bevölkerung im Jahr 2010). Bei dieser anamorphen Karte werden die Wasserressourcen nicht durch Einfärbung der tatsächlichen Zellflächen dargestellt, sondern jede Zelle ist so vergrößert oder verkleinert, dass die Bevölkerungsanzahl pro Kartenfläche ungefähr gleich groß ist. Dadurch werden die Zellen, in denen viele Menschen leben, besonders groß dargestellt (zum Beispiel in Indien), während andere Zellen mit sehr geringer Bevölkerungsdichte (fast) nicht sichtbar sind (wie in Sibirien). Die Berechnung erfolgte durch das globale Wassermodell WaterGAP, das Werte für Zellen mit der Größe 0,5 Grad geografischer Länge mal 0,5 Grad geografischer Breite (ca. 50 km mal 50 km) berechnet.

ausfallen. »Steigt beispielsweise die Temperatur stark an und verändert sich der Niederschlag so, dass ich Flusswasser zum Anbau von Nahrungsmitteln brauche – wird dann der Fluss überhaupt noch Wasser haben?«

Das Frankfurter Hydrologie-Team und seine globalkalige Forschung

Dölls Arbeit ist ein faszinierendes Beispiel dafür, was geschieht und was möglich ist, wenn Beobachtung nicht mehr ausreicht. Die Personen auf den Fotos der Ausstellung »The Human Face of Climate Change« sind Menschen, die Veränderungen spüren und beobachten, ohne begreifen zu können, was da abläuft. Wissenschaftler wie Petra Döll spüren und beobachten nicht, möchten aber begreifen, was sich global abspielt mit den auf den Fotos sichtbaren Folgen. »Wir leben in einer globalisierten Welt, und deswegen sind auch alle Probleme globale Probleme. Das ist auch der Grund, warum ich globalkalige Forschung betreibe. Man kann nicht sagen: Wir arbeiten in unserem Einzugsgebiet, und da unternehmen wir jetzt etwas. Ob jemand in Indien nachhaltig wirtschaften kann, steht in einem Zusammenhang mit unserem Konsum hier in Deutschland. Das ist der Grund für all die Berechnungen, die wir anstellen: ein genaueres Bild von der Welt zu bekommen, das uns bei unseren Entscheidungen hilft.«

Eine Redeweise wie »Vermessen der Welt« macht Sinn als vereinfachender und anschaulicher Ausdruck für das, was für moderne Wissen-

schaft charakteristisch ist: immer mehr von der Welt mit messbaren Größen zu erfassen und so Berechnungen zu ermöglichen, die ihrerseits wieder mit Modellen und Computersimulationen auf neuer Ebene in eine anschauliche Form gebracht werden können. So hat die Arbeitsgruppe Hydrologie von Petra Döll erstmals die sogenannte Grundwasserzehrung, also Grundwasserverringerng, auf globaler Skala berechnet. Dabei wird mit komplexen Modellen gearbeitet, bei denen viele, auch viele unsichere Daten eine Rolle spielen. Zur Datenbasis gehören zum einen Messreihen von Grundwasserständen in verschiedenen Weltgegenden, in denen Bewässerungslandwirtschaft betrieben wird und in denen Grundwasserzehrung auftritt. Als Datenlieferanten dienten auch die sogenannten GRACE- (»Gravity Recovery And Climate Experiment«-) Satelliten. Diese Zwillingssatelliten umkreisen mit circa 200 km Abstand voneinander seit 2002 die Erde, messen kontinuierlich die zwischen ihnen bestehende Distanz und liefern damit die Basis, um Unregelmäßigkeiten des Schwerfelds der Erde genau zu erfassen.

Die aus den GRACE-Daten abgeschätzte Dynamik des Schwerfeldes der Erde ermöglicht es, die Gültigkeit des globalen hydrologischen Modells zu überprüfen. Denn wenn sich das Schwerfeld über den Kontinenten von Monat zu Monat ändert, muss der Hauptgrund sein, dass mehr oder weniger Wasser gespeichert wird – sei es im Boden, in Seen oder im Grundwasser. Fällt die Stärke des Schwerfeldes über mehrere Jahre stark ab, muss das des Volumens

wegen am abnehmenden Grundwasser liegen. Für manche Trockengebiete der Erde zeigen die Satellitenmessungen, dass die Gesamtwassermenge im Laufe der Jahre abgenommen hat, und wo es Daten zu Grundwasserständen gibt, bestätigen sie das. Durch Abgleich von Ergebnissen des hydrologischen Modells, das den Einfluss von Wasserentnahme auf die Grundwasserspeicherung berechnet, mit den Satelliten- und den Grundwasserstandsmessungen konnte abgeschätzt werden, dass in den Gebieten, wo das Grundwasser abnahm, nicht optimal, sondern nur mit ungefähr 70 Prozent der optimalen Wassermenge bewässert wird. Der Preis ist hoch, wenn Landwirtschaft in trockenen Gebieten durch nicht optimale Bewässerung betrieben wird: Die Wasserressourcen werden knapper, die Ökosysteme belastet, und es wirkt sich sogar auf den Anstieg des Meeresspiegels aus.

Wissenschaftler – wie die Hydrologin Petra Döll – wissen um die Komplexität dieser Modelle, betonen die Unsicherheiten und langen Rechnungswege und reden vorsichtig von den »bisher zuverlässigsten Schätzungen«. »Was wir ausrechnen«, so Döll, »hängt letztendlich immer auch von unseren Input-Daten ab. Wir können nicht irgendwie beobachten, wenn etwas passiert. Wie sollen wir das beobachten? Wir rechnen eben etwas aus als Funktion von Eingabedaten.« Selbst der Ausdruck »Messen« wird leicht zur Redeweise für diese aus verschiedenen Quellen gespeisten Berechnungsmethoden. Noch beim letzten Schritt vom Schwerefeld der Erde zur Änderung des Wasserspeichers müssen noch Faktoren berücksichtigt werden wie Masseänderungen durch Luftdruckschwankungen oder Einflüsse des Ozeans. »Also es sind viele, viele Schritte dazwischen, und das nennt sich hinterher immer noch Messwert, und der Anspruch, die Genauigkeit zu steigern, ist dabei immer da.«

Die »andere Weltkarte« zeigt, wo sich globale Probleme konzentrieren

Gleichzeitig ist aber auch eine auf die menschlichen Sinne bezogene Erkenntnis-Metaphorik immer gegenwärtig. Verringerung des Grundwassers sei nicht das einzige Thema. »Wir schauen uns an«, so Döll, »wie sich mit dem Klimawandel zum Beispiel die Grundwasserneubildung ändert, und natürlich schauen wir uns auch an, wie der Durchfluss in Flüssen heute aussieht im Vergleich dazu, wie er unter natürlichen Umständen wäre.« Das zeugt zum einen von der Selbstverständlichkeit, mit der die Erweiterung der Datenbasis durch Geräte, Sensoren und Rechnungen genutzt und ihre Strukturierung durch Modellierungen und Computersimulationen gehandhabt wird. Darin kommt aber auch das Bestreben zum Ausdruck, »Ver-

messen« aufs Neue anschaulich vorstellbar zu machen. Dazu eignen sich unter anderem Weltkarten, die Quantitatives visualisieren – beispielsweise sogenannte »anamorphe Weltkarten«, auf denen etwa bevölkerungsreiche Regionen groß, bevölkerungsarme Regionen klein dargestellt sind. Das Besondere an Dölls Visualisierungsmethode ist, dass sie eine räumlich detaillierte Darstellung von quantitativen Größen in 50-mal-50-km-Kästchen erlaubt. Welch anschauliche Aussagekraft dadurch erreicht werden kann, demonstriert eindringlich eine grafische Darstellung der globalen Wasserverfügbarkeit pro Person. »Da sieht man«, so Döll, »wie gerecht beziehungsweise ungerecht das Wasser verteilt ist. Es zieht den Blick auf die Gegenden, wo viele Menschen wohnen. Wenn ich einen gerechten Blick auf die Menschheit werfen möchte, dann sollte ich doch meinen Blick dorthin wenden, wo tatsächlich viele Menschen wohnen, wo es um die bewohnte Welt geht.«

Zwar sind wir in einer privilegierten Position; Deutschland gehört zu den wasserreichen Ländern, und mit unserem exorbitanten Konsum nutzen wir das Wasser auf der ganzen Erde. Doch Wasserkreislauf und Klimaentwicklung sind eng aneinandergeschnitten. Grafische Darstellungen, von Hydrologen klug angelegt, können die Aufmerksamkeit auf Zonen lenken, wo sich global relevante Probleme konzentrieren und sich damit Perspektiven für effizientes Eingreifen aufdrängen – und dies, bevor wir zu spüren bekommen, dass auch wir ein Stück Natur sind. ●



Der Autor

Dr. Rolf Wiggershaus, 70, ist Philosoph und Publizist. Er studierte Philosophie, Soziologie und Germanistik in Tübingen und Frankfurt/M. Neben der »Frankfurter Schule« und der »Kritischen Theorie« gehörte zu den Schwerpunkten seiner Tätigkeit stets das Verhältnis von Natur und Gesellschaft.

wiggersh.r@t-online.de