

# Wissenschaft

## Viel weniger Getreide bei Hitze und Dürre

Überflutungen wirken sich hingegen nicht auf Ernten aus

Extreme Hitze und Dürreperioden schränken die weltweite Getreideproduktion einer neuen Studie zufolge messbar ein: In Jahren mit einem solchen Ereignis geht die Produktion in dem betroffenen Land im Schnitt um neun bis zehn Prozent zurück. Das berichten Forscher aus Kanada und Großbritannien im Fachjournal Nature. In reicheren Ländern mit ihren großflächigen Monokulturen sind die Einbußen dabei acht bis elf Prozent größer als in armen Ländern mit kleinteiligeren, weniger intensiv bewirtschafteten Agrarflächen.

Angesichts des Klimawandels und der erwarteten Zunahme solcher Wetterereignisse sei eine Anpassung an diese Entwicklungen dringend erforderlich, schreiben die Forscher. Sie hatten rund 2 800 Extremwetterereignisse – Dürren, Hitzewellen, Überflutungen und Kälteeinbrüche – zwischen 1964 und 2007 und die jeweiligen Landwirtschaftsdaten in ihre Analyse einbezogen.

### Anbauflächen lahmgelegt

Anders als Hitze und Dürre hatten Überflutungen und extreme Kälte demnach auf nationaler Ebene keine deutlichen Produktionseinbußen bei Weizen, Mais oder Reis zur Folge. Die Forscher um Navin Ramankutty von der Universität Montreal erklären dies damit, dass die Ereignisse lokal und zeitlich begrenzter eintreten. „Die meisten Überflutungen geschehen im Frühjahr nach der Schneeschmelze, und die Wahrscheinlichkeit für Kälteeinbrüche ist ebenfalls außerhalb der Wachstumsphase am wahrscheinlichsten“, schreiben sie.



DPA/CARSTEN REHDER

Vor allem lange Trockenphasen sind für Getreidepflanzen verheerend.

Weiterhin zeigte sich: Während extreme Hitze lediglich den Ertrag der Getreidesorten verringerte, zerstörten Trockenphasen viele Pflanzen komplett und legten ganze Anbauflächen lahm. Allerdings holte die Getreideproduktion im Jahr danach den Einbruch im langjährigen Wachstumstrend fast nahtlos auf und setzte ihn fort.

Weitere Studien auf regionaler Ebene, etwa zur Auswertung von räumlich begrenzten Überflutungen, sollen folgen. „Sie sollten auch tropische Stürme, Starkregen und Windereignisse umfassen“, betont Ramankutty. Um sich auf Extremwetter besser vorzubereiten, gebe es verschiedene Möglichkeiten. Als Beispiele nennt er besseres Management von Wasserressourcen und Bodenqualität, aber auch den Wechsel hin zu Getreidesorten, die weniger Wasser benötigen, resistenter gegenüber Trockenheit und großer Hitze sind oder früher ausreifen.

Christoph Müller vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) hält die Studie für eine fundierte Analyse. „Sie füllt eine Lücke im Spannungsfeld zwischen Klima, Landwirtschaft und Ernährungssicherheit, die zwar mehrfach diskutiert, aber bisher nie quantifiziert wurde“, sagt der Klimaexperte.

Die Risiken für die Ernährungssicherheit nähmen künftig zu. Zum einen werde es durch den Klimawandel mehr Hitzeereignisse geben. „Inwieweit auch Dürren zunehmen werden, ist schwieriger zu sagen, weil deutlich komplexer“, sagt PIK-Forscher Müller. Aber schon heute sei absehbar, dass trockene Regionen wie rund ums Mittelmeer bald noch trockener würden. Zum anderen gelte es eine noch mindestens über vier Jahrzehnte wachsende Weltbevölkerung mit ihrem zunehmenden Hunger auf Fleisch zu versorgen. (dpa)



REUTERS/KACPER PEMPEL

Das größte Braunkohlekraftwerk Europas steht in der Nähe der polnischen Stadt Belchatow. Es gehört zu den Anlagen mit dem höchsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

## Das Weltklima kann noch gerettet werden

Der Potsdamer Wissenschaftler Anders Levermann zieht klare Schlüsse aus dem Abkommen von Paris

Das neue Jahr beginnt voller Hoffnung. Unter anderem besteht die Chance, dass der Klimawandel in nächster Zeit noch gestoppt werden könnte. So zumindest klingen die Signale nach dem Ende der UN-Weltklimakonferenz im Dezember in Paris. Was aber sagen Klimaforscher dazu? Anders Levermann vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung hat das Abkommen bewertet.

Herr Professor Levermann, wie schätzen Sie das Ergebnis der Pariser Klimakonferenz ein?

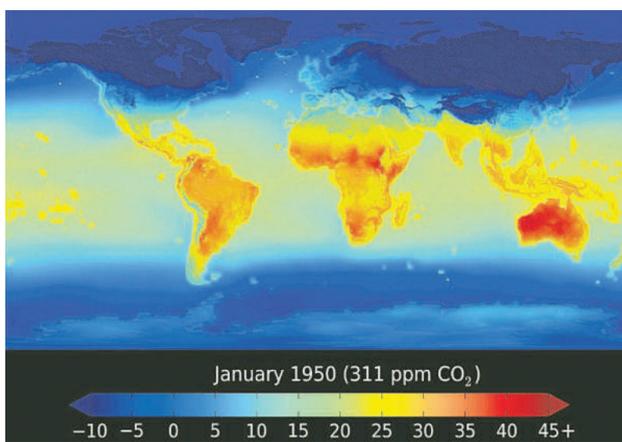
Das Abkommen ist tatsächlich ein historischer Durchbruch. 196 Staaten haben sich geeinigt, den Ausstoß von Treibhausgasen innerhalb weniger Jahrzehnte auf Null zu reduzieren. Das ist das klare Signal an die Welt: Das Zeitalter der fossilen Energie ist vorbei. Das ist mehr, als ich persönlich zu hoffen gewagt hatte. Natürlich gibt es eine Spannung zwischen den von den Staaten angekündigten Emissionsreduktionen und dem im Vertrag vereinbarten Ziel, die Erwärmung deutlich unter zwei Grad zu halten. Bislang werden die Klimapläne fast aller Nationen diesem Ziel nicht gerecht. Aber das Ziel gilt, und jetzt müssen die Regierungen eben Maßnahmen beschließen, um es zu erreichen.

Ist das Ziel, die Erderwärmung deutlich unter zwei Grad zu halten, überhaupt noch realistisch?

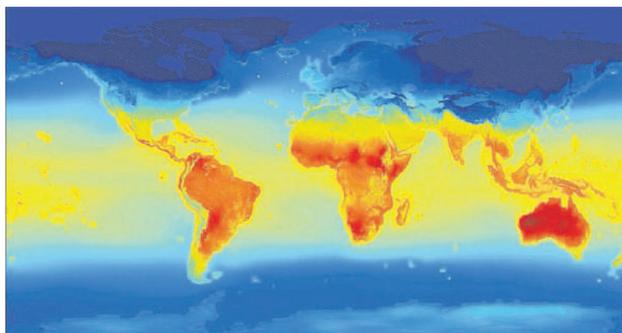
Das Ziel ist physikalisch noch erreichbar. Dafür müssen auch nicht morgen alle Kohlekraftwerke abgeschaltet werden, aber es dürfen praktisch keine neuen mehr gebaut werden. Die beschlossene Zwei-Grad-Grenze bedeutet, dass der Ausstoß von Treibhausgasen jetzt schnell verringert werden muss. Dann kriegen wir das über ein paar Jahrzehnte hin. Die Überprüfung alle fünf Jahre, ob die Emissionsreduktionen ausreichend sind, ist extrem wichtig. Technisch machbar ist sie auf jeden Fall, auch wenn das Ergebnis sicher nicht perfekt sein wird. Im Vertrag ist jetzt klar verankert, dass die Ziele dabei nur verschärft werden und nicht gelockert werden dürfen. Bisher reichen die Selbstverpflichtungen der Staaten noch nicht aus, deshalb ist entscheidend, dass der öffentliche Druck bestehen bleibt.

Wie schnell muss man handeln?

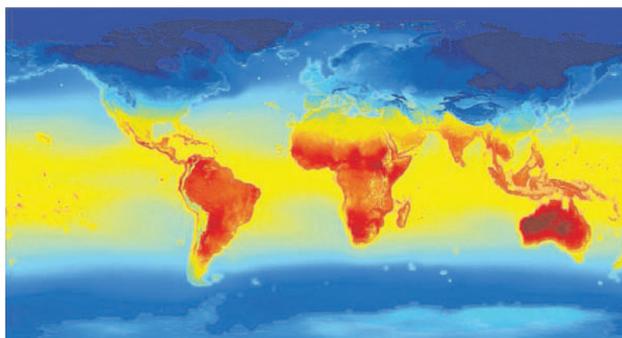
Die Staaten müssen sofort anfangen zu handeln – dann haben wir auch ein paar Jahrzehnte Zeit, bis wir uns ganz von Kohle und Öl freimachen müssen. Trippeln wir jetzt hingegen auf der Stelle und zögern bis 2030, dann könnte es zu spät sein oder wird zumindest viel teurer. Wie die einzelnen Staaten die gemeinsam gesetzten Ziele erreichen, entscheiden sie selbst. In den USA wird der Treibhausgas-Ausstoß von Kohlekraftwerken per Verordnung reguliert, China baut einen Emissionshandel wie Europa auf, Deutschland hat den Ausbau der erneuerbaren Energien stark gefördert, andere Staaten führen CO<sub>2</sub>-Steuern ein. Die Industrieländer haben beim Klimagipfel versprochen, insgesamt voranzugehen. Sie tragen schließlich durch ihren bisherigen Ausstoß von Treibhausgasen eine besondere Verantwortung. Zugleich haben sie die



Die Maximaltemperaturen im Januar 1950. Die Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre betrug 311 ppm (Teile pro Million), also 0,0311 Prozent.



So warm könnte es im Januar 2099 werden, wenn weiter Treibhausgase in die Luft gelangten, und die Kohlendioxid-Konzentration auf 0,0538 Prozent stiege.



Bei fast 0,1 Prozent, einer Verdreifachung der CO<sub>2</sub>-Konzentration gegenüber 1950, wäre wohl die Januar-Hitze in vielen Teilen der Welt nicht mehr ertragbar.

### TEMPERATUR-MODELLE

**Die Welt im Jahre 2099:** Die drei Nasa-Modelle zeigen die mögliche weltweite Temperaturerhöhung, abhängig von der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre. Diese betrug vor der Industrialisierung 278 ppm (parts per million, auf Deutsch: Teile pro Million). Das waren 0,0278 Prozent. 2012 überschritt sie erstmals die Schwelle von 0,04 Prozent. Grund: der hohe Ausstoß von Treibhausgasen. 83 Prozent geraten durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe in die Luft.



PIK/KLEMENS KARKOW  
Der Klimaforscher Anders Levermann

**Emissionsneutralität** bedeutet, dass am Ende weltweit keine weiteren Klimagase in die Atmosphäre gelangen.

**Die Wege dahin** führen über eine direkte Verringerung des Ausstoßes sowie über eine Entfernung von Treibhausgasen aus der Luft. Emissionshandel ist ein politisches Instrument, um den Klimaausstoß zu reduzieren – zum Beispiel über Zertifikate für Unternehmen, die auch handelbar sind.

**Anders Levermann**, geboren 1973, ist Forscher am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und Professor für die Dynamik des Klimasystems an der Uni Potsdam.

technischen und finanziellen Mittel für den Umbau. In Paris wurde aber auch erstmals festgeschrieben, dass die Entwicklungsländer ebenfalls handeln müssen. Armutsbekämpfung geht nur, wenn wir den Klimawandel aufhalten, hat die Weltbank festgestellt. Die Energien der Zukunft sind erneuerbar. Auch für Entwicklungsländer ist es dann nicht mehr sinnvoll, in Energien der Vergangenheit zu investieren.

Was konkret muss Deutschland tun?

Die Bundesregierung hat gemeinsam mit der EU in Paris starken Einsatz gezeigt. Das war einer der Gründe für den Erfolg dort. Wie andere Länder auch muss Deutschland jetzt erstens prüfen, ob die bisherigen Pläne zur Emissionsreduktion nachgebessert werden müssen. Weil wir einen europäischen Emissionshandel haben, müssen wir uns auch diesen noch einmal genau anschauen. Momentan funktioniert der nicht gut, hier wäre die Einführung eines Mindestpreises für CO<sub>2</sub> aus Sicht der ökonomischen Forschung sinnvoll. Es geht ja nicht darum, die Wirtschaft zu belasten, sondern die Zukunftsstrategien zu verändern. Zweitens wäre es wichtig, die Energiewende zum Erfolg zu führen, denn sie ist ein weltweit beachtetes Beispiel. Deutschland könnte auch andere Länder bei der Klimawende unterstützen. Es geht darum, nicht zu den Bremsern und Verlierern der globalen Energiewende zu gehören, sondern zu den Treibern und möglichen Gewinnern.

Ab der zweiten Jahrhunderthälfte soll sogenannte Emissionsneutralität erreicht werden. Wie kann es gelingen, keine zusätzlichen Treibhausgase mehr auszustoßen?

Der Pakt von Paris ist – wie schon gesagt – ein starkes Signal: Das Zeitalter der fossilen Brennstoffe geht zu Ende. Der Himmel gehört allen und kann keine Müllkippe mehr sein. Wenn Entscheider in Wirtschaft und Politik dieses Signal aufgreifen, dann werden Investitionen verstärkt in Entwicklung und Ausbau sauberer Technologien strömen. Bei der Solar-Energie haben wir gesehen, wie rasch hierbei Innovationen wachsen und Kosten sinken können. Weil etwa die Landwirtschaft auch in Zukunft noch Treibhausgase ausstößt, werden im UN-Klimavertrag den Quellen von Emissionen die Senken gegenübergestellt, also jene Stellen, wo Klimagase aus der Atmosphäre entnommen werden. Gemeint ist etwa die Aufforstung von Wäldern, weil Pflanzen beim Wachsen Kohlendioxid aus der Luft aufnehmen und binden.

Auch technische Möglichkeiten dafür werden erprobt. Konkret ist das etwa die Kombination von Biomasse-Kraftwerken mit CCS. Die Abkürzung steht für Carbon-Capture-and-Storage. Gemeint ist das Abspalten und unterirdische Verpressen von Kohlendioxid, das beim Verbrennen der Biomasse in Kraftwerken frei wird. Dadurch gerät es nicht in die Luft. Hier muss die Technik noch weiterentwickelt und gesellschaftlich diskutiert werden. Kurz: Wir stehen am Anfang einer neuen industriellen Revolution.

Das Gespräch führte Anne Rasmus.

## Schwertwale fressen gerne Königs-lachs

Das geht aus Kotproben von den Meeressäugern hervor

Lachse sind im Sommer die absolute Lieblingspeise einer bedrohten Schwertwal-Population im Nordpazifik: Fast 80 Prozent ihrer Nahrung besteht aus Königs-lachs, weitere 15 Prozent aus Silberlachs, wie eine genetische Untersuchung von Kotproben der Wale ergab. Andere Fischarten verschmähten die Schwertwale fast völlig, berichten US-Wissenschaftler um Michael Ford vom National Marine Fisheries Service in Seattle. Die im Fachmagazin Plos One veröffentlichte Studie soll dabei helfen, die Bemühungen zum Schutz der bedrohten Population zu verbessern.

Ford und seine Mitarbeiter hatten zwischen 2006 und 2011 insgesamt 175 Kotproben von Schwertwalen (*Orcinus orca*) aus der Salish Sea gefischt, einem Meeresgebiet im Pazifik zwischen Vancouver Island und dem US-Bundesstaat Washington. Sie folgten dazu einzelnen Schwertwalen mit dem Boot und setzten auch Spürhunde ein, die auf dem Wasser treibende Kotreste erschnüffelten.

Im Labor bestimmten die Wissenschaftler anschließend die Gensequenzen der Nahrungsreste und verglichen sie mit den Sequenzen potenzieller Beutefische. 98 Prozent aller Sequenzen wiesen auf Lachs als Futter hin. Insgesamt wurden genetische Spuren von sechs verschiedenen Lachsarten gefunden. Früh im Sommer war der Anteil der Königs-lachse an der Schwertwalnahrung besonders groß, später fraßen sie dann zunehmend mehr Silberlachs.

Schon zuvor nahm man an, dass Schwertwale dieser Population im Sommer in erster Linie Lachs fressen. Allerdings war man bei der Untersuchung der Nahrungsvorlieben auf die Analyse von Nahrungsresten angewiesen, die an der Meeresoberfläche trieben, und es war unklar, welchen Anteil diese an der Ernährung insgesamt besitzen. (dpa)

## Löwenzahn schützt sich mit Latex

Der milchige Saft vertreibt gefräßige Maikäferlarven

Löwenzahn hat viele Feinde: Zum einen Gärtner, die danach trachten, ihn mitsamt seiner tiefen Wurzeln auszuropfen. Zum anderen gefräßige Tierchen wie die Larven des Maikäfers. Bevor sie flügge werden, leben sie drei Jahre unter der Erde – als Larve oder Engerling – und ernähren sich von den Wurzeln verschiedener Pflanzen. Am liebsten sind ihnen die des Löwenzahns.

Gegen diesen Insektenfraß wehrt sich die Pflanze mit ihrem milchigen Saft, Latex genannt. Forscher des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie in Jena haben jetzt herausgefunden, welche Substanz den Effekt bewirkt. Taraxinäure-Beta-D-Glycopyranosyl-Ester beeinflusst das Larvenwachstum negativ, berichten sie im Fachblatt Plos Biology.

„Dass eine einzige chemische Verbindung ausreicht, um die Pflanze gegen den Engerling zu schützen, ist eine Überraschung“, sagt der Biochemiker Jonathan Gershenzon. „Der Latex von Löwenzahn und anderen Pflanzen enthält so viele Substanzen, dass es uns eher unwahrscheinlich erschien, dass eine davon allein eine so herausragende Rolle bei der Insektenabwehr spielen kann.“ (abg.)



MERET HUBER/MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR CHEMISCHE ÖKOLOGIE, PLOS BIOLOGY

Eine Maikäferlarve knabbert an einer Löwenzahnwurzel.