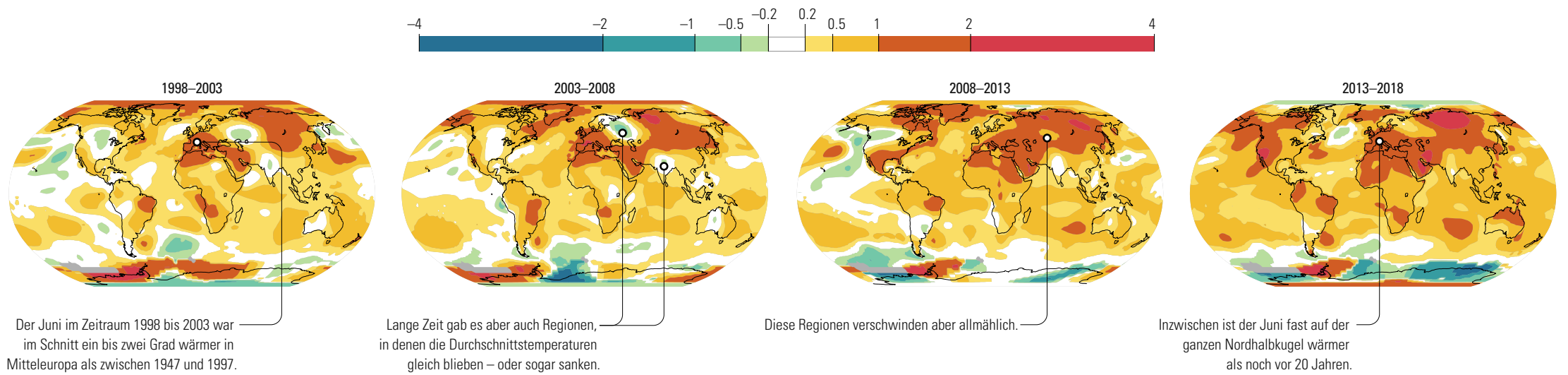


Wie der Sommer immer heisser wurde

Abweichung der Durchschnittstemperaturen im Juni von den Junitemperaturen im Zeitraum 1947 bis 1997, in Grad Celsius



QUELLE: NASA

NZZ-Infografik/awi., hmb.

# Hitzewellen sind die neue Normalität

Hohe Temperaturen gab es auch früher, durch den Klimawandel werden sie aber häufiger

HALUKA MAIER-BORST,  
ANNA WIEDERKEHR (GRAFIK)

Wie viele heisse Tage sind eine Hitzewelle? Wie viele Hitzewellen sind ein heisser Sommer? Und wie viele heisse Sommer braucht es, bis man von Erd Erwärmung sprechen kann? Das sind die Fragen, die sich Meteorologen derzeit gleichermaßen stellen. Denn gegenwärtig erreichen die Thermometer wieder einmal Höchsttemperaturen – hier und anderswo.

In zwölf Schweizer Kantonen gelten bereits Feuerverbote in der freien Natur. Sogar ein Verzicht auf Feuerwerke am Nationalfeiertag, dem 1. August, wird teilweise bereits erwogen, weil die Waldbrandgefahr zu hoch ist. Gleichzeitig klagen die Bauern landesweit über sich verfärbende Wiesen, staubtrockene Äcker und verdorrnde Früchte. Besonders verzwick ist dabei die Situation für die Bauern in jenen Kantonen, die ihnen verbieten, Wasser aus Bächen und Flüssen zu entnehmen, um ihre Felder zu bewässern.

Ähnliche Probleme finden sich auch in den meisten anderen europäischen Ländern, wo die Hitzewelle teilweise schon seit Mai andauert. Deutsche Landwirte befürchten derart massive Ernteaufschläge, dass der Bauernpräsident fordert, den Notstand auszurufen. In Grossbritannien sehen die sonst grünen Wiesen inzwischen aus wie gelbliche Strohfelder, weil es seit Wochen kaum geregnet hat. Inzwischen scheint es möglich, dass am Freitag die Marke von 36 Grad geknackt wird. Es wäre der heisseste Julitag, den man auf der Insel je verzeichnet hat. Auch im hohen Norden kämpft man mit extremer Hitze. Nur langsam bekommen die Feuerwehrleute in Schweden die zahlreichen Waldbrände in den Griff. In Norwegen blickt man auf den trockensten Sommer seit 1947 zurück.

## Besondere Konstellation

Schaut man sich dann noch an, dass sowohl auf dem amerikanischen Kontinent als auch in Japan Hitzewellen vorherr-

schen, so müssen selbst Experten zugeben, dass sie selten Vergleichbares gesehen haben. «Es ist schon besonders, dass wir weltweit drei Hitzewellen auf einmal erleben und sie überall dann auch noch so lange andauern», sagt Friederike Otto, Klimaforscherin an der Universität Oxford. Sie betont, dass die drei Hitzewellen nicht direkt miteinander zu tun haben müssten. Was aber die drei Ereignisse verbindet, ist der grössere Kontext, in dem sie stehen: der Klimawandel. Denn so speziell die derzeitige Konstellation auch ist, Klimaforscher wie Otto sind sich darin einig, dass wir künftig öfter mit Hitzewellen rechnen müssen. «Früher wären solche Temperaturen ungewöhnlich gewesen, in Zeiten des Klimawandels ist es das aber nicht mehr.» Die neue Normalität hat also bereits angefangen.

Ein Vergleich der letzten zwanzig Jahre zeigt, dass fast überall auf der Welt die Durchschnittstemperaturen gestiegen sind. Besonders dramatisch ist dabei die Entwicklung auf der Nordhalbkugel. Vor-

allem die Arktis und die Kontinente erwärmen sich schneller als der Durchschnitt. Gleichzeitig werden aber auch die Ausreisser nach oben in diesen Regionen immer heftiger. «Man kann insgesamt sagen, dass sich die ganze Temperaturskala nach oben verschoben hat und dies auch weiter tut», erklärt Otto.

## Nicht überall wird es wärmer

Es gibt aber auch Ausnahmen vom globalen Trend steigender Temperaturen. Speziell in den Gebieten um die Antarktis herum sind die Durchschnittstemperaturen gleich geblieben oder sogar gesunken. Allerdings lässt sich auch dies mit dem Klimawandel erklären, wie Martin Claussen vom Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg sagt. «Globaler Klimawandel muss keineswegs bedeuten, dass überall die Temperaturen steigen.» Durch die veränderten Temperaturen können sich nämlich auch die Winde und lokalen Wetterlagen ändern. Dass es in einzelnen Regionen

kälter ist als früher, widerspricht also der Theorie des Klimawandels nicht.

Claussen warnt davor, den gegenwärtigen Trend in irgendeiner Form mit der jüngeren Erdgeschichte zu vergleichen und zu relativieren: «Das, was wir hier erleben, lässt sich schwerlich mit dem Kommen und Gehen von Eiszeiten oder Ähnlichem vergleichen.» Stattdessen sei es so, dass die jüngsten Entwicklungen ziemlich genau jenen pessimistischen Vorhersagen entsprechen, die Wissenschaftler in Bezug auf den derzeitigen Klimawandel machten.

Was heisst das aber für die Zukunft? Konkret liesse sich die weitere Erwärmung wohl nur stoppen, wenn die Menschheit anfangs, massiv Treibhausgas wie Kohlendioxid einzusparen, erklärt Otto. «Dann gäbe es eine realistische Chance, dass sich das Temperaturniveau auf dem derzeitigen Stand einpendelt und nicht weiter steigt», sagt die Forscherin. Geschehe das nicht, werde wohl weiterhin ein Temperaturrekord nach dem anderen gebrochen.

## 26 Tote in Laos nach Dammbbruch

(afp) · Nach dem Dammbbruch im südostasiatischen Laos wird das Ausmass der Katastrophe nach und nach sichtbar. Bis jetzt seien 26 Todesopfer geborgen worden, sagte am Mittwoch ein thailändischer Konsularmitarbeiter am Unglücksort. Regierungschef Thongloun Sisolouth sagte in seiner ersten öffentlichen Stellungnahme zum Unglück in der südöstlichen Provinz Attapeu, es gebe 131 Vermisste.

ZAHLENRÄTSEL NR. 171

9	10	12		2	6	
		8		8		3
13		8	8		16	
15				11	5	
4		7				
	8		5		7	
3		8		22		

SPIELREGELN «GEBIETSSUMME»: Die Ziffern 1 bis 7 sind so einzutragen, dass sie in jeder Zeile und jeder Spalte einmal vorkommen. Die kleinen Zahlen in den umrandeten Gebieten geben die Summe im jeweiligen Gebiet an. Innerhalb eines Gebiets können Ziffern mehrfach vorkommen.

6	2	4	7	5	1	3
5	1	2	6	3	7	4
3	6	1	5	4	2	7
7	3	5	4	2	6	1
1	5	6	3	7	4	2
2	4	7	1	6	3	5
4	7	3	2	1	5	6

Auflösung:  
Zahlenrätsel Nr. 170

## Ein See auf dem Mars

Daten der Sonde Mars Express weisen auf flüssiges Wasser unter der Oberfläche hin

THORSTEN DAMBECK

Vor rund einem Jahrhundert vermuteten Wissenschaftler, der Mars sei von einer globalen Dürre geplagt und die letzten Gewässer weitgehend verdunstet. Deshalb würden verzweifte Marsianer Schmelzwasser in Kanälen von den vereisten Polen zum Äquator schleusen. So erklärte man sich die schnurgeraden Linien, welche Astronomen auf dem Planeten ausgemacht hatten. Heute ist klar, dass die «Marskanäle» keine Wasserstrassen sind, sondern nur auf einer optischen Täuschung beruhen. Die Idee polarer Wasservorkommen hingegen kommt der Wirklichkeit beachtlich nah. Dies legt eine Analyse von Messungen nahe, welche die Raumsonde Mars Express durchgeführt hat und die am Mittwoch im Fachmagazin «Science» erschienen ist.<sup>1</sup>

## Echos aus der Tiefe

In der neusten Studie haben italienische Forscher mit dem Bordinstrument Marsis (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding) die Eiskappen am Mars Südpol untersucht. Das Messprinzip wird auch auf der Erde angewandt, um glaziale Landschaften zu durchleuchten: Radiowellen, von den beiden 20 Meter langen Antennen der Sonde abgestrahlt, dringen tief in die Eismassen ein. Treffen sie dort auf Schichten mit unterschiedlichen Eigenschaften, wird ein Teil der Strahlung reflektiert und als Echo von der Sonde aufgefangen. Aus der Abfolge und Stärke der Echos lässt sich dann berechnen, was unter der Oberfläche liegt.

Das Team um Roberto Orosei vom Instituto di Radioastronomia in Bologna hat Daten aus den Jahren 2012 bis 2015 analysiert. Insbesondere geht es um 29 Messungen aus einem Gebiet auf 81 Grad südlicher Breite, bei denen Marsis neben den starken Echos von der Oberfläche eine Folge von Signalen aus der Tiefe registrierte. Die letzten Echos stammen von der Unterseite der Eismassen, dort treffen die Radiowellen offenbar auf den Fels, auf dem das Eis aufliegt.

Die meisten Echos aus dieser Tiefe sind schwach ausgeprägt, doch zeigten sich in einem rund 20 Kilometer grossen Gebiet auffällig starke Reflexionen. Sie stammen aus rund 1,5 Kilometern Tiefe. Das Radarprofil dieser Gegend auf dem Mars ähnelt jenen, die die Experten bereits von Seen kennen, die unter dem Eis der Antarktis und Grönlands entdeckt wurden. Andere mögliche Interpretationen, etwa Schichten aus Kohlendioxid, weisen die Autoren zurück. Neben dem vermuteten See stünden allenfalls noch mit Wasser gesättigte Sedimente in Einklang mit den Beobachtungen.

## Salze senken den Schmelzpunkt

Der Fund kommt über drei Jahrzehnte, nachdem der US-Forscher Stephen Clifford die Möglichkeit vom Schmelzwasser unter den Marspolen vorhergesagt hat. Laut Schätzungen liegt die Temperatur unter dem marsianischen Eisschild zwar weit unter dem Gefrierpunkt von reinem Wasser, doch nennen Orosei und Kollegen zwei Effekte, die das Eis auftauen können: Einerseits senkt bereits der

Druck der aufliegenden Eismassen den Schmelzpunkt, andererseits könnten gelöste Salze, beispielsweise Perchlorate, eine Absenkung des Schmelzpunkts bis auf minus 74 Grad Celsius bewirken.

Seit 2003 umkreist die Sonde Mars Express als erster europäischer Satellit den Nachbarplaneten. Tilman Spohn vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) würdigt den Fund als interessant; dieser gehöre womöglich zu den wichtigsten der gesamten ESA-Mission, auch wenn der See nur wenige Promille der südlichen Eiskappe einnehme.

## Lange Suche nach Wasser

Obwohl die erwähnten Kanäle seit langem als Irrtum erkannt sind, beherrscht die Frage nach Wasser auf dem Mars immer wieder die Schlagzeilen: In den 1970er Jahren entdeckten die Planetologen auf den Fotos der ersten Mars-Satelliten Erosionsspuren. Vor drei bis vier Milliarden Jahren hätten gewaltige Fluten breite Täler in die Landschaft gepflügt, schlossen die Forscher.

Später entdeckten sie, dass auch grössere Seen existiert haben müssen, die von Zuflüssen gespeist wurden. Und sogar die Möglichkeit eines mittlerweile vertrockneten, nördlichen Ozeans wird diskutiert. Der heutige Mars hingegen ist weitgehend trocken – wengleich saisonale Veränderungen auf der Marsoberfläche immer wieder auch als Spuren von geringeren Wassermengen gedeutet werden.

<sup>1</sup> Science, Online-Publikation vom 25.07.2018.

## Brände in Griechenland unter Kontrolle

Zahl der Todesopfer steigt auf 79

MARKUS BERNATH, ATHEN

Zwei Tage nach der seit Jahrzehnten grössten Brandkatastrophe im Land suchen griechische Familien verzweifelt nach ihren Angehörigen. Dutzende wurden am Mittwoch noch vermisst. Ein Athener IT-Unternehmen hat eine Plattform im Internet eingerichtet und sammelt diese Hilferufe. Ebenso werden Meldungen über wiedergefundene Angehörige erleichtert, die Freunde und Bekannte beruhigen.

Feuerwehrleute und Helfer gehen immer noch von Haus zu Haus in Mati, Nea Voutsas und in Teilen der Hafenstadt Rafina, 25 Kilometer östlich von Athen. Sie fanden Leichen, aber auch eine verletzte alte Frau, die irgendwie überlebt hat. Die Zahl der Todesopfer ist inzwischen auf 79 geklettert. Nach Angaben der Feuerwehr sind die Brände unter Kontrolle, wenn auch nicht gelöscht.

Inzwischen sind Vorwürfe über Fehler bei der Feuerbekämpfung und beim Management der Katastrophe laut geworden. Die Feuerwehr sei zu spät zur Stelle gewesen und habe zu langsam reagiert, heisst es. Die Armee sei zwar schnell aktiviert worden, doch die Kommandokette mit der Feuerwehr habe nicht funktioniert. Auch die Sparmassnahmen, die Griechenlands Kreditgeber dem Staat in den vergangenen Jahren abverlangten, sind in den Fokus gerückt. Im Jahr 2014 hatte die damalige konservative Regierung das Personal der staatlichen Feuerwehr um 30 Prozent gekürzt.