

WISSEN

DIE WELT | FREITAG, 30. AUGUST 2019 | SEITE 22

KOMPAKT

ORGANOIDE

Mini-Gehirne im Labor

An Miniaturgehirnen im Labor haben Forscher elektrische Aktivitäten gemessen, die Hirnströmen frühgeborener Kinder ähneln. Die Mini-Hirne sind etwa eine Million Mal kleiner als ein menschliches Gehirn, zeigen aber ab etwa vier Monaten rhythmische Netzwerkaktivitäten. Die Forscher um Alysson Muotri von der University of California in San Diego sehen solche Organoiden als Modelle an, mit denen beispielsweise krankhafte Fehlentwicklungen des Gehirns oder die Wirkung von Medikamenten untersucht werden können. „Das Niveau der neuronalen Aktivität, das wir sehen, ist im Labor beispiellos“, wird Muotri in einer Mitteilung des Fachmagazins zitiert. Den Vergleich mit menschlichen Hirnaktivitäten halten unabhängige Experten allerdings für unangemessen. „Mit einer solchen Aussage sollte man sehr vorsichtig sein“, sagt etwa der deutsche Stammzellforscher Oliver Brüstle vom Universitätsklinikum Bonn. Ähnlich äußert sich Jürgen Knoblich vom Institut für Molekulare Biotechnologie in Wien, der die Hirnorganoiden dennoch für gute Forschungsmodelle hält.

RIESENHAI

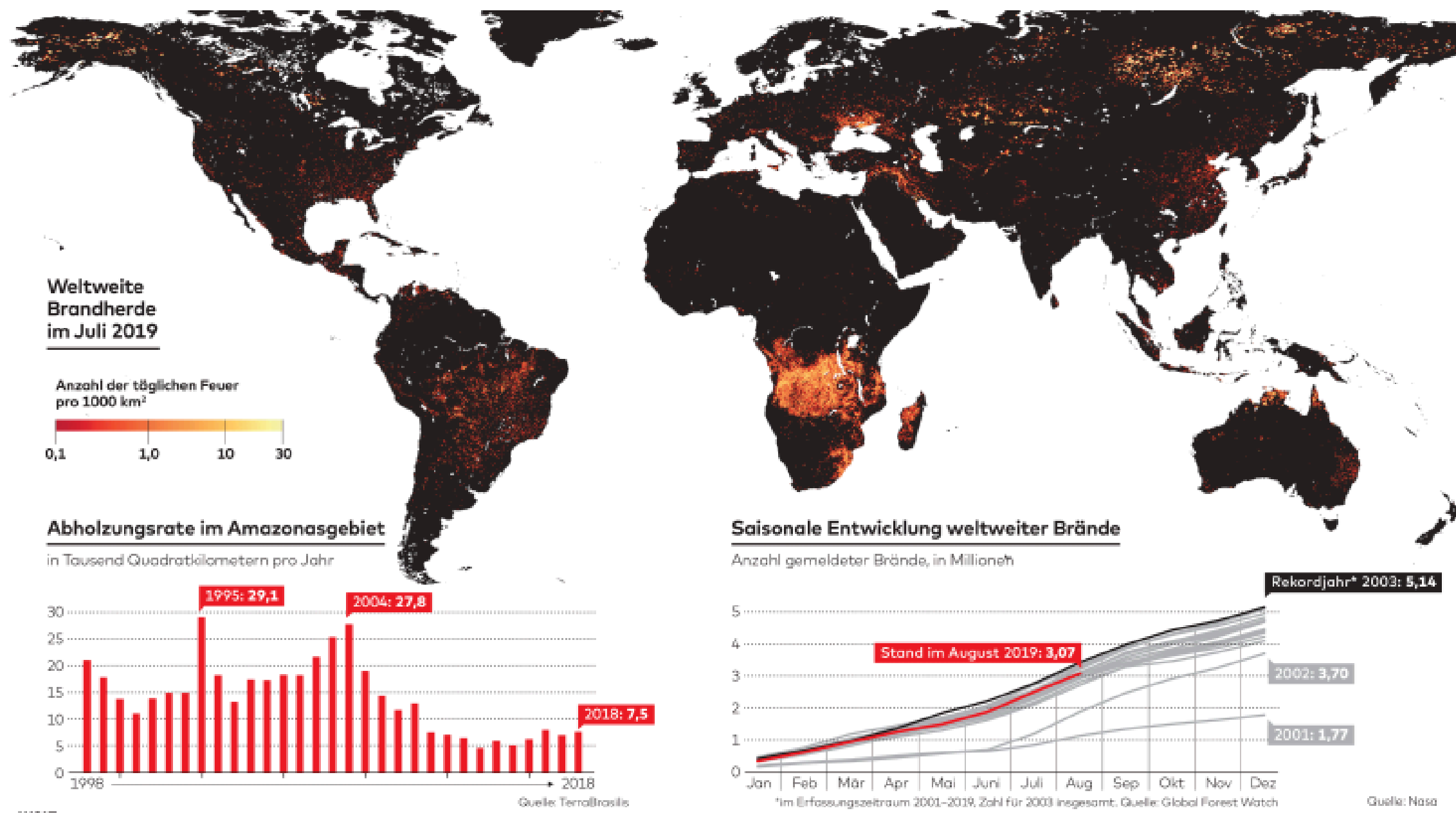
Zweitgrößter Fisch der Erde gesichtet

Arbeiter auf einer Bohrplattform haben in der Nordsee einen Riesenhai entdeckt. Nach einem vom dänischen Fernsehsender TV2 veröffentlichten Video war der Hai schätzungsweise acht Meter lang. „Ich wäre fast vom Stuhl gefallen, als ich das Video gesehen habe“, sagte der Meeresbiologe Jens Peder Jeppesen. Er habe noch nie einen Riesenhai von dieser Größe in Gewässern Dänemarks gesehen. Die Nordsee gehört zum Verbreitungsgebiet des Riesenhais (*Cetorhinus maximus*). Allerdings wird er dort nicht sehr häufig gesichtet. Er ist der zweitgrößte Fisch der Erde nach dem Walhai und wird in der Regel sechs bis neun Meter lang. Riesenhaie verfügen über ein riesiges Maul, mit dem sie Plankton aus dem Wasser filtern. Für den Menschen ist er ungefährlich. Er gilt laut Naturschutzunion IUCN als gefährdet.

GENETIK

Homosexualität wird nicht vererbt

Das Erbgut eines Menschen gibt keine Auskunft über seine sexuelle Orientierung. Das schließt ein internationales Forscherteam aus der mit Abstand größten Studie zu genetischen Einflüssen auf Homosexualität. Zwar fanden die Wissenschaftler in der Untersuchung an fast 500.000 Menschen fünf genetische Merkmale, die bei Menschen mit homosexueller Erfahrung eher auftreten. In der Gesamtheit erklärte dies aber nur einen kleinen Bruchteil des sexuellen Verhaltens, schreiben die Wissenschaftler im Fachblatt „Science“. Homosexualität ist weit verbreitet: Generell geben den Autoren zufolge je nach Land etwa zwei bis zehn Prozent der Menschen an, entweder ausschließlich oder zusätzlich Sex mit Partnern des gleichen Geschlechts zu haben. Die Soziologin Melinda Mills von der Oxford University schreibt in einem „Science“-Kommentar, aus den fünf Genvarianten könne man keinen Rückschluss auf die Sexualität ziehen: „Ganna und Kollegen haben herausgefunden, dass die von ihnen isolierten Gene weniger als ein Prozent des gleichgeschlechtlichen Sexualverhaltens von Individuen vorhersagen.“ Es sei damit ausgeschlossen, diese Ergebnisse für Vorhersagen oder gar Interventionen zu benutzen



BRANDBESCHLEUNIGER

für das Weltklima

Rund um den Globus steht die Vegetation in Flammen. Nicht alle Brände sind schlecht für die Natur. An zwei Stellen aber brennt eine Zündschnur – hier könnten die Feuer zur Bedrohung für den ganzen Planeten werden

VON BIRGIT HERDEN

Die Bilder können allerdings trügen. Spricht man mit Experten, dann werden zwei Dinge klar: Viele der Feuer sind ein natürlicher Bestandteil der Natur, die Ökosysteme sind daran angepasst oder sogar auf regelmäßige Brände angewiesen. Dennoch gibt es beunruhigende Auffälligkeiten, die auf eine Veränderung des Klimas hinweisen: Die Brände könnten die Klimaerwärmung weiter beschleunigen, weil die Ökosysteme auf gefährliche Kipppunkte zusteuern und irreversible, sich selbst verstärkende Prozesse in Gang setzen.

Einen solchen Kipppunkt könnte es im Amazonas geben, wo Präsident Bolsonaro gerade per Dekret für zwei Monate weitere Brandrodung verboten hat. Ursprünglich erstreckte sich der Urwald über 5,3 Millionen Quadratkilometer, seit den 70er-Jahren sind bereits 20 Prozent zerstört worden. Zwar ist die jährliche Abholzungsrate seit den 80er-Jahren zurückgegangen (siehe Grafik). Doch insgesamt nähert sich der Verlust einem kritischen Wert, denn der Regenwald produziert einen Großteil des nötigen Regens durch Verdunstung selbst. Ab einem bestimmten Ausmaß an Zerstörung reicht der Regen nicht mehr aus, der Wald kollabiert und verwandelt sich in Savanne. Wann dieser Punkt erreicht ist, lässt sich nicht genau sagen. „Die Simulationen zeigen, dass dies ab einem Verlust von 40 Prozent der Fläche passieren wird“, sagt Kirsten Thonicke, die am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung Ursachen und Auswirkungen von Landschaftsbränden erforscht. „Aber wegen der Unsicherheit in den Simulationen könnte das auch schon ab einer Zerstörung von 25 Prozent geschehen.“

Ein anderer Kipppunkt droht in der baumlosen Arktis, die sich viel schneller als der globale Durchschnitt erwärmt. Während die Feuer in Südamerika überwiegend von Menschen gelegt wurden, entstehen die Brände in der nördlichen Tundra meist durch Blitzeinschlag. „In Sibirien sind allein im Juli drei Millionen Hektar verbrannt – so viel wie normalerweise in einem Jahr“, sagt Thoni-

Warum unser Planet keine „grüne Lunge“ braucht

Der Amazonas liefert als „grüne Lunge“ den Sauerstoff für unsere Atemluft – die Behauptung kursierte letzte Woche, verbreitet auch vom französischen Präsidenten und dem UN-Generalsekretär. Doch die Vorstellung ist falsch. Grundsätzlich entsteht Sauerstoff immer dann, wenn Pflanzen und Algen Fotosynthese betreiben, also CO₂ in organische Materie umwandeln. Da der Amazonas-Regenwald in der tropischen Wärme das ganze Jahr hindurch mit hoher Intensität wächst, betreibt er auch besonders viel Fotosynthese. Doch auch wenn der Amazonas-Regenwald neun Prozent des globalen Sauerstoffs produziert – er liefert ihn nicht an weniger fruchtbare Regionen ab. „Die Aussage basiert auf einem unvollständigen Verständnis davon, wie Ökosysteme funktionieren“, schreibt Yadwinder Malhi, Professor für Ökosystemwissenschaften an der Universität Oxford, in seinem Blog. Der vom Tropenwald produzierte Sauerstoff wird komplett vor Ort verbraucht – durch die Pflanzen selbst (die in der Nacht atmen) und von Mikroben und Pilzen, die abgestorbene Pflanzen zersetzen. Genauso verhält es sich in allen Weltregionen, wie Scott Dennis, Professor für Atmosphärenwissenschaft an der Colorado State University im Online-Magazin „The Conversation“ erläutert: In der Regel verbrauchen sämtliche Ökosysteme genauso viel Sauerstoff, wie sie erzeugen. Doch woher kommt dann überhaupt der Sauerstoff, der rund 21 Prozent unserer Atemluft ausmacht? Er

wurde der Atmosphäre über lange Zeiträume in winzigen Dosen zugeführt, erklärt Dennis. Wenn Algen zum sauerstoffarmen Meeresgrund sinken, dort im Schlamm eingeschlossen werden und zu Erdöl umgewandelt werden, wird für ihre Zersetzung kein Sauerstoff verbraucht. „Nur eine winzige Fraktion – vielleicht 0,0001 Prozent der globalen Fotosyntheseleistung wird auf diese Weise vergraben und mehr so den Sauerstoff in der Atmosphäre“, schreibt Dennis. Doch durch dieses winzige Ungleichgewicht zwischen Wachstum und Zersetzung habe sich der Vorrat an Sauerstoff angesammelt, von dem alles tierische Leben abhängt. Bestehende Ökosysteme also ändern nichts am Sauerstoffgehalt der Atmosphäre – und auch nichts an deren CO₂-Gehalt. Anders sieht es aber aus, wenn durch Aufforstung neue Bäume hinkommen. Diese entziehen der Atmosphäre CO₂. „Würde man Regenwald von der Fläche des Amazonasgebiets pflanzen, dann würde das den CO₂-Gehalt der Atmosphäre um zehn Prozent vermindern“, rechnet der Ökosystemwissenschaftler Yadwinder Malhi vor. Würde umgekehrt der gesamte Amazonas-Regenwald in Flammen aufgehen, würde der CO₂-Gehalt entsprechend um zehn Prozent ansteigen. „Es wäre dann nahezu unmöglich die globale Klimaerwärmung noch innerhalb der sicheren Grenzen wie 1,5 Grad Celsius zu halten“, schreibt Malhi. Der Sauerstoffgehalt würde allerdings auch dann nur um 0,02 Prozent sinken – einfach, weil die Atmosphäre so viel mehr Sauerstoff als CO₂ enthält.

cke. „Durch die Trockenheit sind die Brandbedingungen einfach sehr, sehr gut.“ Erste Daten weisen darauf hin, dass durch die erhöhten Temperaturen die Anzahl der Gewitter und Blitze zunimmt. „Früher hat die Vegetation hier nur selten gebrannt, nun scheint das zur Norm zu werden“, berichtet der deutsche Feuerökologe Johann Georg Goldammer, der soeben von einem Arbeitsaufenthalt in Sibirien heimgekehrt ist. Er leitet das Global Fire Monitoring Center (GFMC) in Freiburg, das seit 1998 für die Vereinten Nationen arbeitet. Eine weitere Gefahr lauert hier: Aufgrund der niedrigen Temperaturen sind arktische Böden von einer dicken Schicht aus unverrottetem organischem Material bedeckt, die sich über Jahrtausende gebildet hat. Diese Torfböden binden wie Wälder sehr viel Kohlenstoff. Noch ist nicht sicher, ob in der Arktis nur Gras und Gebüsch brennen oder auch der Torf. In diesem Fall würden nicht nur große Mengen an Kohlendioxid freigesetzt. Auch der darunterliegende Permafrostboden könnte auftauen, und das in ihm enthaltene noch potentere Treibhausgas Methan würde freigesetzt – und die Klimaerwärmung weiter beschleunigt.

Weltweit gesehen ist die Anzahl der Brände in diesem Jahr nicht außergewöhnlich hoch, sie liegt laut den Satellitendaten der Nasa bei derzeit etwa drei Millionen (siehe Grafik). Die Anzahl der Brände allein ist jedoch kein verlässlicher Indikator: „Im südlichen Afrika ist während unserer Sommermonate Feuersaison, deshalb sieht man jetzt dort sehr viele Feuer“, sagt Kirsten Thonicke. Auffallend sei die Fläche der Brände in anderen Gebieten, insbesondere Brasilien und Bolivien sowie in arktischen Regionen: Grönland, Alaska und Sibirien. Zudem stellt die Erderwärmung alte Gewissheiten infrage: Selbst Ökosysteme, die eigentlich ans Feuer angepasst sind, sind durch die ausgedehnten Brände mit einem Mal in Gefahr.

„Der Klimawandel bringt die Beziehung zwischen Wald und Feuer durcheinander“, sagt Johann Georg Goldammer. „Die Wälder der Taiga sind an das Feuer angepasst, sie haben das Ökosystem mit seinem offenen, parkartigen Baumbestand mit geprägt“, erklärt Goldammer. Die alte Strategie, die Feuer nach Möglichkeit zu unterdrücken, habe zu einer Verdichtung der Wälder geführt, die dann umso heißer und intensiver brennen. Der Freiburger Forscher hat veranlasst, diese natürliche Feuerwirkung durch kontrolliertes Brennen nachzuahmen. Doch nach 28

Jahren Forschung muss Goldammer nun erleben, wie der Klimawandel seine Strategie infrage stellt. Waldfläche von neun Millionen Hektar ist bislang in diesem Jahr in Zentralrussland abgebrannt – das entspricht fast dem gesamten deutschen Waldbestand von elf Millionen Hektar. Starke Winde und eine für die Region untypisch hohe Temperatur von bis zu 30 Grad haben dafür gesorgt, dass die Brandflächen größer geworden sind als in den Jahren zuvor. Zwar ist der Rekord von etwa 12 Millionen Hektar im Jahr 2012 noch nicht erreicht, doch in der Millionenstadt Krasnojarsk vernebelte der Rauch die Sicht. „Früher hatte das Feuer eine signifikante Rolle in der Erhaltung dieser Ökosysteme, doch angesichts des Klimawandels können wir uns dessen nicht mehr sicher sein“, sagt Goldammer.

Nicht nur im Amazonas und in der Arktis, überall auf der Welt gibt es auffällige Veränderungen: „Im letzten Jahr hatten wir in Deutschland Waldbrände bis in den Oktober hinein, das ist absolut ungewöhnlich“, sagt Goldammer. „Und in Kalifornien brennt es inzwischen von Januar bis Dezember, dort haben sie den Begriff der ‚fire season‘ abgeschafft.“

Einen Einfluss auf den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre haben Waldbrände nicht – dieser würde sich nicht ändern, selbst wenn alle Wälder der Erde abgebrannt würden (siehe Kasten). Durch die Brände wird aber CO₂ freigesetzt, das die Klimaerwärmung weiter beschleunigt. Verglichen mit den weltweiten Emissionen aus fossilen Brennstoffen sind die Mengen noch gering, der Anteil lag zwischen 2008 und 2017 bei 13 Prozent. Das könnte sich aber ändern, wenn substantielle Teile des Amazonas-Regenwalds verloren gingen. Und auch aus anderen Gründen wäre dies eine Tragödie: Er gehört zu den letzten großen Gebieten echter Wildnis, er ist einer der artenreichsten Lebensräume und über die Hälfte ist Naturschutzgebiet, in Teilen auch von Indigenen bewohnt.

Die Zerstörung des Regenwaldes hätte weitreichende Auswirkungen: Das Wasser, das die Bäume verdunsten, wird über das Amazonas-Gebiet hinausgetragen. Die Wissenschaftler bezeichnen das als „fliegende Flüsse“ – sie transportieren so viel Wasser nach Süden, wie durch den Amazonas in den Atlantik fließt. „Würden die fliegenden Flüsse versiegen, dann würde Regen ausfallen, der sonst im Süden von Brasilien, in Bolivien und in Nordargentinien niedergeht“, sagt Thonicke. Die landwirtschaftlichen Gebiete dort hätten dann 20 Prozent weniger Niederschläge.