

Spektrum

DER WISSENSCHAFT



plus

Gehirn und Geist

Epoc

Sterne und Weltraum

Spektrum.de

[Mi, 31 Jul 2013]

- Spektrum.de
- [Gehirn & Geist](#)
- [Sterne und Weltraum](#)

Spektrum.de

Die Wissenschaftszeitung im Internet.

- **[Verhaltensbiologie: Mutige Spinnen haben die Nase vorn](#)** [Mi, 31 Jul 02:01]
Soziale Spinnen teilen sich geschwisterlich Netz und Beute - doch bei der Arbeit gibt es Unterschiede: Hier ergreifen die Mutigen die Initiative.
- **[Plastikmüll: Fertig zum Entern!](#)** [Di, 30 Jul 18:49]
Plastikmüll im Meer bietet Mikroorganismen völlig neue Lebensräume und Reisemöglichkeiten - mit schwer abschätzbaren ökologischen Folgen.
- **[Roboter: Erspart uns Kopien, baut Originale!](#)** [Di, 30 Jul 12:38]
Mancher Roboter sieht dem Menschen zum Verwechseln ähnlich. Doch das ist bedenklich, meint die Philosophin Manuela Lenz.
- **[Altruismus: Selbstlose Schleimpilze können auch anders](#)** [Mo, 29 Jul 22:00]
Mancher Schleimpilz wird in Hungerzeiten fast wie auf Knopfdruck bis zur Selbstaufopferung sozial. Völlig altruistisch ist das unter dem Strich allerdings nicht.
- **[Naturschutz: Wölfe ermöglichen Rückkehr von Beeren für die Bären](#)** [Mo, 29 Jul 19:00]
Mit der Rückkehr der Wölfe in den Yellowstone-Nationalpark justieren sich die Abläufe im Ökosystem neu. Davon profitieren auch die Grizzlys.
- **[Klimawandel: Klimaprognose für 2018: Bewölkt mit Rekordhitze](#)** [Mo, 29 Jul 15:00]
Weltweit basteln Forscher an Simulationen, mit denen sich das Klima in den kommenden Jahren vorhersagen lässt. Doch Erfolge lassen bislang auf sich warten.
- **[Energiewende: Wenn das Stromnetz mitdenkt](#)** [Fr, 26 Jul 17:00]
Technisch sind sie möglich, doch Modellregionen zeigen ein begrenztes Potenzial für intelligente Stromnetze und -zähler. Befürchtet werden Ausspähung und hohe Kosten.
- **[Paläontologie: Der größte Knochenfisch aller Zeiten](#)** [Fr, 26 Jul 12:52]
Gigantische Fische bevölkerten die Meere des Jura. Sie erreichten die Länge eines Reisebusses und ernährten sich von winzigen Tieren.
- **[Hirnforschung: Mäusen falsche Erinnerungen eingepflanzt](#)** [Fr, 26 Jul 11:01]
Mit einer raffinierten Technik haben Wissenschaftler ihren Versuchsmäusen falsche Erinnerungen eingegeben. Die Forschung soll klären, wie das Gehirn Erinnerungsspuren anlegt.
- **[Vollmondnächte: Vollmond lässt uns wirklich schlechter schlafen](#)** [Do, 25 Jul 19:00]
Seit Jahrhunderten vermuten Menschen, dass der Vollmond ihre Nachtruhe stört. Nun bestätigen Schlaflabordaten die Ahnung - eine solide Erklärung fehlt allerdings weiter.
- **[Marsforschung: Niederschlag schuf Flusstäler auf dem Mars](#)** [Do, 25 Jul 15:20]
Flusstäler auf dem Mars sind durch flüssiges Wasser ausgewaschen worden. Die Quelle dieses Wassers waren wohl Wolken, die beim Aufstieg an hohen Bergrücken kondensierten.
- **[Energie: Wie belastbar ist Deutschlands Stromnetz?](#)** [Do, 25 Jul

14:55]

Die Stabilität und Leistungsfähigkeit des deutschen Stromnetzes ist weniger eine technische denn eine ökonomische respektive politische Frage.

- **Psychopathen: Empathie nur auf Kommando** [Do, 25 Jul 01:15]
Psychopathen empfinden von sich aus weniger Mitgefühl mit anderen. Was aber, wenn man sie explizit darum bittet? Eine Hirnscannerstudie liefert nun eine überraschende Antwort.
- **Klimatologie: Atmosphärische Flüsse könnten kräftiger strömen** [Mi, 24 Jul 17:27]
Sie bringen Dauerregen und Überflutungen, sind bislang aber selten: Atmosphärische Flüsse profitieren aber wohl von steigenden Temperaturen.
- **Gentechnik: Gen-Weizen büxt aus** [Mi, 24 Jul 15:00]
Gentechnisch veränderter Weizen taucht plötzlich in einem Feld auf - und keiner weiß, wie er da hingekommen ist. Eine Spurensuche.
- **Klimawandel: Warme Arktis wird teuer** [Mi, 24 Jul 14:29]
Schmelzende Permafrostböden könnten 60 Billionen US-Dollar Schaden verursachen, wenn wir nichts unternehmen, befürchten Gail Whiteman, Chris Hope und Peter Wadhams.

| [Nächster Abschnitt](#) | [Hauptmenü](#) |

Meldung | 31.07.2013 | [Drucken](#)

Verhaltensbiologie

Mutige Spinnen haben die Nase vorn

von [Antje Findekle](#)

Arbeitsteilung ist eine praktische Angelegenheit: Jeder müht sich mit einer ihm zugeordneten Aufgabe, und alle profitieren. Selbst soziale Spinnen, die gemeinsam in einem Netz leben und sich die Beute teilen, kennen das Prinzip. Und hier sind offenbar besonders die Mutigen der Clique gefordert.

Nachwuchs produzieren, für den Nachwuchs sorgen, Futter suchen, das Nest verteidigen: In einer großen Lebensgemeinschaft gibt es vielfältige Aufgaben. Aus der Welt der sozialen Insekten ist schon lange bekannt, dass sich verschiedene "Kasten" speziell einzelner Aufgaben annehmen. Welcher Arbeit sie sich widmen, kann verschiedenste Ursachen haben – genetische wie umweltbedingte.



Auch soziale Spinnen zeigen im Labor eine gewisse Arbeitsteilung – obwohl bei ihnen die Kastenbildung wie bei Insekten nicht zu beobachten ist. Die Tiere sind meist alle etwa gleich alt, gleich groß, und zum Nachwuchs tragen mehrere, wenn auch nicht alle, bei – aber alle opfern sich dafür auf.

Was treibt sie zur Spezialisierung? [Lena Grinsted](#) von der Universität Aarhus und ihre Kollegen vermuteten dahinter die individuelle Persönlichkeit jeder Spinne. Sie überprüften zunächst den Wagemut und die Aggressivität von in Indien eingesammelten *Stegodyphus sarasinorum*: Wer erwachte am schnellsten nach einer simulierten Räuberattacke in Form eines Luftstoßes wieder aus der Starre? Und wer drohte einem vermeintlichen Feind in Form des Holzgriffes einer Präpariernadel, statt davonzurennen?



Zurück im Freiland beobachteten die Wissenschaftler ihre nun unverwechselbar markierten Tiere, wenn sie ihnen ein trockenes Blatt ins Netz legten, das sie zudem mit einem Vibrator zum Schwingen brachten. Und siehe da: Die Siegerinnen der Mutprobe erschienen am schnellsten, um die erwartete Beute zu attackieren. Auch größere Exemplare trauten sich eher hervor, doch neigten sie nicht stärker als andere dazu, die Beute zu überwältigen. Der Grad an Aggressivität zeigte hingegen keinen Einfluss – wobei sich die Forscher hier selbst fragen, ob ihre Methode überhaupt geeignet war, das Aggressionspotenzial zu erfassen.

Soziale Spinnen pflanzen sich meist über Inzucht fort und sind daher genetisch sehr ähnlich – Variation im Verhalten dürfte also durch andere Faktoren entstehen. Grinsted und ihre Kollegen vermuten eher einen simplen Rückkopplungsmechanismus: Tiere, die beispielsweise bei der Attacke auf eine Beute erfolgreich waren, werden beim nächsten Mal eher wieder eingreifen als ein noch unerfahrenes Kolonimitglied. Ob sich die wagemutigen Individuen auch vermehrt fortpflanzen oder andere Vorteile aus ihrem Verhalten ziehen, konnten die Forscher bei dieser Untersuchung noch nicht klären. Das überwältigte Futter wird jedenfalls unter allen geteilt.

© Spektrum.de

This article was downloaded by **calibre** from
<http://www.spektrum.de/alias/verhaltensbiologie/mutige-spinnen-haben-die-nase-vorn/1202500>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Plastikmüll

Fertig zum Entern!

Plastikmüll im Meer war lange vor allem wegen seiner Risiken für Seevögel und Schildkröten bekannt. Für viele Organismen aber bietet er auch neue Lebensräume und Reisemöglichkeiten - mit schwer abschätzbaren ökologischen Folgen.

von [Kerstin Vierung](#)

Ein Lebensraum kaum größer als ein Stecknadelkopf, und doch lockt er massenweise Bewohner an. Die unzähligen kleinen Plastikteilchen, die als Zivilisationsmüll in den Weltmeeren treiben, scheinen ein echtes Dorado für Bakterien zu sein. [Erik Zettler](#) von der Sea Education Association im US-amerikanischen Woods Hole und seine Kollegen staunten jedenfalls nicht schlecht, als sie solche Partikel mit feinen Netzen aus dem Nordatlantik fischten und unter die Lupe nahmen [1]. Per Elektronenmikroskop und Erbgutanalyse fanden sie darauf mindestens tausend verschiedene Typen von Bakterienzellen – darunter zahlreiche Arten, die sie erst noch identifizieren müssen. Offenbar hat eine vielfältige Crew von Mikroorganismen die winzigen Kunststoffflöße geentert und schippert nun damit über den Ozean. Und diese exzentrische Besatzung unterscheidet sich deutlich von den Lebensgemeinschaften des ringsum schwappenden Meerwassers.

Überall Plastik

Diese Erkenntnisse liefern ein paar neue Mosaiksteine für das Bild, das sich Forscher von den Folgen des Kunststoffbooms im Meer machen. Von den weltweit rund 245 Millionen Tonnen Plastik, die derzeit pro Jahr produziert werden, sollen schätzungsweise mehr als zehn Prozent in den Ozeanen landen. Der Müll wird von Schiffsbesatzungen über Bord geworfen und an den Küsten achtlos im Gelände verteilt, er kommt mit Flüssen aus dem Inland und mit dem Wind von Mülldeponien. "Alles, was ungesichert irgendwo herumliegt, kann früher oder später im Meer auftauchen", sagt [Lars Gutow](#) vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven. Mit der Zeit wird das Material zwar oft zu winzigen Partikeln zerrieben, es verschwindet aber nicht. Und mit den Meeresströmungen reist es um die Welt. Plastikfreie Ozeanregionen dürfte es kaum noch geben.

Lars Gutow und seine Kollegen haben zum Beispiel eine Bestandsaufnahme in der Nordsee gemacht. Mit dem AWI-Forschungsschiff Heincke sind sie verschiedene Strecken in der Deutschen Bucht abgefahren, haben im Wasser treibende Objekte wie Tang, Holz und eben Müll gezählt und die Ergebnisse dann hochgerechnet [2]. In der Kategorie Abfall kamen sie dabei stellenweise auf mehr als 300 Teile pro Quadratkilometer. Und der größte Teil dieses Mülls bestand aus Plastik. "Ähnliche Mengen treiben auch in anderen Küstenregionen", sagt der Forscher.



Auch in arktischen Gewässern fanden Forscher des Alfred-Wegener-Instituts überraschend viel Plastikmüll – wie diese Tüte. Oft wird der Abfall jedoch kleingemahlen und driftet in Form winziger Partikel durch die Meere.

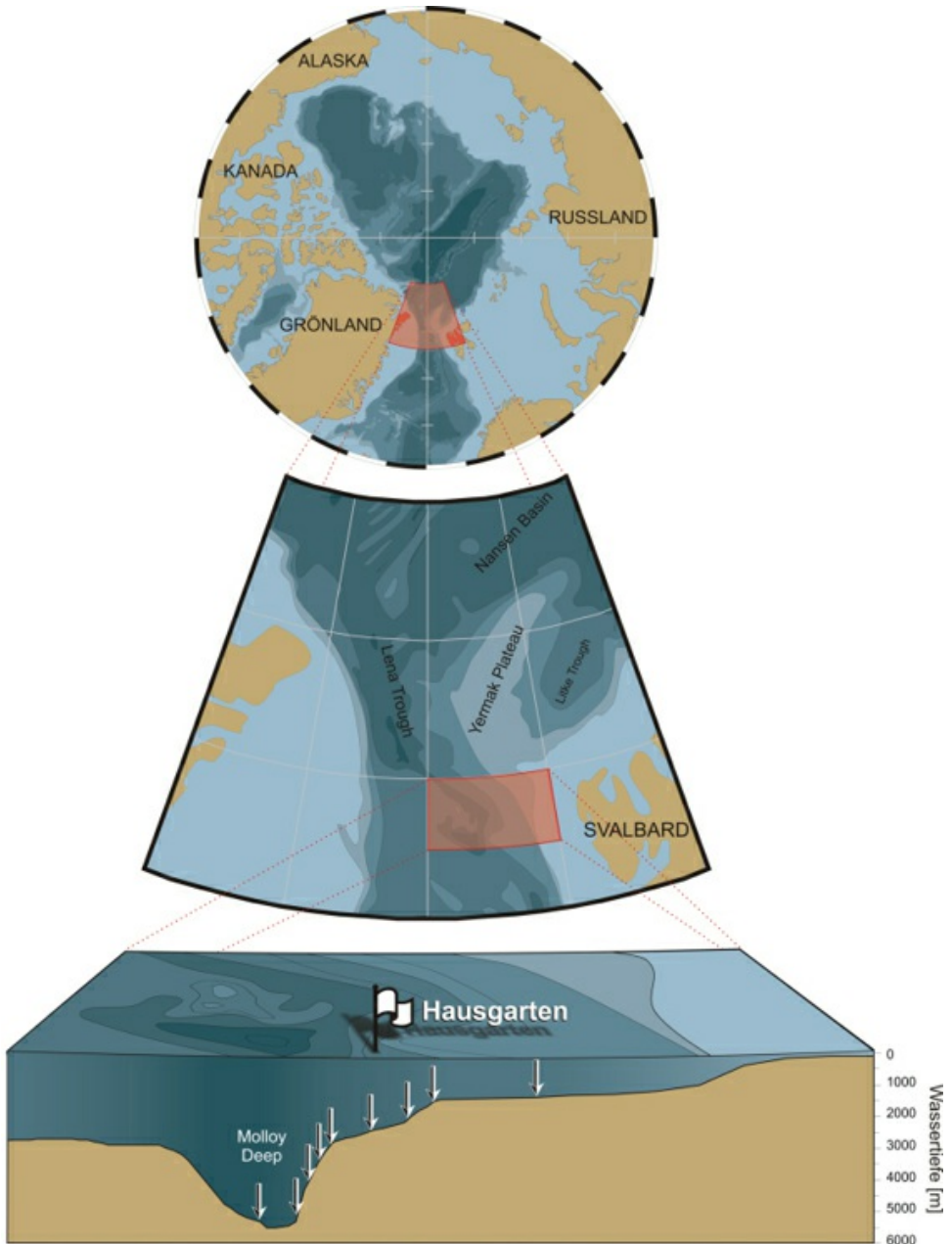
Noch viel mehr Plastik hat sich vielerorts am Meeresgrund angesammelt. Als Mitarbeiter des französischen Forschungsinstituts IFREMER in den 1990er Jahre verschiedene europäische Küstengebiete untersuchten, fanden sie vor allem westlich von Dänemark, in der Keltischen See zwischen Irland und Großbritannien und entlang der Südküste Frankreichs große Müllansammlungen. Stellenweise lagen mehr als 100 000 Objekte auf einer Fläche von einem Quadratkilometer. Eine andere Studie vor Kalifornien kam auf bis zu 76 000 Stücke pro Quadratkilometer.

Bis ans Ende der Welt

Nun mag es nicht verwundern, dass viel befahrene Ozeane mit dicht besiedelten Küsten ein Kunststoffproblem haben. Doch der Abfall erreicht mittlerweile auch die entlegensten Regionen. "Lange hat man angenommen, dass die Polarmeere weitgehend verschont geblieben sind", sagt Lars Gutow. Schließlich gibt es in den hohen Breiten nicht nur deutlich weniger Städte und Schiffsverkehr als in den gemäßigten Zonen. Das dortige Meereis wirkt auch wie eine Art Schutzschild, der geworfene Objekte vom Wasser fernhält. Doch das alles scheint nicht mehr zu helfen.

So sind die AWI-Mitarbeiter [Melanie Bergmann und Michael Klages](#) selbst in der Tiefsee vor Spitzbergen auf reichlich Abfall gestoßen. In der Framstraße westlich der Insel betreibt das Institut ein Tiefseeobservatorium namens "Hausgarten". Mit Hilfe eines Kamerasystems, das von Bord des

Forschungseisbrechers Polarstern bis in 2500 Meter Tiefe hinuntergelassen wurde, haben die Forscher dort in regelmäßigen Abständen den Meeresgrund fotografiert [3]. Die so entstandenen Bilder durchforsteten Melanie Bergmann und Michael Klages dann nach Spuren von Müll – mit unerfreulichen Ergebnissen. Demnach ist die Abfalldichte im Hausgarten zwischen 2002 und 2011 von gut 3600 auf mehr als 7700 Objekte pro Quadratkilometer Meeresgrund angestiegen. Fast 60 Prozent der entdeckten Teile bestanden aus Plastik.



Der Hausgarten ist das Tiefsee-Observatorium des Alfred-Wegener-Institutes in der östlichen Framstraße. Es besteht aus 16 Stationen, die Wassertiefen von 1000 bis 5500 Meter umfassen. Seit dem Jahr 1999 werden an diesen Stationen alljährlich in den Sommermonaten Probenahmen durchgeführt.

Über die Ursachen des Müllbooms vor Spitzbergen können die Forscher bisher nur spekulieren. Möglicherweise haben der Rückgang des Meereises und die gleichzeitige Zunahme des privaten Schiffsverkehrs in der Region eine Rolle gespielt. Jedenfalls steht fest, dass der lange Arm des Plastikzeitalters inzwischen nicht nur bis in die Polarregionen, sondern auch bis in die Tiefsee reicht. So haben Forscher in einem Tiefseegraben vor Lissabon ähnliche Müllmengen entdeckt wie im Spitzbergener Hausgarten. Und Bilder von zahlreichen Stellen des Mittelmeeres zeigen einen Meeresgrund voller Plastikflaschen [4].

Wie aber kommt der Abfall eigentlich dort hinunter? "Plastik schwimmt zwar zunächst an der Wasseroberfläche", erläutert Lars Gutow. "Doch mit der Zeit siedeln sich alle mögliche Organismen darauf an". Dadurch wird das Kunststofffloß irgendwann so schwer, dass es in die Tiefe sinkt. Bis es soweit ist, hat es allerdings oft schon eine weite Reise hinter sich. Und in deren Verlauf hat es womöglich einen Teil seiner Passagiere in neue Lebensräume verfrachtet.

Willkommen an Bord!

Die Idee, mit schwimmenden Objekten über das Meer zu reisen, ist in der Evolutionsgeschichte keineswegs neu. Baumstämme, große Algen oder bei Vulkanausbrüchen ausgeschleuderte Bimssteine treiben schließlich seit Jahrmillionen über die Ozeane. Meeresbewohner, deren Larven sich von den Strömungen verfrachten lassen, können zwar auch ohne solche Hilfsmittel weite Strecken zurücklegen. Für alle anderen aber ist eine auch "Rafting" genannte Floßreise die perfekte Gelegenheit, um neue Lebensräume zu erobern.

Die Chilenische Auster *Ostrea chilensis* zum Beispiel macht nur ein sehr kurzes Larvenstadium durch. Trotzdem lebt die Art nicht nur in chilenischen Gewässern, sondern auch vor Neuseeland. "Ich kann mir keinen anderen Mechanismus vorstellen, wie sie dorthin gekommen sein sollte", sagt Lars Gutow. Die Schifffahrt kommt als Verbreitungsweg kaum infrage. Denn das Weichtier hatte sich längst etabliert, bevor Schiffe zwischen Südamerika und Neuseeland verkehrten.

"Niemand kann vorhersagen, welche Arten künftig wo auftauchen und welche Probleme sie machen werden." (Lars Gutow)

Doch auch einige Landtiere sind offenbar durchaus erfolgreiche Rafter. So haben Fischer 1995 in der Karibik ein Dutzend Grüne Leguane beobachtet, die ein Floß aus entwurzelten Bäumen verließen und auf der Insel Anguilla an Land gingen. Dort waren die Reptilien bis dahin nicht vorgekommen.

Warum sollten die tierischen Reisenden also nicht auch schwimmende Objekte nutzen, die durch die Aktivitäten des Menschen ins Meer geraten sind? Eines der spektakulärsten dieser künstlichen Flöße war ein zwanzig Meter langer und sechs Meter breiter Schwimmponton, den der verheerende Tsunami im März 2011 an der Küste Japans losgerissen hatte. Am 5. Juni 2012 trieb die Konstruktion nach 8000 Kilometern Pazifikreise am Agate Beach im US-Bundesstaat Oregon an – beladen mit mehr als zwei Tonnen Schnecken und Muscheln, Seeigeln und Seesternen, Krabben und anderen Bewohnern der japanischen Küstengewässer.

Die Revolution des Raftings

So viele Passagiere kann eine Einkaufstüte oder Plastikflasche natürlich nicht befördern. Trotzdem spielen diese eher unscheinbaren modernen Flöße eine sehr große ökologische Rolle. "Das Auftreten von Plastikmüll hat das Rafting in den Meeren revolutioniert", sagt Lars Gutow. Denn die Anhänger dieses Lebensstils finden heute so viele Transportgelegenheiten wie nie zuvor. Und zwar auch dort, wo treibende Objekte früher selten waren. Die großen Algen, die zu den wichtigsten natürlichen Passagierfähren in den Weltmeeren gehören, wachsen zum Beispiel vor allem in den mittleren und höheren Breiten. "Der Plastikmüll hat nun aber auch in den Tropen Möglichkeiten für den großräumigen Transport von Organismen geschaffen", sagt Lars Gutow. Zudem ist der Kunststoff auch noch deutlich beständiger als die meisten natürlichen Flöße und kann daher besonders weite Strecken zurücklegen.



Verlorene Netze treiben oft jahrelang durch den Ozean – mit fatalen Folgen für große Meerestiere. Kleine Organismen können sich mit Hilfe des Treibguts jedoch weit fortbewegen.

Welche Organismen aber können solche neuen Chancen nutzen? "Ein erfolgreicher Rafter muss sich vor allem gut festhalten und auf dem Floß genügend Nahrung gewinnen können", erklärt der Bremerhavener Forscher. Letzteres ist auf einem Stück Plastik allerdings gar nicht so einfach. Während treibende Algen oft vor Schnecken, kleinen Krebsen und anderen Vegetariern wimmeln, die ihr Floß gleichzeitig als Reiseproviant nutzen, ist auf dem Kunststoff ein anderer Lebensstil gefragt. Dort finden sich eher fest am Untergrund verankerte Tiere wie Polypen oder Seepocken, die ihre

Nahrung aus dem Wasser filtern.

Eine Assel namens *Idotea metallica* hat sich sogar komplett dem Floßleben verschrieben und kommt offenbar nirgendwo anders vor. Während sich verwandte Arten am Meeresgrund größtenteils von Pflanzenkost ernähren, holt sie sich vor allem Fleischmahlzeiten aus dem Wasser. Und weil das nicht immer klappt, ist sie deutlich genügsamer als ihre vegetarischen Kolleginnen. Seit den 1990er Jahren kommt diese wärmeliebende Art zunehmend auch in der Nordsee vor. "Wahrscheinlich wurde sie schon immer ab und zu dorthin getrieben", meint Lars Gutow. Die steigenden Wassertemperaturen der letzten Jahre aber haben ihr offenbar eine dauerhafte Ansiedlung ermöglicht.

"Es gibt bisher keine Hinweise darauf, dass ihr Auftauchen negative ökologische Folgen hätte", sagt Lars Gutow. In Konkurrenzversuchen haben er und seine Kollegen nachgewiesen, dass die neue Assel wohl keine angestammten Arten verdrängen wird. Das muss aber keineswegs für alle Passagiere gelten, die auf den Plastikflotten der Weltmeere unterwegs sind. "Niemand kann vorhersagen, welche Arten künftig wo auftauchen und welche Probleme sie machen werden", betont der AWI-Experte. Es ist jedenfalls durchaus möglich, dass die Kunststoffflöße auch für den Menschen unangenehme Organismen verbreiten.

Gefährlicher Müll

So haben Wissenschaftler am Plastiktreibgut schon giftige Einzeller aus der Gruppe der Dinoflagellaten entdeckt. Deren Gifte können sich beispielsweise in Muscheln anreichern und für Meeresfrüchtefans gefährlich sein. Einer der Kunststoffpartikel, die Erik Zettler und seine Kollegen untersucht haben, war zudem voller Bakterien der Gattung *Vibrio*, zu der die Erreger von Cholera und anderen Durchfallerkrankungen gehören.

Die Liste der Probleme, die mit dem Plastikmüll im Meer verbunden sind, ist damit wieder ein Stück länger geworden. Dabei war sie auch ohne riskante Floßbesatzungen schon umfangreich genug. So ist seit langem bekannt, dass Schildkröten und Seevögel oft irrtümlich Plastiktüten und andere Kunststoffobjekte verschlingen. Mit müllgefülltem Magen aber fressen sie zu wenig richtige Nahrung und verhungern schlimmstenfalls. Scharfkantige Gegenstände können zudem ihre Verdauungsorgane verletzen und die im Plastik enthaltenen Chemikalien entfalten womöglich nach dem Verschlucken hormonartige Wirkungen und stören damit die Fortpflanzung der Tiere.



Wie diese Rasterelektronenmikroskopaufnahme zeigt, ist das aus dem Meer gefischte Stück Plastik mit Mikroorganismen übersät. Dazu zählt beispielsweise ein Wimperntierchen mit symbiontischen Bakterien. Die Lebewesen greifen die Oberfläche des Plastiks an und könnten so zu dessen Auflösung beitragen.

Ein großes Problem sind auch losgerissene Fischernetze aus Kunststoff, die jahrelang als so genannte Geisternetze durch die Meere treiben und zahlreiche Vögel, Fische und Meeressäuger das Leben kosten. Plastikmüll am Meeresgrund erstickt das Leben darunter und beschädigt zerbrechliche Organismen wie die filigranen Seefedern. Und dann scheinen Plastikpartikel auch noch als Sammelstellen und Transportvehikel für verschiedene langlebige Schadstoffe zu wirken – mit bisher ungeklärten Folgen.

Bergleute und Müllsammler

"Das alles spricht dafür, dass wir ein echtes Problem haben", sagt Lars Gutow. Was also tun? Erik Zettler und seine Kollegen sind bei ihrer Studie auf einen kleinen Hoffnungsschimmer gestoßen. Denn in den untersuchten Partikeln fanden sie mikroskopisch kleine Risse und Gruben, die nach Ansicht der Forscher durch die Aktivitäten bestimmter Bakterien entstehen. "Wir waren sehr aufgeregt, als wir diese winzigen Bergleute zum ersten Mal gesehen haben", sagt Erik Zettler. "Vor allem, weil sie auf vielen Stückchen der unterschiedlichsten Plastiktypen auftauchten".

Das könnte nämlich bedeuten, dass die Mikroorganismen diese für ihre Langlebigkeit bekannten Materialien doch zersetzen. Solche Prozesse waren bisher nur an Land, nicht aber aus dem Meer bekannt. Die amerikanischen Forscher versuchen derzeit, die winzigen Müllbeseitiger zu kultivieren,

um mehr über ihre Talente herauszufinden. Denn noch kann niemand sagen, wie schnell und effektiv diese Bakterien arbeiten.

Allein scheinen sie das Problem jedenfalls nicht lösen zu können. Und auch sonst gibt es bisher keine effiziente Methode, den Plastikmüll wieder aus dem Meer heraus zu holen. "Die Müllsammelaktionen, die Behörden und Naturschützer rund um die Welt organisieren, sind zwar eine gute Sache", sagt Lars Gutow. Doch letztlich sei das ein Tropfen auf den heißen Stein. Er sieht derzeit nur eine Möglichkeit, das Problem anzugehen: Das Plastik darf erst gar nicht im Meer landen.

© Spektrum.de

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.spektrum.de/alias/plastikmuell/fertig-zum-entern/1202476>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Kommentar | 30.07.2013 | [Drucken](#)

Roboter

Erspart uns Kopien, baut Originale!

Roboter, die dem Menschen zum Verwechseln ähnlich sehen, sind kein Fortschritt, sondern ein Grund zum Fürchten, meint die Philosophin Manuela Lenzen.

[Manuela Lenzen](#)

Diego-San hat mit seinen Pausbäckchen und Segelohren etwas von einem Lausbub. Er kann strahlen wie die Sonne, verschmitzt grinsen und herzerreißend traurig dreinschauen. Seine rosige Haut endet allerdings am Haaransatz und unterm Kinn. Der Hinterkopf glänzt bläulich, die Innereien seines kleinen Körpers sind offen sichtbar: Kabel, Metallzylinder, stählerne Bänder. Diego-San ist der jüngste Vertreter der "Androiden", einer Roboterart, die so menschenähnlich wie möglich konstruiert wird. Forscher der University of California in San Diego präsentierten ihn Anfang dieses Jahres der Öffentlichkeit. Mit seiner Hilfe wollen sie neue Einsichten in die frühkindliche Kommunikation und die Entwicklung von Intelligenz gewinnen. Ihr Androide ist die konsequente und plakative Umsetzung des Gedankens, dass Roboter ihre künstliche Intelligenz nur so erlangen können wie Menschen die ihre: nämlich in einer Zeit der Kindheit.



In nicht allzu ferner Zukunft sollen Roboter mitten unter uns weilen und sich in Wohnungen, Restaurants, Schulen, Fabriken und Heimen als nützliche Helfer bewähren. Wie aber sollen sie aussehen? So ähnlich wie wir selbst, sagen Robotiker. Zum einen könnten wir uns auf einen humanoiden Gefährten besser einstellen als auf einen leblos wirkenden Automaten. Zum anderen sei ein Maschinenmensch, dessen Größe und Proportionen den unseren entsprechen, besser in unsere Alltagsumgebung integrierbar.

Ähnlich aussehen mag noch angehen. Doch auf Roboter, die von Menschen kaum mehr zu unterscheiden sind, sollten wir besser verzichten. Häufig erzeugen sie beim Betrachter eher Gruseln und Abscheu als Vertrauen (siehe "Der unheimliche Roboter", GuG 4/2013, S. 55). Zumindest verwirren sie uns. Ein menschenähnlicher Roboter gibt sich als Individuum und ist doch Teil eines Netzwerks. Er suggeriert Anteilnahme, Interesse, Gefühle, besitzt aber nichts davon. Stattdessen verleitet er uns dazu, über das Selbstbewusstsein von Robotern und ihre Strafmündigkeit zu diskutieren. Doch von dem Punkt, an dem solche Debatten notwendig werden, sind wir noch weit entfernt.



Den Androiden "Diego-San" könnte man fast für ein echtes Kind halten – thronte sein Kopf nicht allzu offensichtlich auf einem Rumpf aus Metallteilen.

Roboter können die für sie vorgesehenen Funktionen großteils auch dann erfüllen, wenn sie uns nicht ähneln. Das gilt sogar, wenn sie mit emotionalen Gesichtsausdrücken kommunizieren sollen – eine sehr nützliche Fähigkeit. Menschen erkennen selbst in stark vereinfachten Konterfeis zuverlässig einen angedeuteten Gefühlszustand. Auch wenn das Maschinenwesen wie ein Tropfen geformt ist, ein einziges Auge mit beweglicher Braue und einen Strichmund besitzt, wissen wir sein Mienenspiel verlässlich zu deuten, wie der niederländisch-japanische -Roboter "eMuu" beweist.



Und schließlich ist Nachahmen langweilig. Eine Technik, die sich stur am menschlichen Vorbild orientiert, lässt all die Gestaltungsmöglichkeiten aus, die die Natur nicht realisiert hat. Ein perfekt

humanoider Androide ist zwar ein technisches Meisterwerk, aber eben nur eine Kopie. Viel interessanter wäre es doch, wenn er mittels ungewöhnlicher Lichteffekte, Farben oder besonderer Körperteile kommunizierte. Er könnte die Ohren aufstellen, um Bereitschaft zu signalisieren, mit dem Schwanz wedeln, um reibungsloses Funktionieren anzuzeigen, oder die Haare sträuben, wenn sein Nutzer ihm einen unsinnigen Befehl erteilt.

Warum sich also auf das Kopieren von Menschen beschränken? Robotiker der Universität Bielefeld haben den Roboterkopf "FloBI" entwickelt, der deutlich als solcher erkennbar und trotzdem in der Lage ist, Emotionen klar verständlich auszudrücken. Die meisten Probanden finden ihn sympathisch. An der Universität Freiburg bedient sich "Daryl", ein typischer Maschinenmensch mit Kameraaugen und Antennen am Kopf, sowohl menschlicher Gesten wie dem Nicken als auch tierischer Äußerungen wie dem Ohrenwackeln. Zudem setzt er bunte Lichtsignale ein. Versuchsteilnehmer konnten alle von Daryl präsentierten Gefühlszustände erkennen. Roboter im Blechbüchsen-Look können soziale Signale demnach ebenso erfolgreich vermitteln wie solche, die uns zum Verwechseln ähnlich sehen.

Der Androide Diego-San mit dem kindlichen Antlitz mag für faszinierende Experimente zur Mensch-Maschine-Kommunikation taugen. Die elektronischen Gefährten der Zukunft sollten jedoch als solche erkennbar bleiben. Das hilft, Verwirrung zu vermeiden, und setzt klare Grenzen zwischen uns und den Automaten.

© Gehirn und Geist

Die Meinungen unserer Autorinnen und Autoren geben nicht unbedingt die Position der Redaktion wieder.

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.spektrum.de/alias/roboter/erspart-uns-kopien-baut-originale/1202463>

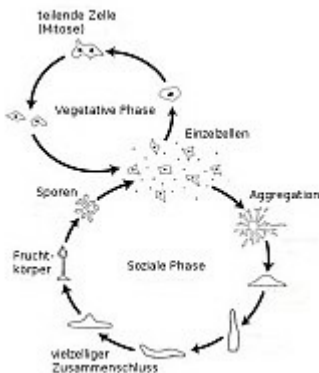
| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Meldung | 29.07.2013 | [Drucken](#)

Altruismus

Selbstlose Schleimpilze können auch anders

Schleimpilze fressen Bakterien und leben als amöbenähnliche Einzeltäger, bis ihre Umweltbedingungen sich verschlechtern, um sich dann aber wie auf Kommando zusammenzuschließen. In dem so gebildeten vielzelligen Körper opfern nun einige der Zellen ihr Leben in der Konstruktion des Schleimpilzkoloniekörpers, damit die Mehrzahl dann als Sporen überdauern kann. Aber auch manche der Überlebenden fungieren altruistisch: Sie säen als Farmer-Kaste arbeits- und ressourcenintensiv einen Bakterienrasen, von dem später alle profitieren, wie [Joan Strassman und ihre Kollegen von der Rice University in Houston](#) schon [vor einiger Zeit ermittelt hatten](#). Völlig selbstlos werden diese Schleimpilze allerdings nicht zu Bakterienfarmern, ergänzt dieselbe Arbeitsgruppe nun. Tatsächlich sorgte wohl nur ein genetischer Zufall dafür, dass die Keime zu potenziellem Saatgut wurden.



[Dictyostelium discoideum" title="Lebenszyklus von](#)

[Dictyostelium discoideum" />](#)

Die Farmer-Kaste des Schleimpilzes [Dictyostelium discoideum](#) lebt mit zwei unterschiedlichen Stämmen des Bakteriums *Pseudomonas fluorescens* in Gemeinschaft, wie die Wissenschaftler herausarbeiten – und nur einer dieser Stämme taugt als Futter für die Art und damit auch als Saatgut. Die andere Variante produziert dagegen eine Reihe kleinerer Moleküle, die etwa als Pilzgifte wirken und den Lebenszyklus benachbarter Schleimpilze beeinflussen können. Diese Moleküle verschaffen den Farmer-Schleimpilzen wohl einige Vorteile in Zeiten, in denen die Versorgung für die einzelnen Schleimpilze gut ist.



Die beiden von den Schleimpilzen beherbergten Bakterienstämme sind sich dabei auffallend ähnlich, so die Forscher weiter: Eine einzige Mutation in einem zentralen Regulatorgen hat im Laufe der Evolution dafür gesorgt, dass der eine der beiden Stämme heute viele Metaboliten nicht mehr produziert. Nur so wurde er aber auch für alle Schleimpilze gut verdaulich und damit zur Futterquelle in Notfällen. Offenbar haben sich demnach die Farmer-Schleimpilze erst zu altruistischen Mitgliedern der Gemeinschaft entwickeln können, nachdem ein Teil ihrer Bakteriensymbionten nach diesem Mutationsereigniss zu harmlosen Futterbakterien geworden sind. Vorher dienten die bakteriellen Untermieter dagegen eher dazu, konkurrierende Schleimpilze mit den produzierten Metaboliten zu hemmen.

Neben den Menschen zählen Biologen im wesentlichen nur drei weitere Gruppen von Organismen neben den Schleimpilzen, die durch Agrartätigkeiten ihre Art gemeinschaftlich mit Nahrung versorgen können: Sowohl die Termiten wie auch die Blattschneiderameisen und Borkenkäfer züchten Pilzkulturen als Futter für den Nachwuchs und nutzen somit eine Symbiose zum gemeinschaftlichen Vorteil.

© Spektrum.de

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.spektrum.de/alias/altruismus/selbstlose-schleimpilze-koennen-auch-anders/1202417>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Naturschutz

Wölfe ermöglichen Rückkehr von Beeren für die Bären

von [Antje Findekle](#)

Die Ausrottung der Wölfe im Yellowstone-Nationalpark Anfang des 20. Jahrhunderts brachte das gesamte komplexe Nahrungsnetz des Ökosystems durcheinander. Von der Rückkehr der Beutegreifer profitieren nun auch die anderen großen Prädatoren des Gebiets, die Grizzlys. Denn Büsche mit nahrhaften Beeren – für die Bären wichtige Ressourcen vor der Winterruhe – breiten sich wieder aus.

Mit dem Verschwinden der Wölfe nahm der Bestand an Wapitis im Nationalpark deutlich zu. Mit entsprechenden Folgen für die Vegetation: Junge Weiden und Zitterpappeln, Büsche und hochwachsende krautige Pflanzen wurden abgefressen und daher immer seltener. Mit der Wiederansiedlung von Wölfen Mitte der 1990er Jahre gelang es jedoch, die Wapitipopulation wieder zu kontrollieren.



Die Vegetation reagiert darauf wie zu erwarten: Dank des geringeren Fraßdruckes können sich Büsche wie die Felsenbirne und Heidelbeeren wieder etablieren. Und deren Früchte bereichern nun wie einst den Speiseplan der Grizzlys. So zählten Forscher um William Ripple von der Oregon State University im Kot der Bären mehr Beerenfrüchte als früher.

Die nahrhaften Früchte könnten womöglich auch als Ausgleich dafür dienen, dass Wapiti nun seltener im Bärenmagen landet, meinen die Wissenschaftler. Beziehungsweise andere Mangelsituationen abmildern: So nimmt die Zahl der Grizzlys beispielsweise in Jahren mit geringer Samenproduktion der Weißstämmigen Kiefer (*Pinus albicaulis*) ebenfalls ab – und deren Bestand ist durch den Klimawandel bedroht.

© Spektrum.de

Hintergrund | 29.07.2013 | [Drucken](#)

Klimawandel

Klimaprognose für 2018: Bewölkt mit Rekordhitze

Weltweit basteln Forscher an Simulationen, mit denen sich das Klima in den kommenden Jahren vorhersagen lässt. Doch Erfolge lassen bislang auf sich warten.

[Jeff Tollefson](#)

Exklusive Übersetzung aus



Im August 2007 nahm Doug Smith das wohl größte Wagnis seiner beruflichen Laufbahn auf sich. Nach mehr als zehn Jahren der Arbeit mit anderen Modellierern am Met Office Hadley Centre in Exeter, Großbritannien, veröffentlichte Smith eine detaillierte Vorhersage darüber, wie sich das Klima über nahezu eine gesamte Dekade entwickeln würde [1]. Die globale Erwärmung wird kurz zum Stillstand kommen, prognostizierte sein Team, und dann an Fahrt gewinnen. Innerhalb weniger Jahre sollte der Planet alle bisherigen Rekorde brechen.

Wirklich präzise scheint die Hadley-Vorhersage nicht gerade zu sein. Denn auch sechs Jahre später warten wir noch darauf, dass die globalen Temperaturen wie vorhergesagt in die Höhe schießen. Trotz dieser wenig überzeugenden Ergebnisse finden solche kurzfristigen Prognosen durchaus Anklang bei vielen Klimamodellierern. Sie wollen herausfinden, wie sich die globalen Bedingungen in den kommenden Jahren und darüber hinaus entwickeln werden. Und so hofft man, der Menschheit schließlich Prognosen für das kommende Jahrzehnt liefern zu können – ähnlich wie Meteorologen uns jeden Morgen bei der Frage nach der richtigen Kleidung helfen.

Diese kurzfristigen Prognosen unterscheiden sich stark von den allgemeinen Vorhersagen, die Klimaforscher typischerweise machen: Diese blicken viele Jahrzehnte nach vorne und gehen nicht auf das gegenwärtige Klima ein. "Der Ansatz ist sehr neu für die Klimaforschung", sagt Francisco Doblas-Reyes vom [katalanischen Institut für Klimaforschung](#) in Barcelona. Der Wissenschaftler ist Erstautor eines Kapitels im kommenden Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), in dem es um Klimaprognosen gehen wird. "Wir entwickeln eine neue Methode, die uns viel mehr über die nahe Zukunft sagen kann."

Im Rahmen des künftigen IPCC-Berichts – der erste Teil erscheint im September – führten 16 Forschergruppen eine Reihe von Experimenten zu mittelfristigen Prognosen mit Klimamodellen durch. In den vergangenen zwei Jahren erschienen mehrere Artikel über diese Versuche. In der Regel ergeben sie eine geringere Klimaerwärmung als die Standardmodelle. Für die beteiligten Forscher sind die mittelfristigen Prognosen inzwischen den Kinderschuhen entwachsen. Doch viele prominente

Wissenschaftler stellen sowohl die Ergebnisse als auch den Nutzen dieser offensichtlich teuren und zeitaufwendigen Experimente infrage.

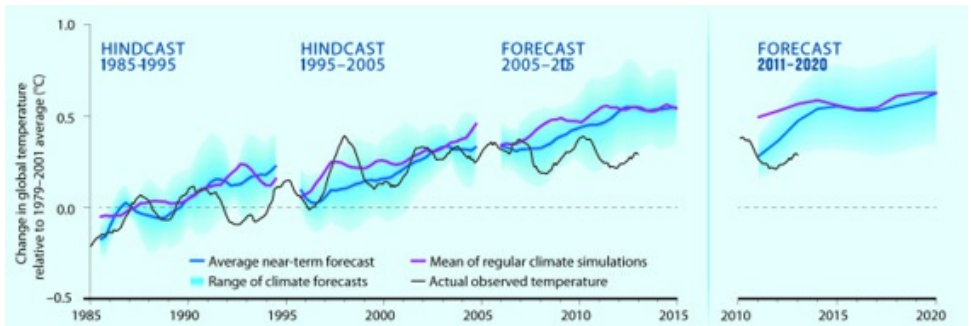
"Obwohl ich nichts dagegen habe, das als wissenschaftliche Herausforderung zu betrachten, dienen diese Publikationen bisher größtenteils als Gegenbeweis der Machbarkeit", sagt Gavin Schmidt vom NASA [Goddard Institute for Space Studies](#) in New York. Der Klimaforscher lehnte es ab, an den Experimenten zu mittelfristigen Vorhersagen des IPCC teilzunehmen.

Erste Ideen

Für seine Klimaprognosen greift das Team um Smith zwar auf sein Standard-Klimamodell zurück, geht dabei aber neue Wege: Inspirieren ließen sich die Wissenschaftler von der Art und Weise, wie Meteorologen das Wetter der kommenden Woche abschätzen. Der Ausgangspunkt typischer Klimaprognosen liegt weit zurück in der Vergangenheit, oftmals noch vor der industriellen Ära. Auf diese Weise versucht man, das durchschnittliche Klima gut genug zu erfassen, um dann über einen großen Zeitraum ein grobes Muster vorhersagen zu können. Im Gegensatz dazu beginnen Wettervorhersagen für die kommende Woche in der Gegenwart. Die Prognosen basieren dabei auf etlichen Simulationen mit leicht unterschiedlichen meteorologischen Ausgangsbedingungen und liefern eine Reihe an Ergebnissen, die trotz der chaotischen Natur des Wetters eine statistische Aussagekraft besitzt.

Smith und sein Team verfolgten denselben Ansatz. Im Jahr 2005 sammelten sie innerhalb von zwanzig Tagen eine Menge Klimadaten – Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung, Luftdruck, Temperatur und Salzgehalt des Meeres. Für jede Vorhersage zogen sie als Ausgangsbedingungen des Hadley-Centre-Klimamodells jeweils die Daten eines einzelnen Tages heran. Dann ließen die Wissenschaftler das Modell in das zukünftige Jahrzehnt blicken, unter dem Einfluss von verschiedenen Faktoren wie etwa steigenden Treibhausgaskonzentrationen.

Smiths Gruppe hoffte, mit dem Modell genauere Klimaprognosen für die nahe Zukunft erstellen zu können, wenn sie in der Gegenwart mit den augenblicklichen Bedingungen starten. Anfangs sahen die Ergebnisse vielversprechend aus. Das Modell sagte verglichen mit konventionellen Klimaprognosen zunächst tiefere Temperaturen vorher – im Wesentlichen lagen die Forscher damit bis zum Jahr 2008 richtig. Doch dann wich die Vorhersage merklich von den Messdaten ab: Die nach 2008 erwartete dramatische Erwärmung blieb bislang aus. "Man muss sich wohl eingestehen, dass sich die reale Welt nicht so stark erwärmte, wie es unsere Prognose nahelegt", sagt Smith. "Momentan verstehen wir noch nicht wirklich, warum das so ist."



Forscher am Hadley Centre in Großbritannien haben eine Methode entwickelt, mit der sich die nahe Zukunft des Klimas prognostizieren lässt. Nach Testläufen an zwei vergangenen Jahrzehnten machten sie eine Vorhersage bis 2015. Sie zeigte eine geringere Erwärmung als in gängigen Simulationen, doch die tatsächlichen Temperaturen waren sogar noch niedriger. In neuen Prognosen für 2011 bis 2020 folgt auf kühle Anfangsjahre eine heftige Erwärmung.

Die Antwort liegt vielleicht in den Ozeanen. Obwohl die Atmosphäre das Wettergeschehen von einem Tag zum nächsten weitgehend beherrscht, enthalten die sich langsam bewegenden Meere so viel mehr Energie und Wärme, dass sie bestimmen, wie sich das Klima von Jahr zu Jahr ändert. Forscher vermuten, dass ein Großteil dieser Variabilität mit wiederkehrenden Klimaanomalien zusammen hängt – wie beispielsweise im östlichen tropischen Pazifik dem El-Niño, der zu Erwärmung führt, und dem La-Niña-Phänomen, das für Abkühlung sorgt. Theoretisch sollten sich die Ozeane sogar etwas einfacher modellieren lassen, weil Salzwasser langsamer zirkuliert als Luft.

2008 machte eine Gruppe um Noel Keenlyside, jetzt an der Universität Bergen in Norwegen, eine Vorhersage bis zum Jahr 2030, in der sie auch die Auswirkungen der Meeresoberflächentemperatur im Atlantik berücksichtigten [2]. Sie konzentrierten sich auf eines der dominanten Strömungsmuster des Atlantiks, die meridionale Umwälzzirkulation. Diese Meeresströmungen tragen von der Sonne erhitztes Wasser aus den Tropen in den Nordatlantik, wo es die Atmosphäre erwärmt, anschließend in die Tiefsee absinkt und wieder gen Süden reist. Diese Zirkulation würde sich dem Modell zufolge abschwächen und so dazu beitragen, die globalen Temperaturen in den kommenden Jahren zu stabilisieren oder sogar abzukühlen.

Diese Aussage sorgte für Furore: Einige Forscher stellten nicht nur die Analyse von Keenlyside und seinem Team infrage, sondern auch die Ausgangsbedingungen ihrer Simulation. Auch in den Medien griff man das Thema auf und debattierte darüber, ob die globale Erwärmung vielleicht eine Pause eingelegt hätte. Kurz nach dem Erscheinen der Studie focht eine Gruppe von Wissenschaftlern um Stefan Rahmstorf vom [Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung](#) die Publikation öffentlich an. Sie wollten zwei Wetten – insgesamt um einen Geldbetrag von 5000 Euro – mit Keenlysides Team darüber abschließen, wie sich die Vorhersagen bewähren.

"Wir wollten publik machen, dass es sich hierbei nicht um Klimawissenschaft als solche handelte, die hier eine kühlere Periode vorhersagte", sagt Rahmstorf. Keenlyside und sein Team ließen sich nicht auf die Wetten ein – eine kluge Wahl, wie sich herausstellen sollte. Die Zirkulation schwächte

nicht ab und die Temperaturen fielen höher aus als erwartet, so Rahmstorf.

Keenlyside räumt zwar gewisse Unzulänglichkeiten des Modells ein. Gleichzeitig hebt er aber hervor, dass es immerhin anfangs die Entwicklung der globalen Temperaturen richtig wiedergab, die in den ersten Jahren des Vorhersagezeitraums nicht anstiegen. "Unser System war zwar sehr primitiv, aber wir konnten zeigen, dass die Initialisierung der Ozeane in diesen Modellen enorm wichtig ist", sagt er.

Ungeachtet der Defizite regte ihr Ansatz viele Modellierer zu neuen Ideen an, um ihre Berechnungen zu prüfen und zu verbessern. Die an den IPCC-Experimenten teilnehmenden Gruppen investierten einen erheblichen Teil ihrer Rechenzeit in die ersten systematischen Prognosen über das globale Klima in den kommenden Jahren. Ihre Modelle sagen kühlere Temperaturen vorher – durchschnittlich eine um 15 Prozent geringere Erwärmung in den nächsten Jahrzehnten verglichen mit gewöhnlichen Klimaprognosen [3].

Um festzustellen, wie verlässlich ihre Prognosen sind, griffen die Teams zu einem üblichen Test: Wie gut schlagen sich die Modelle, wenn man einen Rückvergleich anstellt, also damit die Vergangenheit vorhersagt? Die Forschergruppen steckten alle verfügbaren Beobachtungsdaten in ihre Modelle und erstellten mittelfristige Klimaprognosen, wenigstens alle fünf Jahre ab dem Jahr 1960. Die Ergebnisse verglichen sie dann mit dem tatsächlichen Klima sowie konventionellen Klimamodellen. Doblas-Reyes und seine Kollegen zeigen anhand einer solchen Analyse, dass ihr Modell die Verlangsamung der globalen Erwärmung bis zu fünf Jahre im Voraus erfasst [4]. Ihre Studie stützt ebenfalls die Theorie, dass die Tiefsee – insbesondere der tropische Pazifik und Atlantik – die Erwärmung der Atmosphäre verzögert hatten. Denn sie absorbierten einen Großteil der Wärme, die sich durch die steigenden Treibhausgaskonzentrationen in der Luft staut.

Fehlerkorrektur

Skeptiker wie Rahmstorf muss dieses Fazit erst noch überzeugen. Der Ozeanograph bezweifelt, dass die Modelle die Schwankungen des Erdklimas präzise voraussagen. Viele andere Forscher finden hingegen, die neuen Modelle eigneten sich auf regionaler Ebene und speziell in den Ozeanen.

"Wir sehen, dass es einige Verbesserungen gibt", sagt Lisa Goddard von der Columbia University in New York. Die Klimaforscherin leitet eine systematische Analyse und einen Vergleich der Vorhersagen von IPCC-Modellen. Etliche Modelle beschreiben beispielsweise einen plötzlichen Anstieg der Meeresoberflächentemperaturen im Nordatlantik, der um 1995 einsetzte. "Sie alle sagen diese Entwicklung wunderbar voraus", sagt Goddard. "Nur leider haben verschiedene Modelle dafür offenbar unterschiedliche Gründe."

Falls dies zutrifft, könnte der Erfolg der Modelle trügerisch sein: Eine präzise Vorhersage des ersten Jahres oder der ersten beiden lässt sich vielleicht zum Teil darauf zurückführen, dass die Simulationen mit einem Schnappschuss des gegenwärtigen Klimas beginnen. Weil sich das Klima für gewöhnlich von einem Jahr zum nächsten nicht drastisch verändert, wird das Modell anfangs zwangsläufig Bedingungen prognostizieren, die nahe an die Realität herankommen. Wenn sich das reale Klima weiterentwickelt, lässt dieser Effekt allerdings schnell nach. Wenn die Genauigkeit der

Modelle darin begründet liegt, schwindet ihr Nutzen bereits nach einigen Jahren.

Auch wenn diese Ansätze derzeit nur eine begrenzte Prognosefähigkeit zeigen, wollen Klimaforscher sie nutzen, um ihre Modelle zu verbessern. Eine zentrale Herausforderung stellt die Initialisierung ihrer Modelle dar. Will man eine Simulation starten, steckt man so viele Werte wie möglich in ein dreidimensionales Gitter der Ozeane und Atmosphäre. Dabei müssen die Wissenschaftler allerdings Annahmen für Regionen treffen, für die keine Daten vorliegen, darunter beispielsweise die Tiefsee.

Erschwerend kommt hinzu, dass jedes Modell über seinen eigenen Gleichgewichtszustand verfügt – überließe man es sich selbst, dann wäre jeweils ein anderes Klima das Ergebnis. Indem Wissenschaftler die vorliegenden Messwerte für Ozean und Atmosphäre eingeben, bewegen sie das Modell aus seinem Gleichgewichtszustand heraus. Schreitet das Modell in der Zeit voran, neigt es umgehend dazu, wieder zu seinem bevorzugten Klima zurückzukehren – das führt zu zusätzlichen Komplikationen.

"Was sind die Ursachen für dieses Verhalten?", fragt Doblas-Reyes. Durch den Vergleich der Simulationen mit konventionellen Klimavorhersagen hoffen die Wissenschaftler, das sonderbare Verhalten beheben zu können. Zudem wollen sie so Schwachstellen in den Modellen aufdecken, die sonst verborgen blieben. "Wenn diese Modelle den Klimamodellierern dabei helfen, systematische Fehler zu identifizieren, wird die gesamte Community davon profitieren", sagt Doblas-Reyes.

Schmidt hält diese Bestrebungen für "ein bisschen fehlgeleitet". Denn es sei schwierig, den Erfolg oder Misserfolg einem bestimmten Parameter zuzuordnen. Schließlich steckt die charakteristische Unberechenbarkeit von Wetter und Klima sowohl im System Erde als auch in den Modellen. "Der Ansatz bietet da keine Lösungen", so Schmidt.

Selbst Befürworter machen sich keine Illusionen über die Herausforderungen der Zukunft. Es dürfte ein Jahrzehnt oder länger dauern, berichtet Kevin Trenberth vom National Center for Atmospheric Research in Boulder, Colorado, bis diese Forschung sich auszahlt und die Modelle einer besseren Vorhersagekraft aufweisen. Und selbst dann könnten laut Trenberth die Wissenschaftler nur begrenzte Aussagen über die Zukunft treffen. Dabei wünschen sich sicherlich viele Leute einen Ausblick auf das künftige Klima. "Für einen Bauern in Illinois," sagt Trenberth, "könnte jeder Anhaltspunkt dazu enorm nützlich sein."

Smith zufolge hat sein Team am Hadley Centre die Auflösung seines Modells verdoppelt: Es zerlegt den Planeten nun in ein Gitter aus 150 mal 150 Kilometer messenden Zellen. In den kommenden Jahren hofft er, zu einem 60-Kilometer-Gitter übergehen zu können. Hierin sollten sich die Zusammenhänge zwischen Ozean und dem Wetter, an dem die Gesellschaft interessiert ist, leichter herausstellen lassen. Mit verbesserten Modellen, mehr Daten und besserer Statistik sieht er schon den Tag, an dem ihre Modelle eine wahrscheinlichkeitsbasierte Prognose von Temperaturen und vielleicht sogar von Niederschlägen für das kommende Jahrzehnt liefern.

In Vorbereitung für diesen Tag gründete er die Initiative "Decadal exchange", um jährlich die mittelfristigen Prognosen von verschiedenen Teams zu sammeln, zu analysieren und zu veröffentlichen. Neun Forschergruppen verwenden die neuesten Klimamodelle und erstellen eine ab

2011 gültige Zehn-Jahres-Prognose. Eine Analyse dieser Vorhersagen ergab ein ähnliches Muster wie das von Smiths Prognose aus dem Jahr 2007 [5]: Zunächst fallen die Temperaturen tief aus, steigen dann stark an und in den nächsten paar Jahren – ausgenommen es passiert etwas wie ein Vulkanausbruch – scheinen Rekordtemperaturen so gut wie unausweichlich.

"Ich würde momentan nicht darauf wetten", sagt Smith, "aber ich glaube, wir werden binnen einiger Jahre gute Fortschritte machen."

© Spektrum.de

This article was downloaded by **calibre** from
<http://www.spektrum.de/alias/klimawandel/klimaprognose-fuer-2018-bewoelkt-mit-rekordhitze/1202399>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Hintergrund | 26.07.2013 | [Drucken](#)

Energiewende

Wenn das Stromnetz mitdenkt

Technisch sind sie möglich, doch Modellregionen zeigen ein begrenztes Potenzial für intelligente Stromnetze und -zähler. Kunden fürchten Ausspähung, und keiner will die Zeche zahlen.

von [Gerhard Samulat](#)

Sonne und Wind scheinen beziehungsweise wehen, wann sie wollen. Das macht die Stromproduktion aus diesen Quellen recht volatil und stellt Energieversorger und Netzbetreiber vor neue Probleme: Wie das Stromnetz und die Versorgung von Privatkonsumenten und Industrie stabil halten? Möglich wären drei verschiedene Wege: der Ausbau des Stromnetzes in ein leistungsstarkes und bestenfalls grenzenüberschreitendes Verbundnetz, die Zwischenspeicherung elektrischer Energie sowie das intelligente Steuern von Angebot und Nachfrage nach Strom – Letzteres bekannt als Smart Grid, als "intelligentes Netz". Diese Aufgabe zu meistern dürfte wohl die technisch anspruchsvollste sein, wenngleich der langjährige Präsident des [Bundesverbands Informationswirtschaft](#) BITKOM, August-Wilhelm Scheer – selbst Unternehmer, Wirtschaftsinformatiker und Vater dreier Kinder – auf Konferenzen dem Publikum gern scherzhaft versichert: "Im Grundsatz ist bereits alles gelöst, genauso wie bei der Kindererziehung."

Doch der Teufel steckt im Detail und in der Umsetzung: Energieversorger freut es mittlerweile vor allem, wenn Kunden gerade Strom brauchen und gleichzeitig die Sonne lacht und eine frische Brise weht – selbst wenn diese Wetterlage in Deutschland eher selten ist. Denn dann erzeugen Fotovoltaikanlagen und Windturbinen gewaltige Mengen an Elektrizität: Dank einer mittlerweile installierten elektrischen Leistung von etwas mehr als 60 Gigawatt können Windkraft und Solarzellen bei günstigen Bedingungen rechnerisch schon heute oft den gesamten Strombedarf Deutschlands decken, der je nach Saison und Tageszeit zwischen 30 und 80 Gigawatt liegt. Immer öfter herrscht daher in deutschen Landen ein Überangebot an Elektrizität.

Infolgedessen geben an wolkenlosen oder windigen Tagen regelmäßig die Preise an der Leipziger Strombörse nach – wovon der Privatkunde jedoch oft nichts mit- oder gar abbekommt. Die deutschen Stromnetzbetreiber wissen an solchen Tagen dann aber auch nicht mehr, wohin mit dem vielen Strom und exportieren Unmengen davon in die Nachbarstaaten, oft zum Selbstkostenpreis oder gar gegen Bezahlung: Es kann dann vorkommen, dass zum Beispiel die Niederlande günstigen deutschen Windstrom erhalten und dafür auch noch Geld kassieren.. Denn ohne ausreichend potente Abnehmer im Inland belastet der Strom das Netz: Die Spannungsspitzen der Wechselspannung steigen und mit ihr die Frequenz. Doch vertragen empfindliche Verbraucher oft nur ein sehr enges Spannungs- respektive Frequenzband: In Deutschland darf die Wechselspannung nicht weniger als 49,8 Mal und nicht öfter als 50,2 Mal pro Sekunde seine Polarität wechseln – ansonsten drohen Schäden bei elektrischen Geräten. Notfalls lassen Netzbetreibere zur Stabilisierung des Netzes

deswegen überschüssige Stromquellen abschalten. Wegen der Trägheit der fossilen und atomaren Kraftwerke, die langwierig hoch- und runtergefahren werden müssen, betrifft das oft Windräder. Denn nicht alle dieser dezentralen Energieerzeuger sind mit modernen Wechselrichtern ausgestattet, die so genannte "[Blindleistung](#)" erzeugen können: Sie kann jedoch nur über kurze Entfernungen transportiert werden, was ihre dezentrale Produktion erforderlich macht. Und ohne Blindleistung lassen sich keine elektrischen und magnetischen Felder aufbauen, dafür entfaltet sie im Netz keine Wirkung und trägt somit zu dessen Stabilität bei.

Dezentrale Datenquelle

"Intelligente" Netze auch auf Niederspannungsebene sollen künftig helfen, derartige Kapriolen zu entschärfen. Denn die heutigen Netzleitsysteme beschränken sich nahezu ausschließlich auf die Überwachung und Steuerung der Hoch- und vielleicht noch Mittelspannungsebene. Doch befinden sich über zwei Drittel der in Deutschland installierten Fotovoltaikleistung mit ihrer unregelmäßigen Einspeisung in den Niederspannungsnetzen, rechnet das [Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik](#) vor. Über deren Belastung wissen die Betreiber aber oft zu wenig.

Digitale Stromzähler in Haushalten und Betrieben dienen deswegen als Datenquellen, so die Hoffnung der Ingenieure: Sie sollen zeitnah den aktuellen Strombedarf ermitteln. Zudem sollen sie die Verbraucher darüber informieren, wann Strom im Netz im Überfluss vorhanden ist. Familien, Unternehmen sowie Industrien sollen dann versuchen, ihren Verbrauch in diese Zeiten zu legen. Das kann über fernsteuerbare Geräte auch automatisiert funktionieren, Anreiz könnte ein besonders günstiger Stromtarif sein.

Nach Angaben des Verbands der [Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik \(VDE\)](#) liegt das technisch über einen Tag nutzbare Leistungspotenzial derzeit bei knapp neun Gigawatt. Das entspricht dem Bedarf von etwa vier Millionen Haushalten. Und das [Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung](#) taxiert die gesamtwirtschaftlichen Effekte intelligenter Netze für die deutsche Volkswirtschaft auf jährlich insgesamt knapp 56 Milliarden Euro.



Momentan ist das deutsche Stromnetz noch sehr grob organisiert: mit einigen großen zentralen und zunehmend mehr kleineren dezentralen Stromproduzenten, den Stromtrassen und Umspannwerken, vielen großen und unzähligen kleinen Stromabnehmern. Zukünftig sollen sie "intelligenter" gesteuert werden, um Schwankungen im Netz zu verhindern.

Sechs Modellregionen erprobten deshalb im Rahmen des Förderprogramms "[E-Energy](#)" der Bundesministerien für Umwelt und Wirtschaft, wie das Energienetz der Zukunft aussehen könnte: Karlsruhe/Göppingen, Mannheim, Cuxhaven, Aachen, der Harz sowie das Rhein-Ruhr-Gebiet entwickelten in den vergangenen vier Jahren dazu die Kernelemente eines intelligenten Stromnetzes und sammelten Erfahrungen mit deren Betrieb. Eine wichtige Erkenntnis war, dass Gewerbebetriebe ihren Stromverbrauch in der Spitzenlast um bis zu zwanzig Prozent verschieben konnten, Privathaushalte um bis zu zehn Prozent. Experten sprechen ferner von effektiven Energieeinsparungen um die drei Prozent. Für einen Standardhaushalt mit einem Jahresverbrauch von etwa 4000 Kilowattstunden im Jahr entspräche das allerdings nur einer finanziellen Entlastung von weniger als fünf Euro monatlich.

Großer Aufwand, geringer Nutzen?

Diese Zahlen versetzen weder Kunden noch Energieversorger in Euphorie. Unterschätzt wurden offensichtlich die zeitliche Fixierung vieler Tätigkeiten: Denn wer möchte schon um Mitternacht bügeln oder Essen am Elektroherd zubereiten und welcher Bäcker seine Brötchen erst am Nachmittag backen? In allen Regionen hatte sich ferner die – wenig überraschende – Einsicht durchgesetzt, dass lokal erzeugter Strom am besten auch regional verbraucht werden sollte. So bezog die Cuxhavener Modellregion neben einigen hundert Testhaushalten auch zwei große ortsansässige

Kühlhäuser, das Stadtbad sowie eine Kläranlage in die Tests mit ein. Insbesondere die großen Gewerbekunden nahmen immer dann Strom ab, wenn er gerade reichlich von den küstennahen Windturbinen produziert wurde. Als Puffer entlasteten sie damit die Übertragungsnetze.

Die "Modellstadt Mannheim" setzte zusätzlich auf Selbstorganisation. "Bislang hat man die Stromnetze zentral gesteuert", erläutert der Innovationsmanager Robert Thomann von der [Mannheimer M V V Energie AG](#): "Wir optimieren das Energiesystem von unten nach oben." Die Mannheimer betrachteten es sozusagen als Organismus und verglichen es mit einem Baum: Zentrale Systeme bilden den Stamm, mehrere Dutzend Gebäude bilden als Verteilnetzzellen einen "Ast", kleinste Objekte – die Blätter – sind die einzelnen Häuser.

In jedem agiert ein so genannter Energiebutler. Er übernimmt das Strommanagement für die Bewohner, die nicht ständig den Verbrauch im Auge behalten und gegebenenfalls Geräte ein- oder ausschalten können – zumal nachts, wenn die Strompreise sinken. Jede Verteilnetzzelle im Mannheimer Modell besitzt ferner einen Netz- und einen Marktmoderator, die beide Automatisierungsgeräte sind. Ersterer schaut, dass die Zelle physikalisch und logistisch einwandfrei funktioniert. Die Maschine kümmert sich ferner um den automatischen Stromausgleich mit seinen Nachbarzellen. Ihm sitzt ein Marktmoderator zur Seite, mit dem Kunden ihren selbst erzeugten Strom an einer Strombörse verkaufen könnten.

Durch ihr zellulares Konzept bauen die Mannheimer zudem einer weiteren Angst der Menschen vor: Viele befürchten, dass die lokalen Energieversorger mit einer sekundengenauen Stromverbrauchserfassung die Nutzungsgewohnheiten der Haushalte ausspähen wollen, weswegen es einige Ressentiments gegen diese smarten Apparaturen gibt. Vielleicht liegt es daran, dass es in einigen Feldtests schwer fiel, Kunden für das Thema zu mobilisieren. Andere haben Probleme, die neue Technik fachgerecht zu bedienen oder die neuen Produkte und Dienstleistungen zu verstehen.

Außerdem sind einer Forsa-Studie zufolge nur etwa vier Prozent der Haushalte bereit, für einen neuen digitalen Zähler, der die Basis einer intelligenten Netzsteuerung wäre, Geld zu zahlen. Das hören die Energieversorger und Netzbetreiber gar nicht gern; fordern sie doch gut einhundert Euro für den Austausch des alten, schwarzen Ferraris-Zählers und kalkulieren gleichzeitig mit höheren monatlichen Mietgebühren. Kein Wunder, dass nach besagter Forsa-Studie über 70 Prozent der Verbraucher glauben, die Versorger wollten den Umbau des Netzes im Wesentlichen dazu nutzen, die Preise zu erhöhen.

Generellen dürften sich die Stromanbieter respektive Netzbetreiber daher wohl noch lange mit Akzeptanz und ökonomischen Problemen herumschlagen. Zumal wegen der zunehmenden Produktion erneuerbarer Energien seit geraumer Zeit die Erzeugungskosten für Strom sinken und die Versorger deswegen ihre Preise nur wenig senken können, wenn ansonsten alle Steuern, Abgaben sowie Netzentgelte gleich blieben. Bis sich dann die Investitionen in die neue Technik amortisiert haben, vergehen daher viele Jahre.

© Spektrum.de

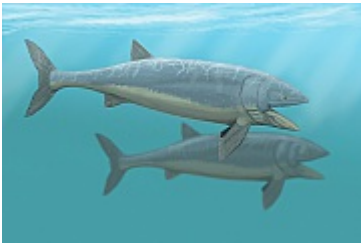
Paläontologie

Der größte Knochenfisch aller Zeiten

Georg Neuling

Ein urzeitlicher "Problemfisch" aus dem Jura übertrifft wohl noch den schlimmsten Seemannsgarn überdimensionierter Meereskreaturen: *Leedsichthys problematicus* aus der ausgestorbenen Familie der Pachycormidae konnte nach Schätzungen von englischen Forschern eine stattliche Länge von 16,5 Metern erreichen und wäre damit der bei weitem größte Knochenfisch aller Zeiten.

Seit seiner Entdeckung im Jahre 1889 im englischen Peterborough waren die tatsächlichen Ausmaße des Ozeanriesen unter Forschern höchst umstritten, daher auch der Artname "problematicus". Die gefundenen Überreste sind meist sehr schlecht erhalten, da das Skelett nur schwach verknöchert ist. Unter dem Druck der Tonsedimente wurden die Überreste des Fisches zudem regelrecht zermalmt: So bot sich den Experten ein Puzzle aus Tausenden von Knochenteilen. Dementsprechend spekulativ waren bisherige Schätzungen, die mit 27 Metern sogar an die Ausmaße von Blauwalen heranreichten.



Forscher um [Jeff Liston](#) von der University of Bristol haben nun eine fundierte Analyse des Urzeitfisches vorgelegt. "Wir sahen uns die Wachstumsstrukturen in den Knochen an, um das Alter der Tiere abschätzen zu können. Diese sind vergleichbar mit den Wachstumsringen von Bäumen", erzählt der Paläontologe. Die so ermittelten Ergebnisse wurden mit erhaltenen Schädelstrukturen und anderem Knochenmaterial verglichen, um die Wachstumsrate der Fische abschätzen zu können: Demzufolge konnte *Leedsichthys* eine Länge von acht bis neun Metern in 20 Jahren erreichen. Das größte bislang gefundene Exemplar hätte dann bei einem geschätzten Alter von 38 Jahren 16,5 Meter erreicht und somit sogar den Walhai (maximal 13,7 Meter) übertroffen. Das relativ langsame Wachstum stimmt auch gut mit jenem von rezenten marinen Planktonfressern wie Wal- und Riesenhaien überein.

Der Riesenfisch war wahrscheinlich zahnlos, verfügte aber über ein einzigartiges Filtersystem, das sich deutlich von jenem heute lebender Planktonfresser unterscheidet. Eine komplexe Netzwerkstruktur, die oberflächlich Honigwaben ähnelt, durchzieht die Kiemen. "Eine einzigartige

Lösung für das gleiche Problem", so Liston.

Leedsichthys war der erste bekannte planktonfressende Meeresriese. Davor gab es offenbar nur Filterfresser, die kaum 50 Zentimeter maßen. "Die Existenz dieser riesigen Fische ist sehr wichtig, da sie ein klarer Hinweis darauf ist, wie sich im Jura die Planktonpopulationen in den Ozeanen veränderten" sagt Liston. Vielleicht tauchten damals erstmals Copepoden, kleine Krebstierchen, auf. Die Giganten starben Ende der Kreidezeit gleichzeitig mit den Dinosauriern aus. Heute nehmen planktonfressende Haie und Bartenwale ihre ökologische Nische ein: Filterfresser sind auch heute die größten lebenden Tiere unseres Planeten.

© Spektrum.de

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.spektrum.de/alias/palaeontologie/der-groesste-knochenfisch-aller-zeiten/1202022>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

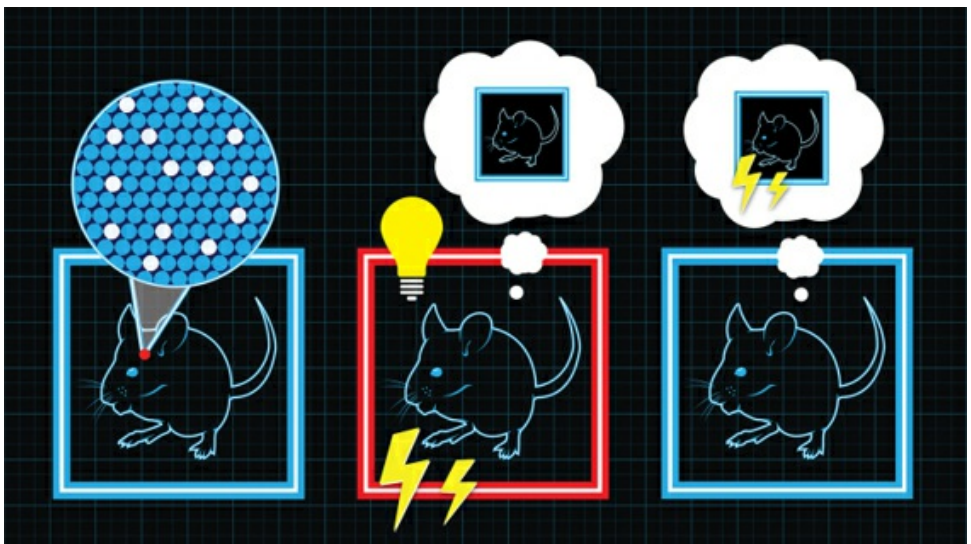
Hirnforschung

Mäusen falsche Erinnerungen eingepflanzt

von [Jan Dönges](#)

Wissenschaftler um Susumu Tonegawa haben im Experiment das Gedächtnis von Versuchsmäusen manipuliert: Die Tiere brachten daraufhin einen harmlosen Käfig mit einer Gefahr in Verbindung, der sie eigentlich in einem ganz anderen Käfig ausgesetzt gewesen waren. Von diesem Eingriff erhoffen sich [die Forscher vom Massachusetts Institute of Technology](#) in Cambridge Antworten auf die Frage, wie das Gehirn Gedächtnisspuren anlegt.

Vereinfacht gesagt, verlief der Versuch folgendermaßen: Tonegawa und Kollegen ließen Mäuse einen Käfig A erkunden und registrierten währenddessen, welche Hirnzellen sich dabei in der Gedächtniszentrale der Tiere – dem Hippocampus – regten. Einen Tag später setzten sie die Mäuse in einen Käfig B und verabreichten ihnen dabei leichte elektrische Stromstöße an den Pfoten. Normalerweise würde dies dazu führen, dass die Tiere künftig in Käfig B in eine Art Schreckstarre verfallen. Weil die Forscher aber während des Aufenthalts in Käfig B diejenigen Zellen stimulierten, die zuvor in A aktiv gewesen waren, speicherten die Tiere eine falsche Information ab: Fortan erwarteten sie in Käfig A die Stromstöße und verharnten entsprechend oder mieden diese Kammer.



Die Forscher veranschaulichen die drei Schritte ihres Experiments mit dieser Grafik: Zunächst identifizierten sie im blauen Käfig diejenigen Nervenzellen, mit denen die Maus Erinnerungen an ihren Aufenthalt dort abspeicherte. Im roten Käfig wurden diese Zellen reaktiviert und gleichzeitig

der Maus ein elektrischer Schmerzreiz verabreicht. Zurück im dritten Käfig, erwartete das Tier schließlich den Schmerzreiz, obwohl es ihn hier überhaupt nicht erlebt hatte.

Um eine derart spezifische Stimulation der gewünschten Zellen hervorrufen zu können, griffen die Forscher tief in die Trickkiste der so genannten Optogenetik: Sie verwendeten aus Algen isolierte Kanalproteine, die eine Nervenzelle zum Feuern bringen, sobald man sie mit Licht bestrahlt. Die Bauanleitung für diese "Lichtschalter" transferierten die Forscher mit der Hilfe eines Virus in die DNA von Hirnzellen, so dass diese Zellen fortan ihre eigenen Schalter herstellen konnten. Über ein ins Gehirn implantiertes Glasfaserkabel lassen sie sich anschließend wie gewünscht erregen.

Bedingung war jedoch, dass ausschließlich diejenigen Zellen auf Licht reagierten, die bei der Erkundung des Käfigs A aktiv gewesen waren. Deshalb injizierten Tonegawa und Kollegen zum einen die Bauanleitung für diese Proteine präzise in einen Abschnitt des Hippocampus, den so genannten Gyrus dentatus, von dem sie annahmen, dass er an derartigen episodischen Erinnerungen maßgeblich beteiligt ist. Zum anderen koppelten sie sie an ein anderes Gen (c-Fos), das die Zelle bei allen Lernvorgängen abliest. Nur wenn die Zelle dieses Gen aktivierte, kam es zur Produktion des lichtaktiven Kanals. Damit erhielten nur jene Zellen einen Schalter, die an der Abspeicherung neuer Gedächtnisinhalte beteiligt waren. Schließlich blockierten sie diesen Mechanismus wieder über eine im Futter verabreichte Substanz (Doxycyclin) und lösten diese Blockade exakt in den Minuten, in denen sich die Maus in Käfig A befand.

Das Ergebnis dieser Prozedur: Ausschließlich diejenigen Zellen, die während der Käfigerkundung an der Bildung von Gedächtnisinhalten beteiligt waren, erhielten einen Lichtschalter. Sie konnten dann gezielt erregt werden, als sich die Tiere in Käfig B befanden.

Die Studie belegt, dass Zellen des Gyrus dentatus sehr selektiv in bestimmte Erinnerungsspuren einbezogen werden. So gab es beispielsweise kaum Überlapp zwischen den Neuronen, die in Erinnerungen an Käfig A einbezogen waren, und solchen, die zu denen an Käfig B gehörten. Offenbar bündeln die Gyrus-dentatus-Zellen verschiedene Eindrücke, die zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort gemacht werden. Die Reaktivierung dieser Neurone kommt dann einem Wiederabruf der Informationen gleich: Man erinnert sich an diese Situation.

"Falsche Erinnerungen" lassen sich bei Menschen auch ohne optogenetische Tricks hervorrufen. Wissenschaftler haben entdeckt, dass ein Gedächtnisinhalt kurz nach seiner Reaktivierung vorübergehend formbar wird. Er lässt sich dadurch um neue Informationen ergänzen, die später nicht mehr als solche erkannt werden: Nach der Manipulation denken die Betroffenen, sie hätten die neuen Informationen im ursprünglichen Zusammenhang gesammelt. Dieses Phänomen, das nicht nur bei Zeugenaussagen, sondern beispielsweise auch in der Traumatherapie von Bedeutung ist, könnte sich mit Hilfe des Mäuseexperiments ebenfalls genauer untersuchen lassen, glauben die Forscher um Tonegawa.

© Spektrum.de

Meldung | 25.07.2013

Vollmondnächte

Vollmond lässt uns wirklich schlechter schlafen

von [Jan Osterkamp](#)

Viele glauben, bei Vollmond schlechter schlafen zu können - und zwar auch dann, wenn nachts dichte Jalousien oder dunkle Wolken den blendenden Erdtrabanten eigentlich gut verstecken. Endlich bestätigen jetzt Schlafforscher den subjektiven Eindruck: Ihre Auswertung zeigt, dass Mondphasen und Körperphysiologie beim Menschen in der Tat miteinander gekoppelt sind. So schlafen wir etwa bei Vollmond langsamer ein und insgesamt weniger lang, zudem fallen die Tiefschlafphasen kürzer aus, und der typische...

This article was downloaded by **calibre** from
<http://www.spektrum.de/alias/vollmondnaechte/vollmond-laesst-uns-wirklich-schlechter-schlafen/1201953>

Meldung | 25.07.2013

Marsforschung

Niederschlag schuf Flusstäler auf dem Mars

von [Karl Urban](#)

Der Mars war früher feuchter und wärmer darauf deutet jedenfalls die Landschaft des Roten Planeten hin. Immerhin gibt es vielerorts lang gestreckte Täler, die wohl nur durch flüssiges Wasser...

This article was downloaded by **calibre** from

<http://www.spektrum.de/alias/marsforschung/niederschlag-schuf-flusstaealer-auf-dem-mars/1202122>

Hintergrund | 25.07.2013

Energie

Wie belastbar ist Deutschlands Stromnetz?

Deutschlands Stromnetz steht in der Diskussion: Fehlen Trassen? Wohin mit überschüssigem Ökostrom? Wie kann man Spitzenlast abfangen? Technisch scheinen diese Fragen kein Problem zu sein. Entscheidend ist eher, wie mit ihnen ökonomisch und politisch umgegangen wird.

von [Gerhard Samulat](#)

Noch gilt das deutsche Stromnetz als eines der stabilsten auf der Welt: Gut 15 bis 20 Minuten muss jeder Bundesbürger jährlich auf Elektrizität verzichten, während Menschen in Italien, Großbritannien oder Spanien teilweise über eine Stunde im Dunkeln stehen. Doch das deutsche Stromnetz droht marode zu werden. Besonders augenfällig wurde das vor einigen Jahren: Nach heftigen Schneefällen knickten am Adventswochenende vom 26. und 27. November 2005 im Münsterland und den anliegenden Regionen riesige Strommasten wie Streichhölzer unter den fallenden Schneemassen ein. Rund eine viertel Million Menschen mussten danach ohne Strom auskommen - teils tagelang. Der Energieversorger RWE räumte ein, dass ein Großteil der 44 000 Strommasten seines Hoch- und Höchstspannungsnetzes über ein halbes Jahrhundert alt sei. Tausende von ihnen stammten noch aus der Vorkriegszeit; zahlreiche waren spröde geworden. Für viele Experten kam die Katastrophe nicht überraschend. Ungewiss, wie die damals von der EU und dem Bund angestrebte Liberalisierung der Strommärkte konkret...

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.spektrum.de/alias/energie/wie-belastbar-ist-deutschlands-stromnetz/1202131>

Meldung | 25.07.2013

Psychopathen

Empathie nur auf Kommando

von [Jan Dönges](#)

Die Fähigkeit, die Gefühle eines Gegenübers mitzuerleben, äußert sich - aus Sicht eines Hirnforschers - in der Aktivität bestimmter Hirnareale. Oft handelt es sich dabei um dieselben Regionen, die auch auf den Plan treten, wenn wir die beobachteten Emotionen selbst erleben: Man nimmt daher das Gefühl eines anderen in gewissen Grenzen so wahr, wie man es selbst erlebt hätte....

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.spektrum.de/alias/psychopathen/empathie-nur-auf-kommando/1202046>

Meldung | 24.07.2013

Klimatologie

Atmosphärische Flüsse könnten kräftiger strömen

von [Daniel Lingenhöhl](#)

Im Jahr 2009 sorgte Dauerregen für weitreichende Überflutungen in Großbritannien und Irland. Verursacht wurden sie von so genannten atmosphärischen Flüssen, die extrem viel Wasserdampf mit sich führen: Damals transportierte diese Luftströmung schätzungsweise 4500 mal mehr Wasser, als die Themse...

This article was downloaded by **calibre** from

<http://www.spektrum.de/alias/klimatologie/atmosphaerische-fluesse-koennten-kraeftiger-stroemen/1202037>

Hintergrund | 24.07.2013 | [Drucken](#)

Gentechnik

Gen-Weizen büxt aus

Gentechnisch veränderter Weizen taucht plötzlich in einem Feld auf - und keiner weiß, wie er da hingekommen ist. Eine Spurensuche.

[Heidi Ledford](#)

Exklusive Übersetzung aus



Vor drei Monaten entdeckte ein Landwirt aus Oregon nicht genehmigten transgenen Weizen auf seinem Acker und löste damit einen vorübergehenden Einfuhrstopp für US-amerikanisches Getreide in Japan und Südkorea aus. Nun hat die neue Erntezeit begonnen, und da sich die Kontaminierung als isolierter Vorfall herausstellte, erlaubt Südkorea wieder Importe.

Doch während die Mähdrescherkolonnen wieder über die Weizenfelder im östlichen Oregon ziehen, ist das Thema für die Inspektoren des [US Department of Agriculture](#) (USDA) noch lange nicht erledigt: Derzeit versuchen sie, die Spur der transgenen Eindringlinge zu einem bestimmten Testfeld zurückzuverfolgen. Insider der Untersuchung gehen davon aus, dass die Identität der Sorte in wenigen Wochen enthüllt sein dürfte – das wäre der lange ersehnte Durchbruch in diesem Agrarkrimi. Die Inspektoren erhoffen sich endlich Hinweise auf die Ursache dieser Freisetzung, hinter der manche sogar einen Sabotageakt von Gentechnikgegnern vermuten. "Man findet vielleicht nie heraus, wer die Pflanzen tatsächlich freigesetzt hat", sagt James Moyer, Direktor des Agricultural Research Center an der Washington State University in Pullman. "Sobald sie aber den Genotyp dieser Pflanzen ermittelt haben, können sie den Kreis ein wenig einengen."

Innerhalb eines Monats nach der Entdeckung im Mai führten Wissenschaftler des USDA den Ursprung der Pflanzen auf eine Linie herbizidresistenten "Roundup-Ready"-Weizens namens MON71800 zurück, der vom Agrarunternehmen Monsanto in St. Louis entwickelt wurde. Monsanto hatte das Projekt 2005 beendet, weil Farmer sich sorgen, dass Kunden in Übersee keinen US-Weizen mehr kaufen würden, wenn dieser transgene Körner enthielte. Bislang erhielt kein gentechnisch veränderter Weizen (GM-Weizen) eine kommerzielle Zulassung in den Vereinigten Staaten. Die Firma behauptet, dass sie alle Samen von den Testflächen – 400 Hektar in 16 Bundesstaaten – eingesammelt und gesichert beziehungsweise zerstört hätte.



Äußerlich sind herkömmlicher und gentechnisch veränderter Weizen nicht zu unterscheiden – doch eine Behandlung mit dem Pestizid Glyphosat übersteht nur das GM-Getreide. Auf diese Weise entdeckten Landwirte in Oregon, dass auf ihrem Feld wächst, was dort nicht hingehört.

Monsanto hatte MON71800-Saatgut an Züchter im ganzen Land verschickt, damit diese den GM-Weizen mit kommerziellen Sorten kreuzen, die jeweils für das regionale Klima, Tageslänge und Krankheitsprofil optimiert sind. Jetzt durchsieben die USDA-Mitarbeiter hunderte Marker, um die genetische Signatur des kontaminierten Weizens aus Oregon mit einer der Varietäten der registrierten 256 Freilandtests abzugleichen. Ein Ursprung in der Nähe des Bundesstaats könnte auf eine unabsichtliche, zufällige Freisetzung hinweisen, Samen aus größerer Entfernung könnten dagegen bedeuten, dass jemand absichtlich Saatgut abgezweigt und freigesetzt hat.

Sabotage oder Versehen?

Die Variante aber dingfest zu machen, sei nicht einfach, meint Michael Firko, der Leiter der biotechnologischen Regulierungsabteilung am USDA Animal and Plant Health Inspection Service. Seine Wissenschaftler haben nur eine begrenzte Menge an Pflanzen-DNA zur Verfügung, mit der sie arbeiten können. Entsprechend vorsichtig fahren sie mit ihren Testreihen fort, mit denen sie nach Unterschieden einzelner Basen oder der Kopienzahl einer wiederholten Sequenz suchen, die einzigartig für die jeweilige Sorte ist. "Das braucht Zeit", sagt Firko, "aber wir machen gute Fortschritte."

Monsanto hat bereits deutlich gemacht, welche Erklärung die Firma bevorzugt: Sabotage. "Es gibt Menschen, die Biotechnologie verachten und die diese Gelegenheit nutzen würden, um Probleme zu

verursachen", erzählte der technologische Hauptverantwortliche Robert Fraley letzten Monat Reportern. Gentechnikgegner machten bislang vor allem durch die Zerstörung der Pflanzen auf sich aufmerksam, nicht aber durch deren Aussaat. Doch Fraley argumentiert, dass diejenigen, die illegal und in zerstörerischer Absicht Testfelder aufsuchen, auch in gesicherte Freilandlabors einbrechen können, um dort Saatgut zu entwenden.

Diese Hypothese wird jedoch kaum von den Pflanzenwissenschaftlern unterstützt, die "Nature" kontaktierte. "Ich schätze, dass dies möglich wäre. Aber die Wahrscheinlichkeit ist gering", meint [Norman Ellstrand von der University of California](#) in Riverside. Für jeden Saboteur wäre es pures Glücksspiel gewesen, dass überhaupt jemand den GM-Weizen findet. In Oregon kam die Verunreinigung nur ans Licht, weil ein Farmer ein konventionelles Weizenfeld mit Glyphosat besprüht hatte, um den Acker für eine neue Feldfrucht vorzubereiten – GM-Weizen ist gegen dieses Pestizid resistent. Anschließend bemerkte der Bauer, dass einige Weizenpflanzen die Prozedur überstanden hatten, und informierte andere über diese Entdeckung.

Die Verteilung der fraglichen Pflanzen lege nahe, dass sie von Menschenhand ausgesät wurden, argumentiert dagegen Fraley. Man entdeckte sie als vereinzelte Flecken in nur einem von zwei Weizenfeldern, die mit identischem konventionellen Saatgut bearbeitet worden waren. Doch [Robert Zemetra](#), Weizenspezialist der Oregon State University (OSU) in Corvallis, sagt, dass es auch andere Erklärungen für eine derartige Verteilung geben könnte. Sollte es sich beispielsweise um einen Frühlingsweizen in einem Winterweizenfeld gehandelt haben, so könnte Ersterer blühen und samen, bevor geerntet wird. Die Saaten fielen an Ort und Stelle zu Boden und ergäben eine Ansammlung herbizidresistenter Keimlinge.

Keine dieser Erklärungen befriedige völlig, gibt [Rene van Acker von der University of Guelph](#) in Ontario zu. Zusammen mit Zemetra führte er vor über zehn Jahren einige eigenständige Feldversuche mit dem Weizen durch, und beide bestätigen, dass Monsanto die Experimente streng überwachte. "Wir mussten praktisch jedes Saatkorn belegen, das wir ausgebracht oder geerntet hatten – bis auf das Gramm genau", erinnert sich van Acker. Weniger gern erinnert sich Zemetra an all die Stunden, die sie mit der Demontage von Erntemaschinen verbrachten, damit sie jedes Teil mit Luftdruck säubern konnten – falls nötig, entfernten sie Samen mit der Pinzette.

[Carol Mallory-Smith von der OSU](#), die als Erste die Oregon-Weizenpflanzen vor drei Monaten getestet hat, wäre allerdings nicht überrascht, wenn einige Samen doch durchgerutscht wären. 2009 zum Beispiel entdeckte sie transgene Zuckerrübensamen in einem Sack Erde, der an Gärtner verkauft wurde. "An vielen Stellen im System können Fehler unterlaufen", sagt sie. "Wenn wir diese Gene ins Freiland entlassen, sollten wir davon ausgehen, dass sie in der Umwelt verbleiben."

Der Artikel erschien in Nature 499, S. 262-263, 2013 unter dem Titel "Hunt for mystery GM wheat hots up".

© Spektrum.de

Klimawandel

Warme Arktis wird teuer

Allein die schmelzenden Permafrostböden und frei werdendes Methan im nördlichen Russland könnten globale Kosten in Höhe von rund 60 Billionen US-Dollar verursachen, wenn wir nichts dagegen unternehmen. Das entspricht der Größe der Weltwirtschaft im Jahr 2012 (rund 70 Billionen US-Dollar). Die Gesamtkosten des arktischen Wandels werden aber ungleich größer sein.

[Gail Whiteman, Chris Hope und Peter Wadhams](#)

Exklusive Übersetzung aus



Ökonomen sprechen meist über die Vorteile, die durch eine Öffnung der Arktis entsteht: In der Region würden 30 Prozent aller bisher unentdeckten Gasvorkommen und 13 Prozent der unbekannten Ölvorräte vermutet. Gleichzeitig könne der Welthandel durch neue Schiffsrouten profitieren. Daher schätzt auch der Versicherungsmarkt Lloyd's of London, dass die Investitionen in der Arktisregion schon in zehn Jahren über 100 Milliarden US-Dollar erreichen könnten [1].

Doch auch die Kosten durch mögliche Umweltschäden werden wahrgenommen: Lloyd's und der französische Öligigant Total haben sich damit befasst. Die Gefahren großer Ölteppiche werden derzeit vom US-amerikanischen Nationalen Forschungsrat untersucht. Allerdings fehlt dabei meist die globale Perspektive: Es gibt kaum ökonomische Modelle, die Auswirkungen einer stärker genutzten Arktis auf das Weltklima berücksichtigen.

Diese globalen Folgen erscheinen in unseren eigenen Modellen recht groß, weil die Arktis Ozeane und das Klima essenziell beeinflusst. Die Kosten dieser Entwicklung werden vor allem Entwicklungsländer zu schultern haben: Sie werden am stärksten von Extremwetter, einer schlechteren öffentlichen Gesundheit und abnehmenden Ernteerträgen getroffen. Letztlich sollten sich aber alle Länder über den rasanten Wandel in der Arktis sorgen, obwohl sich die genauen Folgen weltweit zurzeit nicht vorhersagen lassen.

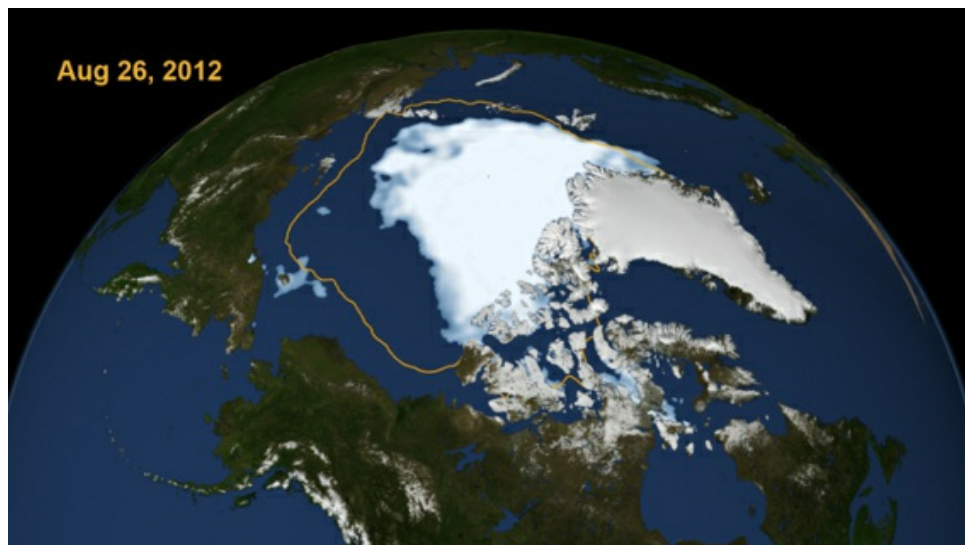
Wirtschaftliche Zeitbombe

Der rekordverdächtige Rückgang des arktischen Meereises wird bereits heute vom Abtauen des Permafrostbodens vor der Küste begleitet. Auf dem ostsibirischen Eisschelf lagern heute noch 50 Milliarden Tonnen Methan in Form von Hydraten am Meeresboden. Wie das Gas freigesetzt wird, ist noch unklar: Es könnte in den kommenden 50 Jahren kontinuierlich abgegeben werden oder ganz plötzlich [2]. Größere Methankonzentrationen in der Atmosphäre würden den Klimawandel

weiter anheizen und den Wandel in der Arktis sogar noch beschleunigen: umso schneller würde sich das Meereis dann zurückziehen, wodurch weniger Sonnenlicht reflektiert werden würde, was schließlich auch den grönländischen Eisschild stärker zum Schmelzen brächte. Die Auswirkungen davon dürften auch fernab der Pole spürbar sein.

Die Folgen für die Weltwirtschaft haben wir mit PAGE09 untersucht. Dieses Modell berechnet, wie sich der Klimawandel auswirkt und was Gegenmaßnahmen oder die Anpassung an ein wärmeres Klima kosten werden. Eine frühere Version dieses Modells kam bereits im Bericht des Ökonomen Nicholas Stern zum Einsatz, den er 2006 für die britische Regierung verfasst hat: Darin ging es um den Einfluss steigender Gehalte atmosphärischer Treibhausgase auf den Meeresspiegel, die Lufttemperatur, das Hochwasserrisiko, die öffentliche Gesundheit und extreme Wetterverhältnisse. Das Modell kann also abschätzen, wie sich heute ablaufende Klimaprozesse mit jeder zusätzlichen abgegebenen oder eingesparten Tonne Kohlenstoffdioxid verändern.

Wir haben das PAGE09-Modell insgesamt 10 000-mal laufen lassen, um das Spektrum der Risiken durch abgegebenes Methan bis ins Jahr 2200 abzuschätzen. Darin berücksichtigten wir Veränderungen des Meeresspiegels, Einflüsse auf die Wirtschaft und andere Bereiche und plötzliche Ereignisse, wie etwa das Abschmelzen des grönländischen oder ostantarktischen Eisschildes. Zwischen 2015 und 2025 ließen wir in zwei Emissionsszenarien 50 Milliarden Tonnen Methan in die Atmosphäre entweichen: zunächst in einem "business as usual"-Modell, in dem Kohlenstoffdioxid und andere Treibhausgase in der Atmosphäre wie bisher ansteigen. Im zweiten Modell verwendeten wir eher geringe Emissionen, bei denen eine 50-prozentige Chance bleibt, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur unter zwei Grad Celsius zu halten. Wir haben außerdem spätere, länger anhaltende und kleinere Methanströme untersucht.



Dem Eis wird es zu heiß in der Arktis: Das Meereis rund um den Nordpol hat nun einen neuen absoluten Tiefststand erreicht, seit Glaziologen die Region mit Hilfe von Satelliten überwachen. Am

26. August – und damit zwei bis vier Wochen vor dem normalen saisonalen Ende des Tauwetters – bedeckt Gefrorenes weniger als 4 Millionen Quadratkilometer des Nordpolarmeers. Im Jahr 2007, dem bisherigen Rekordhalter, lag der Tiefpunkt dagegen bei 4,17 Millionen Quadratkilometern.

Seit dem Beginn der modernen Aufzeichnungen 1979 ging die sommerliche Meereisfläche im Schnitt um mehr als 2,5 Millionen Quadratkilometer zurück (die gelbe Linie markiert die frühere durchschnittliche Ausdehnung): ein Schwund von zwölf Prozent pro Jahrzehnt. Und da vorerst kein Wetterumschwung in der Region zu erwarten ist, geht der Eisverlust noch mehrere Wochen lang weiter.

Neben wärmeren Sommern spielen auch andere Einflüsse eine gewichtige Rolle: So dezimierte dieses Jahr ein besonders ausdauernder [Supersturm](#) das Eis in Teilen der Region: Er zertrümmerte es unter anderem in kleine Teile und verstärkte dadurch die Schmelze. Der Eisschwund vor Ort erleichtert wiederum, dass sich derartige Orkane bilden – eine fatale Rückkopplung. Da in den letzten Jahren zudem weite Flächen des dickeren, mehrjährigen Eises verschwunden sind, bedeckt vielerorts nur noch dünneres einjähriges Gefrorenes das Meer: Es schwindet schneller und gibt dunkle Ozeanflächen frei, die Sonnenstrahlung nicht reflektieren, sondern teilweise speichern. Das wärmere Meerwasser nagt dann zusätzlich an den verbliebenen Eisflächen.

Wegen dieser Zusammenhänge vermuten viele Polarforscher, dass die Arktis schon in wenigen Jahrzehnten im Sommer völlig eisfrei sein könnte.

In all diesen Fällen waren immense globale Kosten mit dem physischen Wandel in der Arktis verbunden. Das gilt sogar trotz kurzfristiger wirtschaftlicher Vorteile der Arktisanrainer und einiger Industrien.

Außerdem nimmt der Methanzustrom jenen Zeitpunkt um 15 bis 35 Jahre vorweg, an dem die globale Durchschnittstemperatur auf zwei Grad Celsius gegenüber vorindustriellen Zeiten ansteigt: Beim "business as usual"-Modell passierte das schon 2035, beim Modell mit geringeren Emissionen im Jahr 2040. Im Szenario ohne jede Anpassung führte das zu zusätzlichen Kosten von 60 Billionen US-Dollar. Das entspricht immerhin 15 Prozent aller zukünftig vorhergesagten Kosten des Klimawandels von 400 Billionen US-Dollar. Selbst im Fall reduzierter Emissionen werden zu den Gesamtkosten des Klimawandels von 82 Billionen US-Dollar durch das abgegebene Methan 37 Billionen US-Dollar aufgeschlagen. Diese Kosten bleiben immer gleich, egal ob das Methan erst 20 Jahre später freigesetzt zu werden beginnt oder langsamer über mehrere Jahrzehnte in die Atmosphäre gelangt. Würde stattdessen nur die Hälfte der 50 Milliarden Tonnen Methan frei, wären auch die ökonomischen Auswirkungen nur halb so gravierend.

Ein globales Problem

Insgesamt entstehen durch versauernde Ozeane und eine veränderte ozeanische und atmosphärische Zirkulation deutlich höhere Kosten als allein durch das Methan. Interne Wechselwirkungen zwischen diesen Prozessen sind aber bisher noch nicht in unser Modell integriert. Das betrifft auch Details der ökonomischen Vorteile: So müssten günstigere Schifffahrtsrouten ebenso berücksichtigt werden wie die Emissionen der Öl- und Gasförderung. Dabei wird Ruß frei, der die Sonnenstrahlung

absorbiert und somit der Arktis noch stärker einheizt.

Auf einzelne Länder übertragen, hat eine wärmere Arktis ganz unterschiedliche Folgen: angefangen vom Verschwinden kleiner Inselstaaten bis zur Überflutung küstennaher Städte wie New York. Unsere Ökonomien in mittleren Breiten könnten zusätzlich dadurch bedroht sein, dass das verschwindende Meereis Stärke und Position des Jetstreams verändert: Die ungewöhnliche Position dieser Luftströmung gilt als Ursache für die lange Kälteperiode in Europa in diesem Jahr.

Eine solche globale Betrachtung muss auch in Diskussionen über die Weltwirtschaft mit einfließen. Doch weder der Internationale Währungsfonds noch das Weltwirtschaftsforum berücksichtigen in ihren Berichten die negativen Folgen durch eine wärmere Arktis. Das Weltwirtschaftsforum ruft seit 2012 zwar immerhin zu mehr Dialog der Regierungen über die strategische Rolle der Arktis auf. Vorher sollte die Organisation aber in rigorose Wirtschaftsmodelle investieren: Damit kann sie die Regierungsvertreter auf die ökonomische Zeitbombe durch mehr Schiffsverkehr, Öl- und Gasförderung hinweisen und sie ermutigen, sich auf die Folgen vorzubereiten und sie abzuschwächen.

Vielleicht wird es schwierig wenn nicht gar unmöglich –, die immensen Methanemissionen aus der ostsibirischen See bei gleich bleibenden CO₂-Emissionen zu verhindern. Wenn das Methan tatsächlich wegen eines immer wärmeren Meeresbodens frei wird, könnten weniger Rußpartikel in der Atmosphäre immerhin wertvolle Zeit erkaufen. Aber vielleicht gibt es auch bisher unbekannte Faktoren, die unsere Annahmen hinfällig machen. Wenn das Gas etwa in einem plötzlichen Schwall hervorbricht und daraufhin länger in der Atmosphäre verbleibt, könnte es die Temperatur der Atmosphäre deutlich stärker anheben.

Die Erforschung der Arktis ist ein kritisches Gut, weil die Region unsere wirtschaftliche und politische Welt beeinflusst. Wenn die Regierungen das nicht anerkennen, werden sie und die Ökonomen das große Ganze aus den Augen verlieren.

Dieser Artikel erschien unter dem Titel "Vast costs of Arctic change" in Nature 499, S. 401-403, 2013.

© Spektrum.de

Die Meinungen unserer Autorinnen und Autoren geben nicht unbedingt die Position der Redaktion wieder.

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.spektrum.de/alias/klimawandel/warme-arktis-wird-teuer/1202015>

| [Auswahlménü](#) | [Hauptménü](#) |

Gehirn & Geist

aktuelles

- [Nachrichten - Die Macht des Worts](#) [Di, 30 Jul 14:10]
Was wir einem Redner zutrauen, beeinflusst, wie wir den Wahrheitsgehalt seiner Worte zur Kenntnis nehmen.
- [Apropos - Sportpsychologie](#) [Mo, 29 Jul 10:49]
Mit welchen mentalen Tricks steigern Sportler ihre Leistungsfähigkeit? Und warum versagen sie mitunter gerade dann, wenn besonders viel auf dem Spiel steht? Mit solchen und ähnlichen Fragen setzt sich die Sportpsychologie auseinander.
- [Sportpsychologie](#) [Mo, 29 Jul 10:30]
Mit welchen mentalen Tricks steigern Sportler ihre Leistungsfähigkeit? Und warum versagen sie mitunter gerade dann, wenn besonders viel auf dem Spiel steht? Mit solchen und ähnlichen Fragen setzt sich die Sportpsychologie auseinander.
- [Angemerkt! - Erspart uns Kopien, baut Originale!](#) [Fr, 26 Jul 15:01]
Roboter, die dem Menschen zum Verwechseln ähnlich sehen, sind kein Fortschritt, sondern ein Grund zum Fürchten, meint die Philosophin Manuela Lenzén.
- [Erspart uns Kopien, baut Originale!](#) [Fr, 26 Jul 15:00]
Mancher Roboter sieht dem Menschen zum Verwechseln ähnlich. Doch das ist bedenklich, meint die Philosophin Manuela Lenzén.
- [Nachrichten - Angst per Lichtschalter](#) [Do, 25 Jul 21:00]
Durch Lichtimpulse konnten Forscher das Gedächtnis von genetisch veränderten Mäusen manipulieren: Die Nager ängstigten sich an harmlosen Orten.

Neurolinguistik

Die Macht des Worts

Die Hirnreaktion von Zuhörern hängt von der Handlungsmacht des Sprechers ab.

Maria Schmidt

Wessen Wort hat mehr Gewicht – das von Peer Steinbrück oder das eines unbekannten Professors? Wie die Machtposition einer Person unsere Wahrnehmung beeinflusst, zeigte ein Team um die Neurolinguistin [Ina Bornkessel-Schlesewsky](#) von der Philipps-Universität Marburg.

Die Forscher spielten 18 Studienteilnehmern Videos mit plausiblen und unglaublichen Äußerungen vor. Dabei hatten sie zwei prominente Sprecher gewonnen: den diesjährigen SPD-Kanzlerkandidaten Peer Steinbrück sowie den ehemaligen ARD-Nachrichtensprecher Ulrich Wickert. Als Kontrollsprecher fungierte ein unbekannter Hochschullehrer. Die Aussagen ließen sich entweder der Kategorien "Allgemeinwissen" oder "Politik" zuordnen. Während die Probanden einschätzten, ob die jeweilige Behauptung wahr oder falsch war, maßen die Wissenschaftler ihre Hirnströme mittels EEG.

Bei erfundenen Aussagen zum Allgemeinwissen wie "Fidel Castro ist ein Popsänger" spielte es keine Rolle, welcher Sprecher sie vortrug. Das Gehirn der Probanden reagierte immer gleich. Gab jedoch Steinbrück, der zur Zeit der Studie Bundesfinanzminister war, ein unwahrscheinliches politisches Statement ab wie "Die Bundesregierung verkündet den Austritt aus dem NATO-Verbund", so löste dies eine andere Hirnreaktion aus als beim Beobachten der beiden anderen Sprecher. Die EEG-Kurven der Probanden zeigten dann einen speziellen Spannungsausgang, N400 genannt. Diese Welle erscheint typischerweise, wenn eine Aussage als unplausibel oder falsch erkannt wird. Weshalb ließen die Probanden die gleiche Fehlinformation aus dem Munde von Wickert oder eines Unbekannten eher durchgehen?

Die Antwort der Forscher: Der jeweilige Status eines Redners beeinflusst uns schon auf der neuronalen Ebene der Sprachverarbeitung. Wem wir die Macht zugestehen, die jeweilige Aussage auch in die Tat umzusetzen, bei dem schlägt unsere Ungläubigkeit stärker zu Buche. Vorwissen prägt die Wahrnehmung somit schon sehr früh.

© Gehirn und Geist

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.gehirn-und-geist.de/alias/neurolinguistik/die-macht-des-worts/1202401>

Sportpsychologie

Mit welchen mentalen Tricks steigern Sportler ihre Leistungsfähigkeit? Und warum versagen sie mitunter gerade dann, wenn besonders viel auf dem Spiel steht? Mit solchen und ähnlichen Fragen setzt sich die Sportpsychologie auseinander.

Sportliche Höchstleistungen sind nicht nur eine Frage körperlicher Fitness – sehr häufig entscheidet die Psyche zwischen Triumph und Niederlage. Von "Mentaltrainern" und Psychologen bekommen Athleten Techniken an die Hand, um ihre Leistungsfähigkeit zu optimieren oder stressige Wettkampfsituationen besser zu bewältigen. Denn wie junge Talente [mit Sieg und Niederlage umgehen](#), bestimmt auch über den dauerhaften Erfolg im Spitzensport.



Die Wirkung der Psyche auf den Körper ist dabei keine Einbahnstraße. Körperlich aktiv zu sein, [beeinflusst auch unseren Geist](#): Es hilft Kindern, bei ihren schulischen Leistungen, fördert das Selbstbewusstsein und wirkt selbst Ängsten und Depression entgegen. Somit ist es für das Denkvermögen auch wichtig, die Nase gelegentlich aus den Büchern raus zu nehmen und die Laufschuhe zu schnüren.

Dieses Wechselspiel zwischen Körper und Psyche ist nicht leicht zu erforschen: Heizt etwa Bewegung die geistige Leistungsfähigkeit an, oder treiben die Intelligenteren unter uns einfach mehr Sport? Um solchen Fragen auf den Grund zu gehen, nutzen Wissenschaftler neben Erkenntnissen aus Tierexperimenten und bevölkerungsstatistischen Daten so genannte kontrollierte Interventionsstudien. Dabei verordnen sie einer Personengruppe ein Trainingsprogramm und untersuchen die Effekte auf Gehirn und Geist.

Wie wohltuend die Wirkung von Bewegung sein kann, hat sicher jeder von uns schon einmal am

eigenen Körper erlebt. Es fördert laut neuer Erkenntnisse sogar das Wachstum von Hirnzellen.

Die hier versammelten Beiträge beleuchten viele unterschiedliche Aspekte der Sportpsychologie. Unter anderem geben sie Einblick in die [Trickkiste der Spitzensportler](#), erklären, wie genau wir [Bewegung wahrnehmen](#) und warum es selbst Profis schwerfällt, ihr [Leistungspotential in den wichtigen Momenten voll auszuschöpfen](#).

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.gehirn-und-geist.de/alias/psychologie-hirnforschung/sportpsychologie/1202103>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Sportpsychologie

Mit welchen mentalen Tricks steigern Sportler ihre Leistungsfähigkeit? Und warum versagen sie mitunter gerade dann, wenn besonders viel auf dem Spiel steht? Mit solchen und ähnlichen Fragen setzt sich die Sportpsychologie auseinander.

Sportliche Höchstleistungen sind nicht nur eine Frage körperlicher Fitness – sehr häufig entscheidet die Psyche zwischen Triumph und Niederlage. Von "Mentaltrainern" und Psychologen bekommen Athleten Techniken an die Hand, um ihre Leistungsfähigkeit zu optimieren oder stressige Wettkampfsituationen besser zu bewältigen. Denn wie junge Talente [mit Sieg und Niederlage umgehen](#), bestimmt auch über den dauerhaften Erfolg im Spitzensport.



Die Wirkung der Psyche auf den Körper ist dabei keine Einbahnstraße. Körperlich aktiv zu sein, [beeinflusst auch unseren Geist](#): Es hilft Kindern, bei ihren schulischen Leistungen, fördert das Selbstbewusstsein und wirkt selbst Ängsten und Depression entgegen. Somit ist es für das Denkvermögen auch wichtig, die Nase gelegentlich aus den Büchern raus zu nehmen und die Laufschuhe zu schnüren.

Dieses Wechselspiel zwischen Körper und Psyche ist nicht leicht zu erforschen: Heizt etwa Bewegung die geistige Leistungsfähigkeit an, oder treiben die Intelligenteren unter uns einfach mehr Sport? Um solchen Fragen auf den Grund zu gehen, nutzen Wissenschaftler neben Erkenntnissen aus Tierexperimenten und bevölkerungsstatistischen Daten so genannte kontrollierte Interventionsstudien. Dabei verordnen sie einer Personengruppe ein Trainingsprogramm und untersuchen die Effekte auf Gehirn und Geist.

Wie wohltuend die Wirkung von Bewegung sein kann, hat sicher jeder von uns schon einmal am

eigenen Körper erlebt. Es fördert laut neuer Erkenntnisse sogar das Wachstum von Hirnzellen.

Die hier versammelten Beiträge beleuchten viele unterschiedliche Aspekte der Sportpsychologie. Unter anderem geben sie Einblick in die [Trickkiste der Spitzensportler](#), erklären, wie genau wir [Bewegung wahrnehmen](#) und warum es selbst Profis schwerfällt, ihr [Leistungspotential in den wichtigen Momenten voll auszuschöpfen](#).

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.gehirn-und-geist.de/alias/psychologie-hirnforschung/sportpsychologie/1202103>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Magazin | 26.07.2013

Angemerkt!

Erspart uns Kopien, baut Originale!

Roboter, die dem Menschen zum Verwechseln ähnlich sehen, sind kein Fortschritt, sondern ein Grund zum Fürchten, meint die Philosophin Manuela Lenzen.

[Manuela Lenzen](#)



Diego-San hat mit seinen Pausbäckchen und Segelohren etwas von einem Lausbub. Er kann strahlen wie die Sonne, verschmitzt grinsen und herzzerreißend traurig dreinschauen. Seine rosige Haut endet allerdings am Haaransatz und unterm Kinn. Der Hinterkopf glänzt bläulich, die Innereien seines kleinen Körpers sind offen sichtbar: Kabel, Metallzylinder, stählerne Bänder. Diego-San ist der jüngste Vertreter der "Androiden", einer Roboterart, die so menschenähnlich wie möglich konstruiert wird. Forscher der University of California in San Diego präsentierten ihn Anfang dieses Jahres der Öffentlichkeit. Mit seiner Hilfe wollen sie neue Einsichten in die frühkindliche Kommunikation und die Entwicklung von Intelligenz gewinnen. Ihr Androide ist die konsequente und plakative Umsetzung des Gedankens, dass Roboter ihre künstliche Intelligenz nur so erlangen können wie Menschen die ihre: nämlich in einer Zeit der Kindheit.



Den Androiden "Diego-San" könnte man fast für ein echtes Kind halten – thronte sein Kopf nicht allzu offensichtlich auf einem Rumpf aus Metallteilen.

In nicht allzu ferner Zukunft sollen Roboter mitten unter uns weilen und sich in Wohnungen, Restaurants, Schulen, Fabriken und Heimen als nützliche Helfer bewähren. Wie aber sollen sie

aussehen? So ähnlich wie wir selbst, sagen Robotiker. Zum einen könnten wir uns auf einen humanoiden Gefährten besser einstellen als auf einen leblos wirkenden Automaten. Zum anderen sei ein Maschinenmensch, dessen Größe und Proportionen den unseren entsprechen, besser in unsere Alltagsumgebung integrierbar.

Ähnlich aussehen mag noch angehen. Doch auf Roboter, die von Menschen kaum mehr zu unterscheiden sind, sollten wir besser verzichten. Häufig erzeugen sie beim Betrachter eher Gruseln und Abscheu als Vertrauen (siehe "Der unheimliche Roboter", GuG 4/2013, S. 55). Zumindest verwirren sie uns. Ein menschenähnlicher Roboter gibt sich als Individuum und ist doch Teil eines Netzwerks. Er suggeriert Anteilnahme, Interesse, Gefühle, besitzt aber nichts davon. Stattdessen verleitet er uns dazu, über das Selbstbewusstsein von Robotern und ihre Strafmündigkeit zu diskutieren. Doch von dem Punkt, an dem solche Debatten notwendig werden, sind wir noch weit entfernt.



Roboter können die für sie vorgesehenen Funktionen großteils auch dann erfüllen, wenn sie uns nicht ähneln. Das gilt sogar, wenn sie mit emotionalen Gesichtsausdrücken kommunizieren sollen – eine sehr nützliche Fähigkeit. Menschen erkennen selbst in stark vereinfachten Konterfeis zuverlässig einen angedeuteten Gefühlszustand. Auch wenn das Maschinenwesen wie ein Tropfen geformt ist, ein einziges Auge mit beweglicher Braue und einen Strichmund besitzt, wissen wir sein Mienenspiel verlässlich zu deuten, wie der niederländisch-japanische -Roboter "eMuu" beweist (siehe Bild rechts).

Und schließlich ist Nachahmen langweilig. Eine Technik, die sich stur am menschlichen Vorbild orientiert, lässt all die Gestaltungsmöglichkeiten aus, die die Natur nicht realisiert hat. Ein perfekt humanoider Androide ist zwar ein technisches Meisterwerk, aber eben nur eine Kopie. Viel interessanter wäre es doch, wenn er mittels ungewöhnlicher Lichteffekte, Farben oder besonderer Körperteile kommunizierte. Er könnte die Ohren aufstellen, um Bereitschaft zu signalisieren, mit

dem Schwanz wedeln, um reibungsloses Funktionieren anzuzeigen, oder die Haare sträuben, wenn sein Nutzer ihm einen unsinnigen Befehl erteilt.



Warum sich also auf das Kopieren von Menschen beschränken? Robotiker der Universität Bielefeld haben den Roboterkopf "FloBI" entwickelt, der deutlich als solcher erkennbar und trotzdem in der Lage ist, Emotionen klar verständlich auszudrücken. Die meisten Probanden finden ihn sympathisch. An der Universität Freiburg bedient sich "Daryl", ein typischer Maschinenmensch mit Kameraaugen und Antennen am Kopf, sowohl menschlicher Gesten wie dem Nicken als auch tierischer Äußerungen wie dem Ohrenwackeln. Zudem setzt er bunte Lichtsignale ein. Versuchsteilnehmer konnten alle von Daryl präsentierten Gefühlszustände erkennen. Roboter im Blechbüchsen-Look können soziale Signale demnach ebenso erfolgreich vermitteln wie solche, die uns zum Verwechseln ähnlich sehen.

Der Androide Diego-San mit dem kindlichen Antlitz mag für faszinierende Experimente zur Mensch-Maschine-Kommunikation taugen. Die elektronischen Gefährten der Zukunft sollten jedoch als solche erkennbar bleiben. Das hilft, Verwirrung zu vermeiden, und setzt klare Grenzen zwischen uns und den Automaten.

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.gehirn-und-geist.de/alias/angemerkt/erspart-uns-kopien-baut-originale/1202195>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Magazin | 26.07.2013

Angemerkt!

Erspart uns Kopien, baut Originale!

Roboter, die dem Menschen zum Verwechseln ähnlich sehen, sind kein Fortschritt, sondern ein Grund zum Fürchten, meint die Philosophin Manuela Lenzen.

[Manuela Lenzen](#)



Diego-San hat mit seinen Pausbäckchen und Segelohren etwas von einem Lausbub. Er kann strahlen wie die Sonne, verschmitzt grinsen und herzzerreißend traurig dreinschauen. Seine rosige Haut endet allerdings am Haaransatz und unterm Kinn. Der Hinterkopf glänzt bläulich, die Innereien seines kleinen Körpers sind offen sichtbar: Kabel, Metallzylinder, stählerne Bänder. Diego-San ist der jüngste Vertreter der "Androiden", einer Roboterart, die so menschenähnlich wie möglich konstruiert wird. Forscher der University of California in San Diego präsentierten ihn Anfang dieses Jahres der Öffentlichkeit. Mit seiner Hilfe wollen sie neue Einsichten in die frühkindliche Kommunikation und die Entwicklung von Intelligenz gewinnen. Ihr Androide ist die konsequente und plakative Umsetzung des Gedankens, dass Roboter ihre künstliche Intelligenz nur so erlangen können wie Menschen die ihre: nämlich in einer Zeit der Kindheit.



Den Androiden "Diego-San" könnte man fast für ein echtes Kind halten – thronte sein Kopf nicht allzu offensichtlich auf einem Rumpf aus Metallteilen.

In nicht allzu ferner Zukunft sollen Roboter mitten unter uns weilen und sich in Wohnungen, Restaurants, Schulen, Fabriken und Heimen als nützliche Helfer bewähren. Wie aber sollen sie

aussehen? So ähnlich wie wir selbst, sagen Robotiker. Zum einen könnten wir uns auf einen humanoiden Gefährten besser einstellen als auf einen leblos wirkenden Automaten. Zum anderen sei ein Maschinenmensch, dessen Größe und Proportionen den unseren entsprechen, besser in unsere Alltagsumgebung integrierbar.

Ähnlich aussehen mag noch angehen. Doch auf Roboter, die von Menschen kaum mehr zu unterscheiden sind, sollten wir besser verzichten. Häufig erzeugen sie beim Betrachter eher Gruseln und Abscheu als Vertrauen (siehe "Der unheimliche Roboter", GuG 4/2013, S. 55). Zumindest verwirren sie uns. Ein menschenähnlicher Roboter gibt sich als Individuum und ist doch Teil eines Netzwerks. Er suggeriert Anteilnahme, Interesse, Gefühle, besitzt aber nichts davon. Stattdessen verleitet er uns dazu, über das Selbstbewusstsein von Robotern und ihre Strafmündigkeit zu diskutieren. Doch von dem Punkt, an dem solche Debatten notwendig werden, sind wir noch weit entfernt.



Roboter können die für sie vorgesehenen Funktionen großteils auch dann erfüllen, wenn sie uns nicht ähneln. Das gilt sogar, wenn sie mit emotionalen Gesichtsausdrücken kommunizieren sollen – eine sehr nützliche Fähigkeit. Menschen erkennen selbst in stark vereinfachten Konterfeis zuverlässig einen angedeuteten Gefühlszustand. Auch wenn das Maschinenwesen wie ein Tropfen geformt ist, ein einziges Auge mit beweglicher Braue und einen Strichmund besitzt, wissen wir sein Mienenspiel verlässlich zu deuten, wie der niederländisch-japanische -Roboter "eMuu" beweist (siehe Bild rechts).

Und schließlich ist Nachahmen langweilig. Eine Technik, die sich stur am menschlichen Vorbild orientiert, lässt all die Gestaltungsmöglichkeiten aus, die die Natur nicht realisiert hat. Ein perfekt humanoider Androide ist zwar ein technisches Meisterwerk, aber eben nur eine Kopie. Viel interessanter wäre es doch, wenn er mittels ungewöhnlicher Lichteffekte, Farben oder besonderer Körperteile kommunizierte. Er könnte die Ohren aufstellen, um Bereitschaft zu signalisieren, mit

dem Schwanz wedeln, um reibungsloses Funktionieren anzuzeigen, oder die Haare sträuben, wenn sein Nutzer ihm einen unsinnigen Befehl erteilt.



Warum sich also auf das Kopieren von Menschen beschränken? Robotiker der Universität Bielefeld haben den Roboterkopf "FloBI" entwickelt, der deutlich als solcher erkennbar und trotzdem in der Lage ist, Emotionen klar verständlich auszudrücken. Die meisten Probanden finden ihn sympathisch. An der Universität Freiburg bedient sich "Daryl", ein typischer Maschinenmensch mit Kameraaugen und Antennen am Kopf, sowohl menschlicher Gesten wie dem Nicken als auch tierischer Äußerungen wie dem Ohrenwackeln. Zudem setzt er bunte Lichtsignale ein. Versuchsteilnehmer konnten alle von Daryl präsentierten Gefühlszustände erkennen. Roboter im Blechbüchsen-Look können soziale Signale demnach ebenso erfolgreich vermitteln wie solche, die uns zum Verwechseln ähnlich sehen.

Der Androide Diego-San mit dem kindlichen Antlitz mag für faszinierende Experimente zur Mensch-Maschine-Kommunikation taugen. Die elektronischen Gefährten der Zukunft sollten jedoch als solche erkennbar bleiben. Das hilft, Verwirrung zu vermeiden, und setzt klare Grenzen zwischen uns und den Automaten.

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.gehirn-und-geist.de/alias/angemerkt/erspart-uns-kopien-baut-originale/1202195>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Falsche Erinnerungen

Angst per Lichtschalter

Über Lichtimpulse lässt sich das Gedächtnis von genetisch veränderten Mäusen beeinflussen.

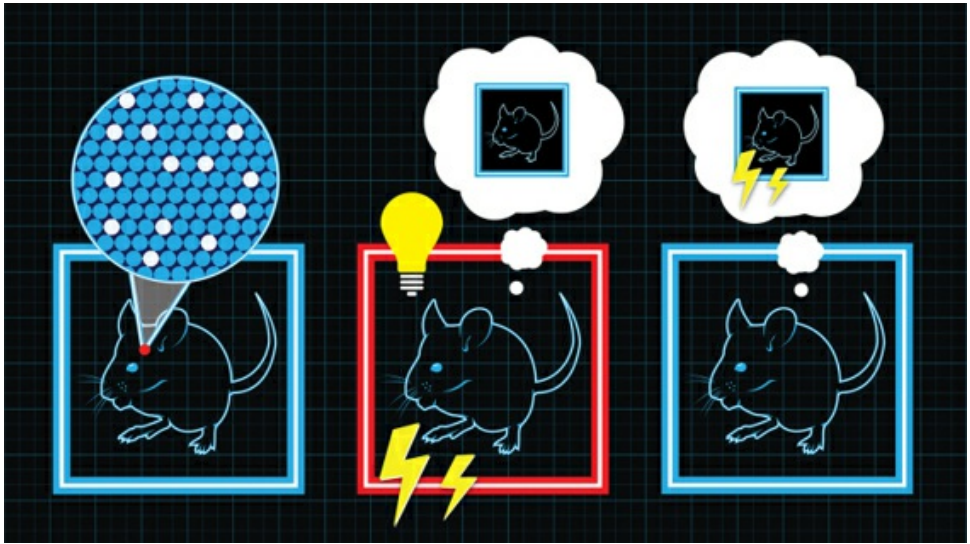
Kerstin Pasemann

In dem Sciencefictionfilm "Inception" will der Protagonist einen Gedanken ins Unterbewusstsein eines anderen Menschen pflanzen. Einem ähnlichen Unterfangen kamen jetzt Forscher vom Massachusetts Institute of Technology in Cambridge (USA) recht nahe – allerdings bei Mäusen: In einem Laborversuch erzeugten sie bei den Tieren falsche Erinnerungen.

Die Wissenschaftler um Susumu Tonegawa arbeiteten mit gentechnisch manipulierten Mäusen, deren Hirnzellen per Lichtstrahlen aktiviert werden können. Die Nager durften zunächst ihre Umgebung in Ruhe erkunden. Dabei registrierten die Forscher die Aktivitäten von Nervenzellen im Hippocampus, wo die räumliche Erinnerung entsteht.

Dann kamen die Mäuse in einen neuen Käfig und erhielten hier einen leichten elektrischen Schlag an ihren Pfoten. Der Clou: Per Licht reaktivierten die Forscher bei den Tieren die Erinnerung an den ersten Raum. Als man die Tiere dorthin zurück brachte, fielen die Mäuse vergleichsweise häufig in Schreckstarre. Sie verknüpften die an sich harmlose Umgebung mit der unangenehmen Erfahrung – obwohl sie dort nie einen Elektroschock bekommen hatten.

"Erinnerungen sind keine Blaupause der Welt, sondern eine Rekonstruktion früherer Erfahrungen", sagt Steve Ramirez, einer der Leiter der Studie. Das Gedächtnis des Menschen funktioniere nach dem gleichen Baukastenprinzip, bei dem mitunter nicht alles korrekt zusammengefügt wird.



So sah der Versuchsaufbau aus, mit dem die Wissenschaftler um Susumu Tonegawa bei genetisch veränderten Mäusen eine falsche Erinnerung erzeugten: Als erstes befanden sich die Mäuse in einer Umgebung, in der ihr nichts geschah (symbolisiert durch den blauen Kasten). Die aktiven Hirnzellen, die diese Umgebung im Hippocampus verschlüsseln, wurden dann für Licht empfänglich gemacht (weiße Kreise). In einer neuen Umgebung (roter Kasten) bekamen die Mäuse einen kleinen Elektroschock. Durch den gleichzeitigen Lichtimpuls flammte die Erinnerung an die erste Umgebung auf. Setze man die Mäuse nun zurück in den ersten Kasten, gerieten sie in eine Schreckstarre.

© Gehirn und Geist

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.gehirn-und-geist.de/alias/falsche-erinnerungen/angst-per-lichtschalter/1202106>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Sterne und Weltraum

aktuelles

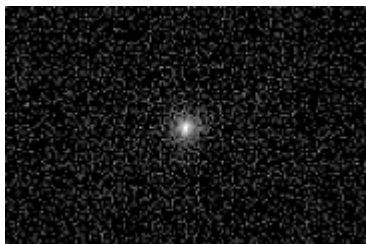
- [**ASTRONews - Die meisten Zentauren sind Kometen**](#) [Di, 30 Jul 08:56]
Zwischen den Bahnen der vier Gasplaneten umrunden kleinere Objekte die Sonne. Untersuchungen zeigen nun, dass die meisten dieser Objekte wohl Kometenkerne sind.
- [**ASTRONews - Eine Supernova in Spiralgalaxie Messier 74**](#) [Mo, 29 Jul 11:28]
In der Galaxie M 74 wurde am 26. Juli 2013 eine Supernova entdeckt. Dies ist schon die dritte Sternexplosion, die innerhalb von elf Jahren hier gesichtet wurde.
- [**ASTRONews - Niederschlag schuf Flusstäler auf dem Mars**](#) [Fr, 26 Jul 09:00]
Flusstäler auf dem Mars sind durch flüssiges Wasser ausgewaschen worden. Die Quelle dieses Wassers waren wohl Wolken, die beim Aufstieg an hohen Bergrücken kondensierten.
- [**ASTRONews - Sternentstehung ohne Zukunft: NGC 253 und die Grenzen des galaktischen Wachstums**](#) [Mi, 24 Jul 20:00]
Astronomen gehen davon aus, dass überreichliche Sternproduktion in der Gegenwart die Möglichkeiten einer Galaxie einschränkt, auch in Zukunft Sterne zu produzieren.
- [**ASTRONews - Komet ISON stößt Kohlendioxid aus**](#) [Mi, 24 Jul 09:19]
Der Komet ISON ist bereits recht aktiv, obwohl er noch weiter von der Sonne entfernt ist als Mars. Der Schweifstern setzt derzeit beträchtliche Mengen an Kohlendioxid frei.

Sonnensystem

Die meisten Zentauren sind Kometen

von [Tilman Althaus](#)

Ein Forscherteam um James M. Bauer vom Jet Propulsion Laboratory der NASA in Kalifornien untersuchte die Zentauren, kleine Himmelskörper mit Umlaufbahnen zwischen den Orbits der vier großen Gasplaneten, und stellte fest, dass die meisten von ihnen wohl kometaren Ursprungs sind. Insgesamt untersuchte das Team 52 Zentauren. Dazu griffen die Astronomen auf Messdaten des Himmelsdurchmusterungssatelliten WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) zurück.



Alle bisher gefundenen Zentauren bewegen sich auf längerfristig instabilen Bahnen zwischen den vier Riesenplaneten des Sonnensystems und werden durch deren Schwerkraft stark beeinflusst. Somit können sie sich nur wenige zehn Millionen Jahren in diesem Bereich des Sonnensystems aufhalten. Dann werden sie entweder durch dichte Vorübergänge an den Gasriesen auf Bahnen ins innere Sonnensystem gelenkt oder nach weit jenseits der Umlaufbahn des äußersten Planeten Neptun befördert. Ihre Bezeichnung erhielten sie nach dem 1977 von Charles T. Kowal entdeckten (2060) Chiron, benannt nach dem Zentauren Cheiron. Seitdem wurden 377 Zentauren entdeckt.

Bislang war jedoch unklar, woher die Zentauren stammen. Derzeit gibt es zwei Theorien zu ihrem Ursprung: Eine geht davon aus, dass es sich um Himmelskörper aus dem Asteroidengürtel zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter handelt, die durch die Schwerkraft von Jupiter in das Reich der Gasriesen abgelenkt wurden. Der zweite Erklärungsversuch nimmt dagegen an, dass die Zentauren Kometenkerne sind, die durch nahe Begegnungen mit den Gasplaneten auf ihre instabilen Orbits gebracht wurden.

Beide Objektklassen, Asteroiden und Kometenkerne, haben jedoch charakteristische spektrale Unterschiede, durch die sie sich voneinander unterscheiden lassen. Dies machten sich die Forscher um Bauer zu Nutze. Sie verglichen bereits vorher bekannte, aus Spektren abgeleitete Farbdaten mit den von WISE gewonnenen Informationen über die Rückstrahlungsfähigkeit der Oberflächen der Himmelskörper. Die so genannte Albedo gibt an, wieviel Sonnenlicht von einer Oberfläche zurück ins All geworfen wird.

Im sichtbaren Licht erscheinen die Oberflächen der Zentauren blau-grau oder rötlich. Die Daten von WISE zeigen, dass die blau-grauen Objekte etwa sechs Prozent des auftreffenden Sonnenlichts zurückwerfen, also so dunkel wie ein Stück Kohle sind. Dies ist typisch für die bislang aus der Nähe untersuchten Kometenkerne und spricht für einen kometaren Ursprung der meisten Zentauren. Die rötlichen Objekte, etwa ein Drittel der Zentauren, werfen dagegen rund zwölf Prozent des auftreffenden Lichts zurück. Hier lässt sich noch nicht entscheiden, welcher Objektklasse diese Himmelskörper angehören. Tatsächlich wurde bei manchen Zentauren schon kometare Aktivität beobachtet. Manche Objekte umgeben sich zumindest teilweise mit einem Halo aus Staub, wenn sie sich der Sonne nähern, unter anderem (2060) Chiron, der auch als periodischer Komet 95P/Chiron bekannt ist.

© Sterne und Weltraum

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.sterne-und-weltraum.de/alias/sonnensystem/die-meisten-zentauren-sind-kometen/1202447>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Sternexplosionen

Eine Supernova in Spiralgalaxie Messier 74

von [Tilman Althaus](#)

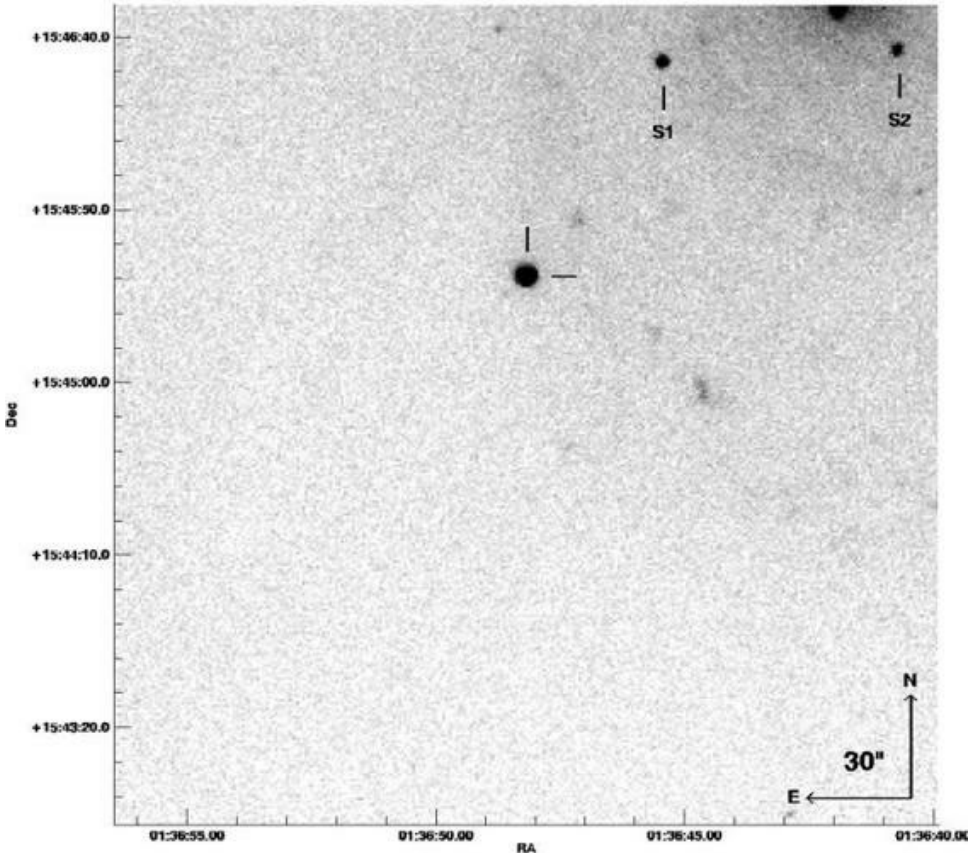
Eine Forschergruppe um Alex Filipenko von der University of California in Berkeley entdeckte am 26. Juli 2013 mit dem "[Katzman Automatic Imaging Telescope \(KAIT\)](#)" eine Supernova-Explosion in der Spiralgalaxie Messier 74 im Sternbild Fische. Dies ist schon die dritte Sternexplosion, die innerhalb von nur elf Jahren in der rund 35 Millionen Lichtjahre von uns entfernten Welteninsel gesichtet wurde. Die Explosion erschien als heller Punkt in den südöstlichen Außenbereichen von M 74 und leuchtete zum Zeitpunkt ihrer Entdeckung mit einer Helligkeit von 13,5 mag und steigerte sich in den Folgetagen auf rund 12,8 mag. Die Entdeckung wurde über das "[Central Bureau for Astronomical Telegrams \(CBAT\)](#)" an Astronomen weltweit für Folgebeobachtungen verbreitet. Sie erhielt die Bezeichnung SN 2013ej.

PSN J01364816+1545310 in M74 (NGC 0628)

RA: 01:36:48.17 Dec: +15:45:31.0 (J2000)

From S1: 39.4" east, 62.6" south

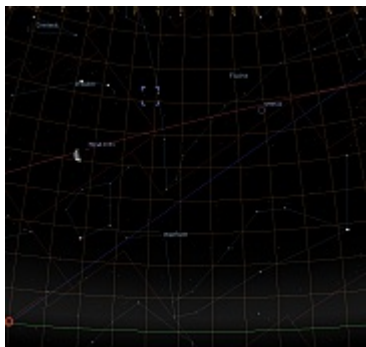
From S2: 107.7" east, 66.3" south



Am 26. Juli 2013 wurde in der Spiralgalaxie Messier 74 im Sternbild Fische eine Supernova-Explosion entdeckt. Sie erscheint in dieser Negativdarstellung als dunkler Punkt und ist mit zwei Strichen markiert. Der Hauptteil der Galaxie liegt rechts oberhalb des hier sichtbaren Ausschnitts. Die Entdeckung gelang mit dem automatischen Teleskop KAIT des Lick Observatoriums in Kalifornien.

Mehrere Forschergruppen beobachteten die Supernova, unter anderem einen Tag nach der Entdeckung ein Team von Astronomen um David D. Balam vom kanadischen Dominion

Astrophysical Observatory SN 2013ej. Sie nahmen Spektren von ihr im nahen Ultravioletten und im sichtbaren Licht auf. Die Auswertung ergab, dass es sich um eine Supernova vom Typ II handelt. Derartige Explosionen ereignen sich, wenn im Kern eines massereichen Sterns der nukleare Brennstoff ausgeht und dort keine Energie mehr freigesetzt wird. Dann bricht der Kern unter seiner eigenen Schwerkraft schlagartig zusammen und bildet je nach Masse einen Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch. Gleichzeitig dringt vom Kern aus eine Stoßwelle nach außen. Sie sorgt in den äußeren Schichten des sterbenden Sterns für heftige Kernfusionsreaktionen, welche die äußeren Teile explosionsartig auseinander reißen. Kurzzeitig, also für wenige Tage bis Wochen, leuchtet eine solche Kern-Kollaps-Supernova heller als die vielen Milliarden Sterne in M 74 zusammen.



Mit einer Helligkeit von derzeit rund 13 mag lässt sich die Supernova in M 74 als Punkt auch mit mittelgroßen Amateurteleskopen sighten. Zu finden ist die Spiralgalaxie im Sternbild Fische nicht weit von der Grenze zum Sternbild Widder am östlichen Morgenhimmel. Gegen 3 Uhr morgens steht sie rund 35 Grad über dem Horizont. Die Position des Zentrums der Welteninsel befindet sich bei 1 Stunde 36,7 Minuten und +15 Grad 47 Minuten. Die Supernova liegt 2,3 Bogenminuten und 1,5 Bogenminuten östlich des Zentrums von M 74.

© Sterne und Weltraum

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.sterne-und-weltraum.de/alias/sternexplosionen/eine-supernova-in-spiralgalaxie-messier-nbsp-74/1202375>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Marsforschung

Niederschlag schuf Flusstäler auf dem Mars

von [Karl Urban](#)

Der Mars war früher feuchter und wärmer darauf deutet jedenfalls die Landschaft des Roten Planeten hin. Immerhin gibt es vielerorts lang gestreckte Täler, die wohl nur durch flüssiges Wasser ausgewaschen sein können. Woher dieses Wasser stammte, war bislang allerdings umstritten: Es könnte genauso durch tauendes Bodeneis entstanden sein wie durch intensive Niederschläge. US-amerikanische und französische Forscher haben die Entstehung dieser Flusstäler nun untersucht. Für die plausibelste Wasserquelle halten sie Wolken, die sich an Bergrücken aufstauten, bis schließlich Schnee oder Regen fiel.



Die untersuchte Gegend mit ausgeprägten Flusstälern liegt am Südrand der Tharsis-Region, die sich mit steilen Bergflanken und Vulkanen über das durchschnittliche Höhenniveau des Planeten erhebt.

Die Geowissenschaftlerin Kathleen Scanlon von der Brown University im US-Bundesstaat Rhode Island und ihre Kollegen simulierten die Luftzirkulation vor rund 3,7 Milliarden Jahren, als der Mars

vermutlich noch eine dichte Atmosphäre besaß. Sie überprüften dann, ob ausgewählte Flusstäler mit den Luftströmungen und somit den Niederschlägen dieser Zeit zu erklären sind. Tatsächlich fand die Forschergruppe ein Muster in der Ausrichtung der untersuchten Täler: Da in ihnen eher Westwinde vorherrschten, sind die Flusstäler in Windrichtung ausgeprägter als an den windabgewandten Osthängen. Also muss das Wasser beim Aufstieg wie an irdischen Gebirgen kondensiert sein, um dann zu Boden zu fallen.

In welcher Form diese Niederschläge fielen, ist allerdings noch unklar. Flüssiges Wasser ist auf dem heutigen Mars wegen seiner dünnen Lufthülle nicht stabil. Schneefall halten die Geowissenschaftler selbst in der dichten simulierten Atmosphäre für wahrscheinlicher, weil die Forscher von eher niedrigen globalen Temperaturen ausgehen. Damit eingeschnittene Täler entstehen konnten, kann der Schnee somit nur in kurzen Warmphasen auf dem Mars getaut sein. Erst dadurch könnte es dann kurze, sturzbachartige Fluten gegeben haben.

© Spektrum.de

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.sterne-und-weltraum.de/alias/marsforschung/niederschlag-schuf-flusstaeeler-auf-dem-mars/1202137>

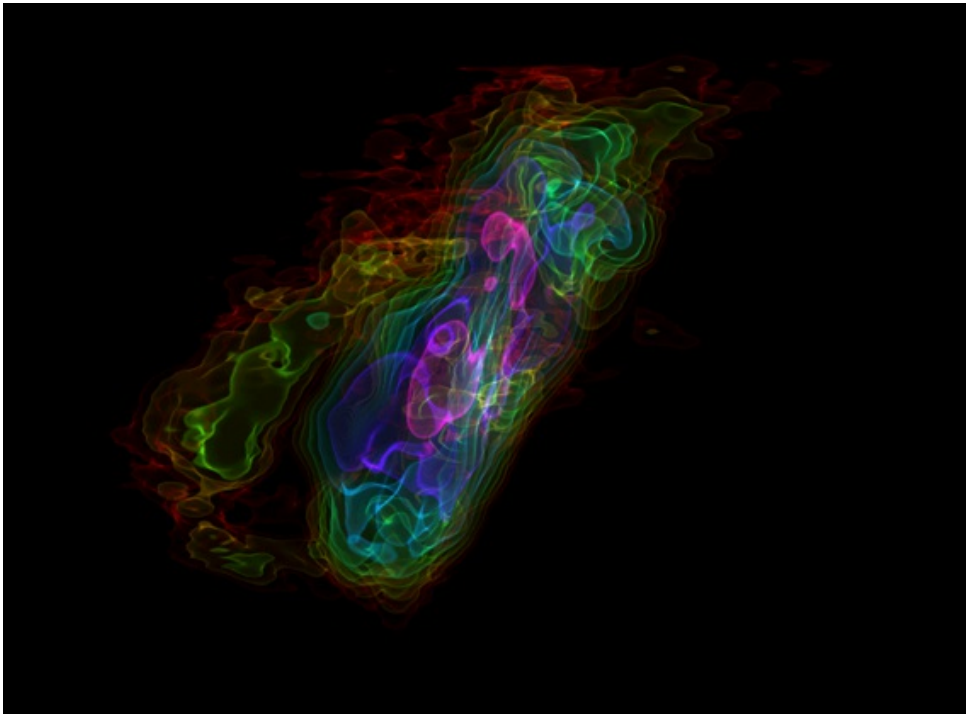
| [Auswählen](#) | [Hauptmenü](#) |

Galaxien

Sternentstehung ohne Zukunft: NGC 253 und die Grenzen des galaktischen Wachstums

Astronomen gehen seit längerem davon aus, dass überreichliche Sternproduktion in der Gegenwart die Möglichkeiten einer Galaxie einschränkt, auch in Zukunft Sterne zu produzieren. Nun konnte eine Astronomengruppe die ersten detailreichen Bilder dieser Art selbstlimitierenden galaktischen Verhaltens aufnehmen: molekulares Gas, Rohmaterial der Sternentstehung, das aus den Sternentstehungsgebieten in der Sculptor-Galaxie (NGC 253) strömt.

Galaxien Systeme aus bis zu Hunderten Milliarden von Sternen wie unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße sind die Grundbausteine des Kosmos auf großen Skalen. Ein wichtiges Ziel der Astronomie ist es, zu verstehen, wie sich Galaxien ausgehend von den ersten Protogalaxien kurz nach dem Urknall bis heute entwickelt haben. Eine entscheidende Frage dabei: Was bestimmt, wie viele Sterne in einer Galaxie entstehen?



Das Submillimeterwellenteleskop ALMA beobachtete die Starburst-Galaxie NGC 253 im Sternbild

Bildhauer. Die Farbe gibt die Intensität des empfangenen Lichts an, von schwachem Leuchten bei blauer bis hin zu starkem Leuchten bei rötlicher Färbung. Diese und ähnliche Visualisierungen haben den Astronomen dabei geholfen, das Ausströmen von molekularem Wasserstoffgas aus den Sternentstehungsregionen in den Zentralbereichen von NGC 253 nachzuweisen.

Ein wichtiger Teil der Antwort sind Mechanismen, die zukünftige Sternentstehung behindern können. Paradoxerweise gehört dazu auch die Sternentstehung selbst: Bilden sich neue Sterne, dann ist ein gewisser Anteil davon sehr massereich. Massereiche Sterne leuchten sehr hell, und ihre intensive Strahlung führt zu "Sternwinden": Gas- und Plasmaströme vom Stern weg, die stark genug sein können, um Gas gänzlich aus der Galaxie hinaus zu treiben. Außerdem beenden massereiche Sterne ihr verhältnismäßig kurzes Leben in spektakulären Explosionen (Supernovae) und schleudern dabei ihre äußeren Schalen in den Weltraum hinaus zusammen mit etwaigem Material, das der Explosion in die Quere kommt. Auf diese Weise können Episoden starker Sternentstehung, so genannte "Starbursts", die Bildung zukünftiger Sterngenerationen stark behindern. Molekulares Gas, das aus der Galaxie hinaus geschleudert wurde, kann schließlich nicht mehr als Rohmaterial für neue Sterne dienen. Es gibt Grenzen des galaktischen Wachstums.

So weit, so gut. Was allerdings bislang fehlte, war der direkte Nachweis, dass Starbursts in der Tat starke molekulare Gasausflüsse erzeugen können. Diese Lücke konnte jetzt geschlossen werden: durch Beobachtungen eines Astronomenteams um Alberto Bolatto von der University of Maryland in College Park, das sich die Starburst-Galaxie NGC 253 genauer angesehen hat.

NGC 253, auch bekannt als Sculptor-Galaxie, ist eine Spiralgalaxie im Sternbild Bildhauer (lateinisch: Sculptor) am Südsternhimmel. Mit einer Entfernung von elf Millionen Lichtjahren ist sie einer unserer näheren galaktischen Nachbarn und die uns nächste von der Südhalbkugel aus sichtbare Starburst-Galaxie. Mit dem Verbundteleskop ALMA visierten die Astronomen die Zentralregion der Galaxie NGC 253 an und fanden in der Tat molekulares Gas, das senkrecht zur galaktischen Scheibe ausströmt!

Bolatto, Erstautor der Studie, mit der die Ergebnisse jetzt in der Fachzeitschrift Nature vorgestellt werden, erklärt: "Die Gasmenge, die wir messen, zeigt deutlich, dass einige sternbildende Galaxien mehr Gas ausspucken als sie aufnehmen." Die Astronomen schätzen, dass NGC 253 jedes Jahr Gas mit einer Gesamtmasse von neun Sonnenmassen auswirft. Das ist rund dreimal soviel wie die Gesamtmasse der Sterne, die jedes Jahr in NGC 253 neu entstehen. (Diese Masse wiederum ist um ein Vielfaches größer als die aller Sterne, die jährlich in unserer Heimatgalaxie, der Milchstraße, entstehen.)

Fabian Walter vom Max-Planck-Institut für Astronomie, ein Koautor der Studie, fügt hinzu: "Für mich ist das ein Paradebeispiel dafür, wie neue Instrumente die Zukunft der Astronomie bestimmen. Wir haben die Starburst-Region in NGC 253 und andere nahegelegene Starburst-Galaxien fast zehn Jahre lang untersucht. Aber bevor es ALMA gab, hatten wir keine Chance, derart feine Details zu sehen." Dabei nutzten die Beobachtungen von Bolatto und seinen Kollegen eine frühe Konfiguration von ALMA mit nur 16 Antennen. "Es ist aufregend, sich auszumalen, was uns die komplette ALMA mit ihren 66 Antennen über diese Art von Materieströmen zeigen wird", schließt Walter.

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.sterne-und-weltraum.de/alias/galaxien/sterntstehung-ohne-zukunft-ngc-253-und-die-grenzen-des-galaktischen-wachstums/1201867>

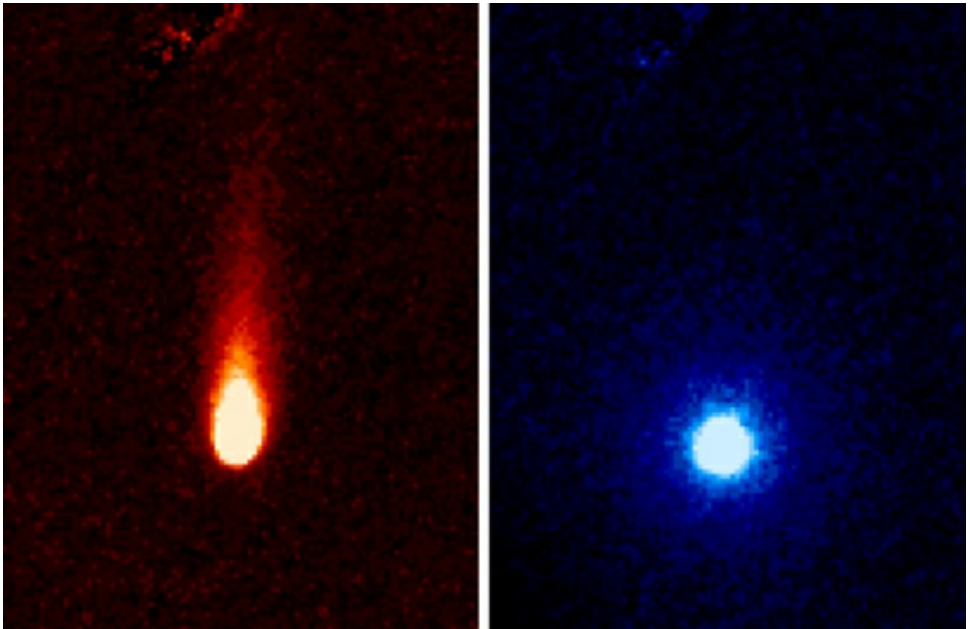
| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Schweifsterne

Komet ISON stößt Kohlendioxid aus

von [Tilman Althaus](#)

Mit dem Weltraumteleskop Spitzer konnte eine Forschergruppe um Carey M. Lisse von der Johns Hopkins University in Maryland zeigen, dass die derzeitige Aktivität des Kometen C/2012 S1 ISON auf den Ausstoß großer Mengen an gasförmigem Kohlendioxid zurückgeht. Zum Zeitpunkt der Beobachtungen am 13. Juni 2013 war der Schweifstern rund 500 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt, das heißt etwa 3,4-mal so weit wie die Erde. Dennoch stieß der Kern von ISON schon in dieser Distanz pro Tag rund 1000 Tonnen an Kohlendioxid und 54 000 Tonnen an Staub aus. Das Gas strömt ruhig ab und bildete am 13. Juni zusammen mit dem Staub einen rund 300 000 Kilometer langen Schweif. Zum Vergleich: Die mittlere Entfernung des Mondes zur Erde ist 384 000 Kilometer.

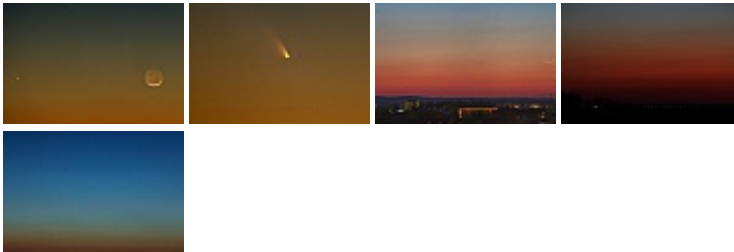


Mit dem Infrarotsatelliten Spitzer gelangen am 13. Juni 2013 diese Aufnahmen des Kometen C/2012 S1 ISON, als er sich in einem Abstand von 3,4 Astronomischen Einheiten zur Sonne befand. Dennoch zeigte der Schweifstern bereits eine beträchtliche Aktivität. Im linken Teilbild, das bei einer Wellenlänge von 3,6 Mikrometern entstand, lässt sich ein rund 300 000 Kilometer langer Staubschweif erkennen. Im rechten Teilbild zeigt sich bei einer Wellenlänge von 4,5 Mikrometern

eine kugelige Gashölle aus Kohlendioxid.

Mit den Beobachtungen von Spitzer konnten die Astronomen aufklären, warum der bereits im September 2012 von den russischen Astronomen Witali Newski und Artjom Nowitschonok entdeckte Schweifstern schon deutliche Aktivität zeigte, als er sich noch zwischen den Bahnen von Saturn und Jupiter befand und nur wenig durch die Strahlung der Sonne aufgeheizt wurde. Der Komet ISON dürfte sich auf seiner ersten Passage durch das Sonnensystem befinden und enthält daher noch große Mengen an leichtflüchtigen Stoffen in gefrorener Form. Bei der Annäherung an die Sonne verdampfen diese und bilden den typischen Kometenschweif. Gegen Anfang August wird sich der rund 4,8 Kilometer große Kern von ISON der Sonne so weit genähert haben, dass die Temperaturen ausreichen, auch Wassereis verdampfen zu lassen. Dann sollte der Schweifstern seine Aktivität beträchtlich steigern, da der Kometenkern zu einem großen Teil aus Wassereis besteht.

Komet ISON wird von professionellen Astronomen und Amateurbeobachtern mit großer Spannung erwartet, da er sich Ende November 2013 bis auf nur 1,16 Millionen Kilometer der Sonne nähern und dabei extrem aufgeheizt werden wird. Somit hoffen die Kometenfans weltweit auf einen spektakulären Auftritt im November und Dezember am Morgenhimmel. Bei der größten Annäherung an die Sonne am 28. November könnte sogar die Möglichkeit bestehen, dass der Schweifstern als heller Fleck neben der Sonne am Taghimmel zu sehen ist. Es ist jedoch notorisch schwierig, die Aktivität von Kometen vorherzusagen. Es könnte durchaus sein, dass sich ISON bei der extremen Annäherung an die Sonne völlig auflöst und nur noch eine Staubwolke an ihr vorbeizieht. Ähnliches wurde in den vergangenen Jahrzehnten schon des Öfteren beobachtet, zuletzt beispielsweise beim Kometen C/2010 X1 Elenin im September 2011.



© Sterne und Weltraum

This article was downloaded by **calibre** from <http://www.sterne-und-weltraum.de/alias/schweifsterne/komet-ison-stoesst-kohlendioxid-aus/1202004>

| [Auswahlmenü](#) | [Hauptmenü](#) |

Inhaltsverzeichnis

Spektrum.de	3
Verhaltensbiologie: Mutige Spinnen haben die Nase vorn	5
Plastikmüll: Fertig zum Entern!	7
Roboter: Erspart uns Kopien, baut Originale!	16
Altruismus: Selbstlose Schleimpilze können auch anders	20
Naturschutz: Wölfe ermöglichen Rückkehr von Beeren für die Bären	22
Klimawandel: Klimaprognose für 2018: Bewölkt mit Rekordhitze	24
Energiewende: Wenn das Stromnetz mitdenkt	30
Paläontologie: Der größte Knochenfisch aller Zeiten	35
Hirnforschung: Mäusen falsche Erinnerungen eingepflanzt	37
Vollmondnächte: Vollmond lässt uns wirklich schlechter schlafen	40
Marsforschung: Niederschlag schuf Flusstäler auf dem Mars	41
Energie: Wie belastbar ist Deutschlands Stromnetz?	42
Psychopathen: Empathie nur auf Kommando	43
Klimatologie: Atmosphärische Flüsse könnten kräftiger strömen	44
Gentechnik: Gen-Weizen büxt aus	45
Klimawandel: Warme Arktis wird teuer	49
Gehirn & Geist	53
Nachrichten - Die Macht des Worts	54
Apropos - Sportpsychologie	55
Sportpsychologie	57
Angemerkt! - Erspart uns Kopien, baut Originale!	59
Erspart uns Kopien, baut Originale!	63
Nachrichten - Angst per Lichtschalter	67
Sterne und Weltraum	69
ASTRONews - Die meisten Zentauren sind Kometen	70
ASTRONews - Eine Supernova in Spiralgalaxie Messier 74	72
ASTRONews - Niederschlag schuf Flusstäler auf dem Mars	75
ASTRONews - Sternentstehung ohne Zukunft: NGC 253 und die Grenzen des galaktischen Wachstums	77
ASTRONews - Komet ISON stößt Kohlendioxid aus	80