

Trockener als Wüsten

Das Wasser auf dem Mond ist eher eine Fata Morgana

In Fachpublikationen drücken sich die Forscher meist recht zurückhaltend über die Ergebnisse ihrer Arbeiten aus. Sollen diese der Öffentlichkeit „verkauft“ werden, ändert sich die Darstellung oft drastisch – man glaubt, in eine ganz andere Welt geraten zu sein. Liest ein Astronom beispielsweise aus dem Datenrauschen seiner Messungen heraus, dass ein ferner Stern – gerade noch an einem minimalen Hin- und Herbewegen seiner Position erkennbar – einen Planeten als Begleiter hat, wird dem Laien gelegentlich spekulativ erklärt, auf diesem Himmelskörper sei temperaturbedingt die Existenz von Wasser möglich, und das sei die Voraussetzung von Leben.

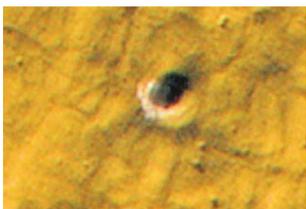
Zumindest auf unserm Nachbarplaneten Mars dürfte es einst Wasser gegeben haben. Die gefrorenen Reste vermutet man im Permafrostboden, und zwar planetenweit. Da klingt es wenig dramatisch, dass der amerikanische Mars Reconnaissance Orbiter jüngst in „frischen“, erst einige Wochen oder Monate alten Einschlagkratern, die bis zu zweieinhalb Meter tief sind, Eis entdeckt hat. Das Eis ist bei der Entstehung der Krater an die Oberfläche gelangt und schrumpfte seitdem durch Sublimation zusammen. Für die Öffentlichkeit hat ein Forscher rasch hinzugefügt, das Eis stamme aus einer feuchteren Epoche der Marsgeschichte, die vielleicht erst seit einigen tausend Jahren vorbei sei. Wie man zu einer so abenteuerlichen Zeitangabe kommt, wo die Marsforscher doch sonst bei der Einordnung von Phänomenen auf dem Roten Planeten mit Jahrmillionen rechnen, bleibt offen.

Völlig überwürt worden sind in der vergangenen Woche neue Erkenntnisse über Wasser auf dem Mond, dessen Oberfläche bislang für „knochentrocken“ gehalten worden war. Dieses Bild, so ein Beitrag im Internet, müsse nun offenbar revidiert werden. Zu solchen Kommentaren kommt es, wenn ein hochrangiger Vertreter des Nasa-Hauptquartiers gleich blumig formuliert, gefrorenes Wasser auf dem Mond sei für die Forscher eine Art Heiliger Gral gewesen. Nun hat man das Wasser gefunden, wie bereits kurz berichtet – und zwar einer Pressemitteilung der University of Tennessee in Knoxville zufolge ungefähr einen Liter (oder Kilogramm) pro Tonne Gestein an der Oberfläche des Erdtrabanten.

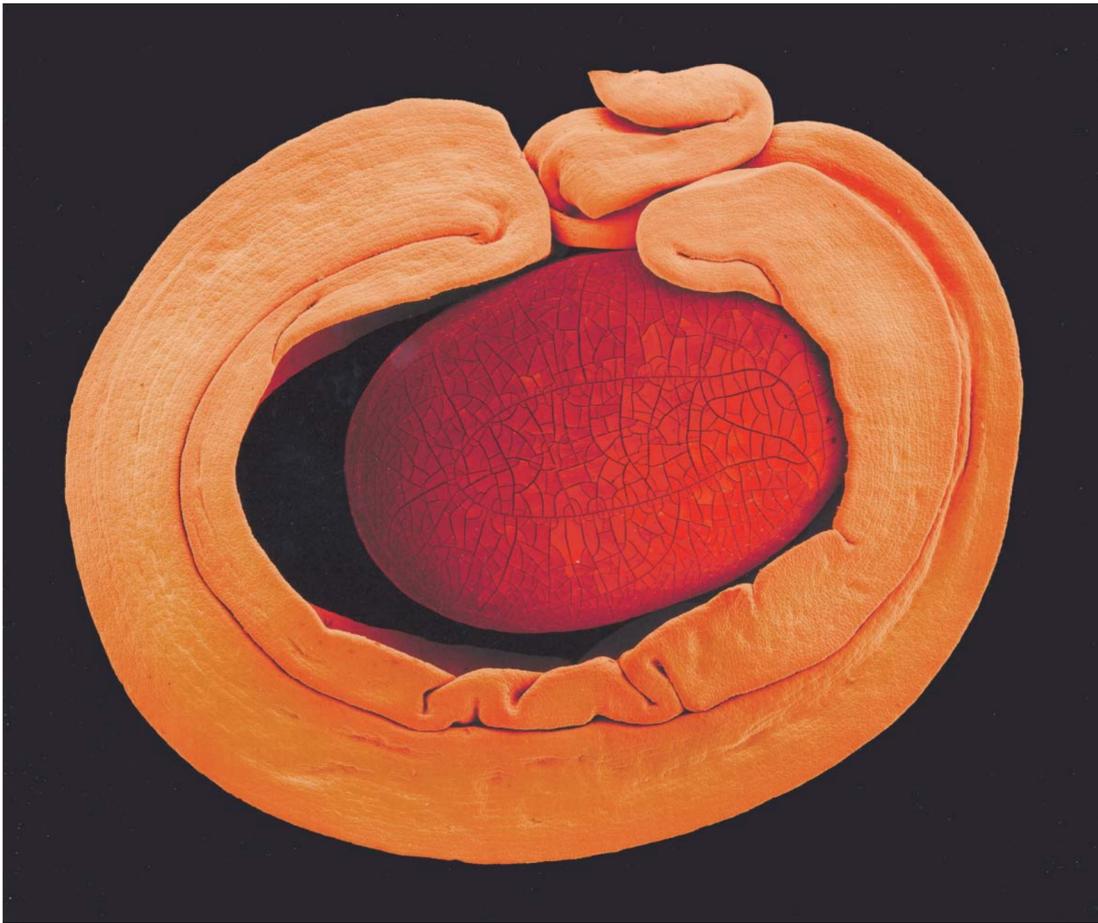
In den Verlautbarungen anderer beteiligter Universitäten wird vorsichtiger formuliert, es sei „bis zu“ einem Liter Wasser pro Tonne Gestein, genau kenne man den Wert nicht. Tatsächlich kann diese Zahl sogar hundertfach zu hoch sein. Denn das Verhältnis von Wasser- zu anderen Molekülen im Gestein wird mit zehn bis tausend pro eine Million angegeben. Da treffen die neuen Daten auf ältere Erkenntnisse: In den 400 Kilogramm Gestein, das die Apollo-Astronauten vom Mond zur Erde gebracht haben, hat sich noch nicht einmal ein Teelöffel voll Wasser befunden. Die wenigen nachweisbaren Wassermoleküle wurden sogar für irdische Verunreinigungen gehalten.

Man spreche nicht von Seen oder gar Ozeanen auf dem Mond, auch nicht von Pfützen, relativiert eine Forscherin der Brown University in Providence, nachdem sie die Obergrenze ebenfalls mit einem Liter Wasser pro Tonne Gestein angegeben hat. In anderen Quellen heißt es sogar, trotz seines Wassers sei der Mond trockener als die trockenste Wüste auf der Erde. Die in die Irre führende Angabe „eine Tonne Mondgestein“ darf man nämlich nicht auf einen Würfel beziehen. Das wasserhaltige Material ist vielmehr über eine große, aber extrem dünne Schicht an der Oberfläche des Mondes verteilt.

In der Pressemitteilung aus Knoxville reicht diese Schicht einige Zentimeter weit in die Tiefe, sonst ist meist nur von einigen Millimetern Dicke die Rede. Für die Forscher von der University of Maryland in College Park ist die Wasserschicht sogar nur einige Moleküllagen dick. Vermutlich vereinen sich an der Oberfläche des Mondes mit dem Sonnenwind herangetragene Protonen mit Sauerstoffmolekülen aus dem Mondgestein zu Wassermolekülen. Steigt die Temperatur, lösen sich diese zumindest teilweise wieder auf. Das für die Forscher zweifellos interessante Wasser erweist sich damit für die Öffentlichkeit als Fata Morgana. GÜNTER PAUL



Sublimierendes Eis auf dem Mars Fotos Nasa



Die Kunstwerke der Natur unter rein ästhetischen Gesichtspunkten zu beurteilen kann keinen Forscher befriedigen. Schon gar nicht, wenn es sich wie bei dieser harmonisch geformten Frucht quasi um Grundbausteine des Lebens handelt. Der Samen der australischen Akazie wird von einem extrem fetthaltigen Samenmantel umgeben, den hauptsächlich Vögel vertilgen und damit weitverbreiten. Wolfgang Stuppy, ein am Kew Gardens tätiger Samenmorphologe, hat zusammen mit dem Künstler Rob Kessler Früchte aus der ganzen Welt mit dem Rasterelektronenmikroskop dokumentiert. Die außerordentlich hochwertigen, kolorierten Fotos werden von ausführlichen Hintergrundtexten und einem Glossar begleitet. (Der Bildband „Früchte“ von Wolfgang Stuppy und Rob Kessler ist im Gerstenberg Verlag, Hildesheim 2009, erschienen. Er hat 264 Seiten und kostet 59,90 Euro.) jom

Foto aus dem besprochenen Band

Vom Expansionsdrang der Genome

Wie kommt das Neue in die Evolution? Häufig sind es kleine Schritte, doch viele Gene werden offenbar erst nach großen Umbrüchen im Erbgut geboren.

Von Joachim Müller-Jung

Wie muss man sich die Entstehung von gut fünfduzigttausend Genen im Laufe von einer Milliarde Jahre vorstellen? Wie also und wann ist das genetische Programm „geschrieben“ worden, das eine so beispiellose ökologische Anpassungsfähigkeit und eine derart komplexe Architektur wie beim Menschen möglich gemacht hat – aber auch schon bei Fischen, Insekten, Pflanzen und Pilzen erkennbar wird? Die Genomforschung ist in diesen Fragen mittlerweile auf einige heiße Spuren gestoßen.

Zu den faszinierendsten Phänomenen zählt in dieser Hinsicht die Duplikation von Genen und ganzen Genomen. Vor einigen Monaten hatten amerikanische Forscher in der Zeitschrift „Nature“ (Bd. 457, S. 877) über bemerkenswerte Funde in den Genomen von Mensch, Schimpanse und Gorilla berichtet. Jeweils unmittelbar vor der mutmaßlichen Aufspaltung der Abstammungslinien der vier Primatenarten vor Millionen Jahren war es offenbar zu regelrechten „Ausbrüchen“ von Genduplikationen gekommen. Ganze Abschnitte des Erbguts verdoppelten sich plötzlich rasant

und veränderten damit dauerhaft die Zusammensetzung des Genoms. Das betraf ausschließlich die zwischen den eigentlichen Genen liegenden Sequenzen – Genomabschnitte, die gerne als „Junk-DNA“ oder „Schrott-DNA“ bezeichnet werden. Bis es zur Abspaltung des Menschen kam, war ein Großteil der Duplikationen schon fest verankert. Allerdings erwiesen sich diese in ihren Genomsequenzen als außerordentlich variabel. Mensch und Affe unterscheiden sich dort massiv, und einige der neu entstandenen duplizierten Genomabschnitte findet man heute sogar exklusiv beim Menschen.

Diese Beobachtung hat den Verdacht genährt, dass einem Großteil der vermeintlich sinnlosen, nichtkodierenden Junk-DNA eine tragende Rolle in der Evolution zufällt. Eine besonders spannende Entdeckung hat in dieser Hinsicht jüngst die Gruppe um Diethard Tautz vom Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie in Plön gemacht. Auf Chromosom 10 der Maus, inmitten einer ausgedehnten Region von Schrott-DNA, haben die Forscher ein Gen aufgefunden, das offenkundig durch sukzessive Veränderungen – durch einzelne aufeinanderfolgende Mutationen – entstanden ist: ein Prozess, der mindestens zweieinhalb bis dreieinhalb Millionen Jahre zurückliegen und auch einige Zeit gedauert haben dürfte. Als die Forscher die Abschrift des ausschließlich bei Mäusen vorkommenden Gens blockierten, zeigte sich, dass die Erbanlage in der Fortpflanzung eine wichtige Rolle spielt: Mäuse ohne das dreiteilige funktionsfähige Gen haben kleinere Hoden und langsamere Spermien („Current Biology“, doi: 10.1016/j.cub.2009.07.049). Selten hat man so klar nachvollziehen können, dass die Geburt neuer Gene – die „De-novo-Evolution“ – tatsächlich eine derart wichti-

ge Funktion in der Säugetierentwicklung einnehmen könnte.

Im Hinblick auf die Junk-DNA nimmt das Genom aller Säugetiere ohnehin eine Sonderstellung ein. Wie die Gruppe um den Konstanzer Evolutionsbiologen Axel Meyer in einer der jüngsten Ausgaben der Zeitschrift „Journal of Molecular Evolution“ gezeigt hat, ist die Verteilung der bedeutungslosen „Gen-Wüsten“ im Erbgut der Plazentatiere sehr viel ungleicher verteilt als üblich. Mikroben, Insekten, Pilze oder Pflanzen – bei allen hat man einen engen Zusammenhang zwischen der Länge der Chromosomen und der Zahl der Gene sowie dem Umfang der dazwischenliegenden Wüsten ermittelt. Bei Säugetieren hingegen ist der vermeintliche Schrott extrem ungleich verteilt. Wo viele Gene liegen, findet man wenig Wüste, wohingegen genarme Chromosomen extrem viel Zwischenraum bieten. Viele dieser Wüsten sind offenbar aus mehrfachen Duplikationen von Genabschnitten im jeweiligen Chromosom entstanden. Dafür, dass zumindest ein Teil dieser Sequenzen auch an der Regulation der eigentlichen Gene beteiligt ist, also durchaus nicht bloß Schrottwort besitzt, gibt es inzwischen zahlreiche Beispiele. Und auch aus dem Umstand, dass gut ein Fünftel dieser vermeintlich sinnlosen Genomabschnitte bei Säugetieren deutlich konserviert ist, also quasi unverändert bleibt, schließen Meyer und seine Kollegen, dass den ausgeprägten Gen-Wüsten bei der Höherentwicklung der Säuger eine hervorgehobene Rolle zukommen könnte.

Zu regelrecht gewaltigen Umbrüchen im Genom und damit zur Bildung ausgedehnter „Wüsten“ im Erbgut war es in der Evolution insbesondere durch die Duplikation ganzer Genome gekommen. Die Mehrheit der heute lebenden Blütenpflanz-

zen und Hunderte von Wirbeltieren und Insektengruppen tragen heute noch die Spuren solcher vollständigen Genomverdoppelungen. Allerdings ist diese Aufstockung des Geninventars keineswegs immer ein Vorteil – was man nicht nur aus der Geschichte vieler Krankheiten weiß, sondern auch aus der Tatsache, dass offenkundig die meisten gefundenen Genomverdoppelungen erst in der jüngeren Entwicklungsgeschichte entstanden und die meisten älteren längst wieder verschwunden sind.

Axel Meyer und seine Kollegen Yves van de Peer und Steven Maere von der Universität Gent haben jetzt in „Nature Review Genetics“ (doi: 10.1038/nrg2600) dargelegt, unter welchen Umständen die schlagartige Aufstockung des Genominventars tatsächlich Vorteile bringen könnte: dann nämlich, wenn die Duplikationen in ökologischen Umbruchzeiten auftauchen. In globalen Aussterbekrisen etwa, wenn einzelne Organismen mit der zusätzlichen Genfracht quasi konkurrenzlos sind und neue oder frei gewordene ökologische Nischen besetzen können. „In direkter Konkurrenz mit gut angepassten Arten und in ökologisch stabilen Lebensräumen ist die Genomverdoppelung erst einmal kein Vorteil“, schreiben die Evolutionsforscher. Gelingt es den Organismen mit duplizierten Genomen allerdings, eine Nische zu erobern, können sie sich unter Umständen schneller entwickeln und aus ihrem vergrößerten Geneservoir verstärkt nützliche Gene gewinnen – und am Ende sogar die Artbildung beschleunigen. Ein schrittweiser Prozess, der allerdings dauern kann. So sind vermutlich neunzig Prozent der wichtigen Regulationsgene bei der Arabidopsis-Pflanze in den vergangenen rund 150 Millionen Jahren allesamt aus Genomduplikationen entstanden.

Ein fataler Angriff auf das Unterbewusstsein

Halluzinogene in der Psychotherapie: Wie konnte es zu den Todesfällen in einer Berliner Praxis kommen?

Der Berliner Allgemeinarzt Garik R. sitzt in Untersuchungshaft. Der Grund: Verdacht auf Körperverletzung mit Todesfolge. Auf seinem Praxisschild ist noch immer zu lesen „Psycholytische Einzel- und Gruppentherapie“, eine Therapieform, die unter anderem die Einnahme von illegalen Drogen vorsieht. Während einer seiner Sitzungen sind in der vergangenen Woche zwei Patienten ums Leben gekommen. Ein Therapieteilnehmer berichtete, dass den Patienten weißes Pulver gegeben worden sei. Der Verdacht liegt nahe, dass der Beschuldigte mit einem Gemisch aus Drogen „behandelt“ haben könnte, erklärt die Staatsanwaltschaft Berlin.

Der approbierte Allgemeinarzt hatte vor 15 Jahren eine Ausbildung in „psycholytischer Psychotherapie“ bei Samuel Widmer absolviert, dem Leiter einer sektenähnlichen Verbindung in der Schweiz. Seitdem wirbt Garik R., toleriert von der Berliner Ärztekammer, mit dem zweifelhaften Begriff der „psycholytischen Therapie“ offiziell für seine Praxis.

Doch was ist das für ein Therapieverfahren, das bei falscher Anwendung offensichtlich den Tod von Patienten zur Folge hat und dennoch nicht untersagt wurde?

Übersetzt bedeutet Psycholyse so viel wie „die Seele hervorbringend“. Mit Hilfe von Substanzen wie LSD (Lysergsäureäthylamid) oder Ecstasy sollen die Patienten mit ihrem Unterbewusstsein in Berührung kommen. Unerkannte Ängste oder Kindheitstraumata sollen ans Tageslicht befördert werden. Sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz sind LSD und Ecstasy per Betäubungsmittelgesetz zu therapeutischen Zwecken verboten. Allerdings gebe es auch legale psycholytische Mittel, etwa die „aktivierende Substanz“ Ephedrin, erklärt Sascha Rudat von der Ärztekammer Berlin: „Deswegen ist es uns nicht möglich, die psycholytische Therapie approbierten Ärzten per se zu verbieten.“ Für Psychologen wäre diese Therapie allerdings illegal, weil sie keine Medikamente verschreiben dürfen.

Die Idee zur psychotherapeutischen Behandlung mit Hilfe von Halluzinogenen kam 1943 mit der Entdeckung der bewusstseinsverändernden Wirkung von LSD auf, einem synthetisch hergestellten Mutterkornalkaloid. In den fünfziger Jahren versuchten sich Therapeuten durch die Einnahme von LSD selbst in einen psychotischen Zustand zu versetzen. Als es in den sechziger Jahren aber zu einem Massenkonsum von LSD kam, wurde die Sub-

stanz hierzulande 1971 verboten. Damit ging auch die medizinischen Halluzinogen-Forschung zurück, was von Albert Hofmann, dem Entdecker von LSD, durchaus begrüßt wurde. Er wollte die Substanz nicht zu therapeutischen Zwecken nutzen. Seiner Meinung nach wäre LSD nur dann in der Psychotherapie verwendbar gewesen, wenn man seine Wirkungsdauer hätte reduzieren können. Doch LSD wirkt bis zu zwölf Stunden und damit unkontrollierbar – was der Fall um Garik R. bestätigt.

Auch bei Anwendung der Holotropen-Medizin, die mit Hilfe von bestimmten Atemtechniken ins Unterbewusste vordringen will, war es in den achtziger Jahren zu einem Todesfall gekommen. Als in dieser Zeit auch die medizinische Therapie mit psychoaktiven Substanzen per Ausnahme genehmigung fortgeführt wurde, kam es zu Zwischenfällen, so beispielsweise mit dem halluzinogenen Wurzelextrakt Ibogain. Dementsprechend wurde die medizinische Anwendung von LSD in der Schweiz 1993 abermals eingestellt. Dennoch nahm man dort die Forschung zur substanzgestützten Therapie im Jahr 2006 wieder auf.

Schweizer Forscher um Peter Gasser führen seitdem eine Pilotstudie zur Behandlung von Belastungsstörungen mit Ecstasy

durch. Im Jahr 2007 durfte eine weitere Studie beginnen. Sie untersucht die Wirkung von „LSD-gestützter Psychotherapie“ in der Behandlung von zwölf Krebspatienten, die im Endstadium ihrer Erkrankung stehen. Es geht also eher darum, den Leidensdruck am Ende des Lebens zu lindern, wie bei der Palliativmedizin, die mit Morphin und anderen Opiaten arbeitet, meint Theodor Itten. Der Präsident des Schweizer Psychotherapeuten-Verbandes hält die psycholytische Therapie für eine Randerscheinung, die nicht ins Angebot der Psychotherapie gehöre. Sollte aber derartige Forschung oder Therapie stattfinden, wie in Gassers Versuchen, seien eine fachliche Begleitung der Patienten während der LSD-Einnahme und eine Nachbesprechung in Einzeltherapie wichtig.

Diese Grundsätze scheint Garik R. nicht beachtet zu haben. Seine Patienten haben seinen Ansatz offenkundig mitgetragen, denn nach Auskunft der Ärztekammer hat sich bei ihnen niemand gemeldet und auf die verwendeten Substanzen hingewiesen. Der Berliner Therapeut mag gute Absichten verfolgt haben. Doch der Fall hat auf tragische Weise deutlich gemacht, dass Kontrollverlust in der psycholytischen Therapie fatale Folgen haben kann. JULIA VÖLKER

Aigners Gen-Akte

Multitasking ist modern, aber auch anstrengend und tückisch. Für alle und alles da sein zu wollen, am besten alles gleichzeitig tun und gleichmäßig gut, offline wie online, das scheint für viele heute fast schon ein Glück. Wenn auch ein selten ungetriebenes. Dem Verbraucher- und Agrarministerium des Bundes beispielsweise steht derzeit (noch?) eine Politikerin vor, der gerade das Schulpausenbrot (Hauptsache gesund!) und die „Geschmackstage“ ebenso Herzenssache sind wie die Zuchtwerthschätzung für das Deutsche Braunvieh, die aber gleichzeitig mit harten politischen und juristischen Bandagen eine Jagd auf gentechnisch „kontaminierte“ Leinsamenlieferungen aus Kanada organisieren muss. Ministerin Ilse Aigner fügt sich scheinbar leichtfertig in diese moderne Rolle der Getriebenen. Die Gerüchte, ihr Vorgänger und Parteichef, Bayerns Ministerpräsident Horst Seehofer, würde sie mit seinen radikalen Quarantäneplänen für einen gentechnikfreien Freistaat vor sich herreiben und dafür zur Not auch einen Bauernaufstand im Land anzetteln, schmerzt die oberbayerische Agentin in Berlin dabei stets souverän ab. Vieles also treibt die Ministerin an und um. Nur mit einer Sache tut sie sich ungemein schwer: mit dem Rat seriöser Wissenschaftler. Die Zentrale Kommission für Biologische Sicherheit (ZKBS), die seit Jahrzehnten als Genehmigungsbehörde für die Gentechnik zur wichtigsten Institution im Land geworden ist und der Agrarministerin zuarbeitet, hat vor wenigen Tagen die umstrittene gentechnisch veränderte Maissorte Mon810 neu bewertet. Sechs aktuelle Studien, die Aigner im April dieses Jahres als Vorwand gedient hatten, den schädlingsresistenten Mais als ökologisch gefährlich einzustufen und umgehend zu verbieten, haben die zwanzig ehrenamtlichen, vom Gentechnikgesetz autorisierten Sachverständigen der ZKBS akribisch geprüft. Ihr Urteil: Keine einzige der Studien zu den Auswirkungen auf Köcherfliegenlarven, Zweipunktmarieknäfer, Wasserflöhe oder Schnecken könne eine Gefährdung durch die transgenen Maispollen, die das Bazillenschädlinggift Bt enthalten, belegen. Bei allen Untersuchungen hat man methodisch so eklatante Mängel gefunden, dass damit die in weit mehr als zweihundert relevanten Veröffentlichungen herausgearbeitete Umweltverträglichkeit unmöglich zu widerlegen sei. Mit anderen Worten: Das Anbauverbot fußt auf schlechter Wissenschaft. Das aber hat die wendige Ministerin natürlich geahnt und deshalb spontan auf die gleichlautenden Anbauverbote bei europäischen Nachbarstaaten verwiesen. Gute oder schlechte Forschung, wer will das schon so genau wissen? Man hat ja schließlich noch andere Dinge zu tun. Zum Beispiel gibt es wieder Posten zu verteilen in Berlin. Und da sind moderne Multitalente gefragt. jom

Autoimmunleiden erhöht Infarktrisiko

Frauen mit Antikörpern gegen körpereigene Blutgerinnungsproteine tragen offenbar ein stark erhöhtes Risiko, bereits in jungen Jahren einen Schlaganfall oder Herzinfarkt zu erleiden. Besonders groß ist diese Gefahr, wenn die Betroffenen die Antibiotika einnehmen und rauchen. Das legen die Ergebnisse einer niederländischen Studie nahe, an der mehr als tausend Frauen im Alter zwischen 18 und 49 Jahren mitgewirkt haben. Wie Mediziner der Universität Utrecht in „Lancet Neurology“ berichten, fanden sie bei den Schlaganfallpatienten und den Infarktpatientinnen auffallend oft übermäßig viele Antikörper, sogenannte Lupus-Antikoagulantien. Sie erhöhen offenbar besonders bei Raucherinnen und mit hormoneller Verhütung die Neigung zu akuten Gefäßverschlüssen um ein Vielfaches. N.v.L.

Heute

Fischöl statt Diesel

Am Golf von Mexiko sollen bald auch die Nitrateinträge genutzt werden: Sie lassen Algen gedeihen und damit auch Fische wachsen, die eine kalifornische Firma für Biotreibstoff verwerten will. Seite N2

Assyrer in Nigeria?

Eine Theorie über die nahöstliche Herkunft der Staatsbildung in Westafrika fasziniert auf den ersten Blick – aber dann meldet sich der methodische Zweifel an den Thesen von früher Migration. Seite N3

Was Mann denkt

Niklas Luhmann hatte sich 1998 mit der Gender-Korrektheit im Sinne von Sprachpolitik beschäftigt. Wir veröffentlichten diesen Text aus dem Nachlass des Soziologen zum ersten Mal. Forschung und Lehre