

Ein Energiemärchen

Kernfusion mit Nickel und Wasserstoff?
Das kalte Gebräu im „Rossi-Reaktor“

Aus Italien ist man in jüngster Zeit ja vor allem Neugierigkeiten gewohnt, die Anlass zur Sorge geben. Das Land ist zum neuen Problemkind der europäischen Schuldenkrise avanciert, während sein Staatschef unverändert mit Skandalen und Rechtsstreitigkeiten auf sich aufmerksam macht. Umso mehr mag die im Internet nachhaltig kursierende Meldung erstaunen, dass sich zurzeit möglicherweise von Italien ausgehend die Lösung der globalen Energie- und Klimafrage in Vorbereitung befindet.

Angeblicher Heilsbringer ist der sogenannte „Energie-Katalysator“, entwickelt vom italienischen Ingenieur Andrea Rossi zusammen mit seinem wissenschaftlichen Mentor und Berater, dem emeritierten Physikprofessor Sergio Focardi von der Universität Bologna. Beide behaupten, eine Maschine entwickelt zu haben, die auf der Grundlage eines Kernfusionsprozesses zwischen Nickel und Wasserstoff große Mengen von Energie bei geringen Temperaturen erzeugen kann. Dabei soll durch Protoneneinfang des Nickelkerns Kupfer erzeugt werden. Einen wünschenswerteren Prozess zur Energieerzeugung könnte es kaum geben. Die Eingangsmaterialien sind preiswert und in großen Mengen vorhanden, und der Prozess selbst erzeugt weder Abgase noch radioaktive Abfallprodukte. Die frohe Botschaft hat jedoch einen Haken: Auf der Grundlage der etablierten Physik sollte es einen niederenergetischen Kernprozess in der behaupteten Form gar nicht geben. Der Klärung des Mysteriums ist dabei nicht gerade förderlich, dass der innere Aufbau der Reaktorkammer streng geheim gehalten wird. Solange das Funktionsprinzip nicht patentiert ist, behandelt Rossi die Details des Reaktorgefäßes als industrielles Geheimnis, um eine kommerzielle Nutzung des Reaktors zu ermöglichen.

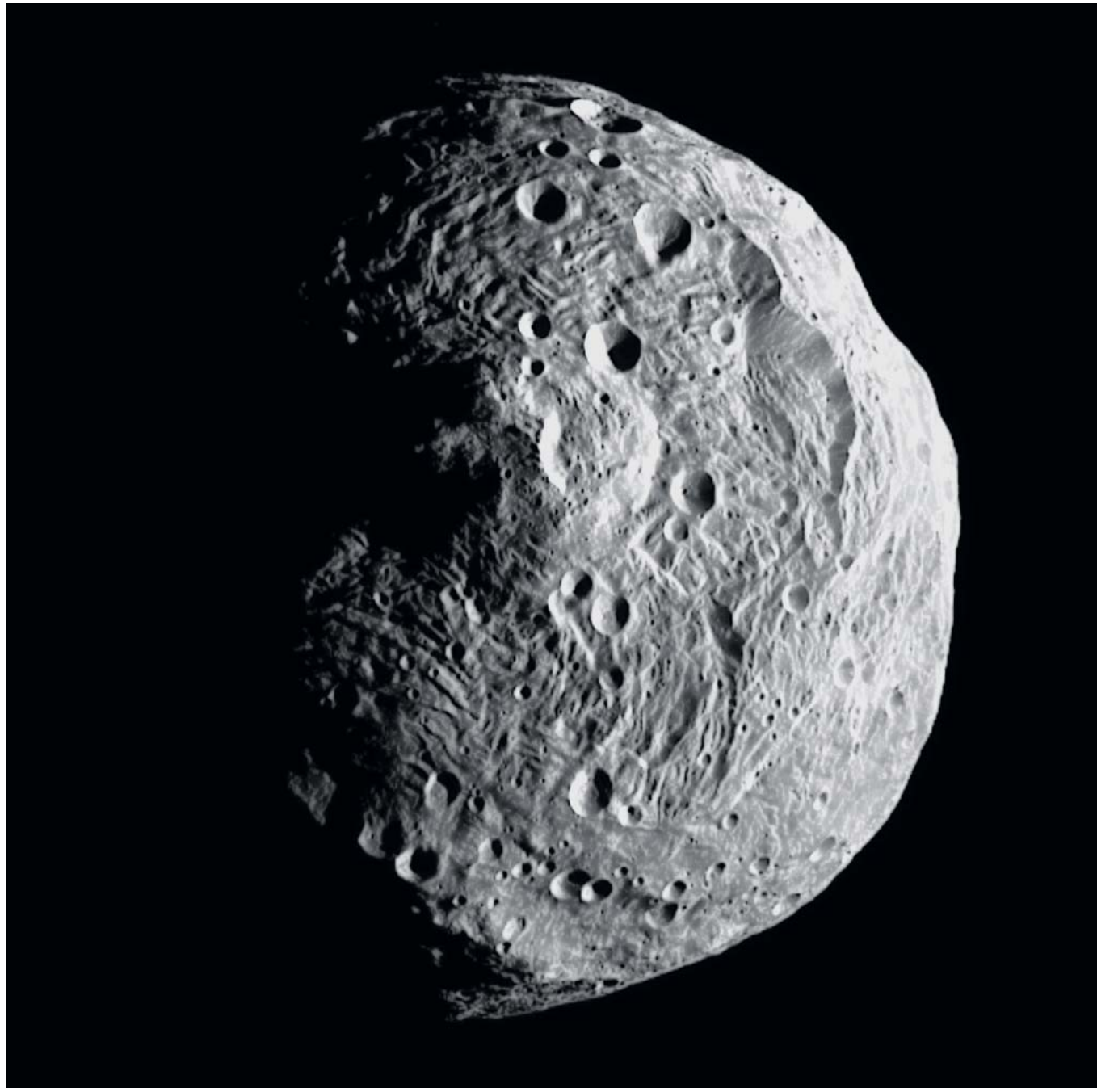
Immerhin gab es Anfang des Jahres in der Universität Bologna eine Reihe öffentlicher Vorführungen des Reaktors, organisiert durch den Kernphysiker Giuseppe Levi, der zwar wie Focardi der Universität Bologna angehört, aber an der Entwicklung des Experiments selbst nicht beteiligt war. Innerhalb dieser Demonstrationen war es interessierten Kollegen der Universität Bologna möglich, den Aufbau mit Ausnahme der Reaktorkammer zu untersuchen. Vermittelt durch die schwedische Zeitschrift „Ny Teknik“, wurden schließlich weitere Tests durch die beiden schwedischen Physiker Hanno Essen vom KTH Royal Institute of Technology in Stockholm und Sven Kullander, emeritierter Professor der Universität Uppsala, vorgenommen. Gefunden wurden bisher weder Beweise für einen Betrug noch Hinweise

auf eine überzeugende physikalische Erklärung. In „Ny Teknik“ wird beschrieben, dass der Reaktor mit Nickelpulver, Wasserstoffgas und unbekanntem Katalysator gefüllt, zunächst anhand von Wärmezufuhr „gezündet“ wird und daraufhin reproduzierbar zur Erhitzung von Wasser genutzt werden kann. Sowohl Levi als auch seine schwedischen Kollegen sind sich darin einig, dass die Funktionsweise nicht anhand chemischer Reaktionen erklärt werden kann, sondern auf stattfindende Kernreaktionen hinweist, sofern die Energieerzeugung tatsächlich ausschließlich in der Reaktorkammer stattfindet. Essen und Kullander schrieben in ihrem Bericht über den Test im März: „Da wir keinen Zugriff auf den zentralen Brennstoffcontainer sowie keine Informationen bezüglich der externen Bleiummantelung und des Kühlwassersystems haben, können wir lediglich sehr allgemeine Aussagen treffen. (...) Jeder chemische Prozess kann für die Produktion von 25 Kilowattstunden aus beliebigem Brennstoff in einem 50 Kubikzentimeter großen Behälter abgeschlossen werden.“ Gegen das Abfließen einer Kernfusion spricht allerdings, dass durch den Reaktor keine Gammastrahlung erzeugt wird, die bei Kernreaktionen zu erwarten wäre.

Die Diskussion einer Energieerzeugung mit kalter Kernfusion ist nicht unbedingt dazu geeignet, sich unter Physikern viele Freunde zu machen. Seitdem sich die 1989 von Stanley Pons und Martin Fleischmann behauptete Fusion auf der Grundlage einer Reaktion zwischen Palladium und Wasserstoff als nicht reproduzierbar herausstellte, wird innerhalb der Physik eine Energiegewinnung durch kalte Fusion weitestgehend für unmöglich gehalten. Sofern die Fachwelt Rossi überhaupt zur Kenntnis nimmt, überwiegt eine ausgeprägte Skepsis.

Die industrielle Nutzung des Rossi-Mechanismus scheint, unabhängig von seiner wissenschaftlichen Rezeption, aber bereits auf den Weg gebracht. Das in Griechenland ansässige Konsortium Defkation Green Technologies soll die Rossi-Technologie herstellen und vermarkten. Eine Entscheidung in der Frage, ob das Gebiet der Kernfusion mit einem neuen Skandal oder vielleicht doch mit einer Sensation aufwarten kann, sollte noch in diesem Jahr möglich werden, da Defkation bereits im vierten Quartal 2011 plant, einen ein Megawatt produzierenden Reaktor auf der Grundlage eines Arrays von Russischen Energie-Katalysatoren einzusetzen. Diese Entwicklung entspricht genau dem, was Andrea Rossi in seinem Webforum im Januar zur Zukunft seiner Erfindung vorschwebte: „Unser Richter ist der Markt.“ SIBYLLE ANDERL

Auf Visite zur Morgendämmerung



Vesta aus 15 000 Kilometern Entfernung, aufgenommen am 17. Juli

Foto MPI für Sonnenforschung

Nach einer 2,7 Milliarden Kilometer langen Reise, die vier Jahre dauerte, ist die amerikanische Raumsonde „Dawn“ (Morgendämmerung) nun an ihrem ersten Ziel angekommen: dem Asteroiden Vesta. In der Nacht zum Samstag ist Dawn in eine Umlaufbahn eingeschwenkt und hat sich dem zweitgrößten Objekt des sogenannten Asteroidengürtels bis auf 15 000 Kilometer genähert. Aus dieser Entfernung stammen die jüngsten Bilder des an Bord befindlichen Kamerasystems, das maßgeblich vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-

Lindau entwickelt wurde. Noch dienen die Aufnahmen vornehmlich Navigationszwecken. Doch zeigen sie bereits viele interessante Details von Vestas Oberfläche, über deren Beschaffenheit noch immer gerätselt wird. Dawn wird den Asteroiden, dessen mittlerer Durchmesser rund 530 Kilometer beträgt, ein Jahr lang umkreisen. Dabei wird sich die Sonde dem Asteroiden bis auf 200 Kilometer nähern.

Aus den Daten und Bildern, die zur Erde geschickt werden, erhoffen sich die an dem Projekt beteiligten amerikanischen und deutschen Wissenschaftler

wichtige Informationen über die Zusammensetzung und Beschaffenheit von Vestas Oberfläche sowie über die Entstehung des Sonnensystems vor etwa 4,5 Milliarden Jahren. Vesta soll in den ersten zehn bis 15 Millionen Jahren entstanden sein. In rund einem Jahr soll Dawn Vesta verlassen und den Asteroiden Ceres anfliegen, der ebenfalls im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter die Sonne umkreist. Er hat aber eine ganz andere Zusammensetzung. Dawn soll erkunden, warum die Objekte aus diesem Gürtel so gänzlich unterschiedlich sind. (mli)

Krebsgene kaltgestellt

Deutsche Forscher arbeiten an der „Anti-Onkomaus“

Die Idee klingt bestechend, sofern man nichts gegen Tierversuche hat: Zuerst gab es die „Onkomaus“, die – schließlich sogar patentierte – Labormaß, bei der man nach Ausschalten einzelner Erbanlagen beliebige Tumore erzeugen und anschließend behandeln konnte. Die Onkomaus hat unser modernes Bild vom Krebs als eine bössartige Erkrankung, die vorwiegend durch defekte Gene ausgelöst wird, entscheidend geprägt. Und nun soll es da also etwas Neues in der Pipeline der Gentechnik geben, das wie die Lösung zum Rätsel daherkommt: die „Anti-Onkomaus“. Bei ihr werden die krebsauslösenden Gene quasi biotechnisch kaltgestellt.

Die Krebsmedizin dürfte sich einiges davon versprechen. Klaus Strebhardt, Onkologe in der Gynäkologie des Universitätsklinikums Frankfurt, hat zusammen mit einer Reihe deutscher Forscher die Skizze zu diesem Zukunftsprojekt in der Zeitschrift „Nature Communications“ vorgelegt. Und die Zusammensetzung seines Teams deutet an, dass es dabei keineswegs bloß um Grundlagenforschung geht: Neben Frankfurter und Münchener Biomedizinern sind Wissenschaftler zweier deutscher Firmen beteiligt.

Die Industrie arbeitet seit Jahren gezielt an Krebswirkstoffen, die an ganz bestimmten Stellen der Tumorentstehung ansetzen: An Enzymen mit der Bezeichnung Polo-like-Kinasen, kurz PLK. Schon vor zwanzig Jahren war erkannt worden, dass diese Proteine, die chemisch gesehen Phosphatreste von einem Molekül auf ein anderes übertragen und damit wie ein Schalter funktionieren, ganz entscheidend die Teilung von Zellen regulieren. Bei entarteten Krebszellen ist die Zellteilung gestört. Tatsächlich hat sich im Laufe der Jahre herausgestellt, dass diese Schlüssel-moleküle in Tumorzellen sogar besonders reich vorhanden und aktiv sind. Der Krebs, oder jedenfalls viele Arten von Krebs, benötigen zur Wucherung viel PLK.

Damit war die Idee in der Welt, die Vertreter dieser Molekülklasse systematisch zu blockieren und damit womöglich dem Krebs das Wasser abzugruben und die ungebremste Zellteilung zu blockieren. Nachdem man zunächst erst einmal gesucht und ausprobiert hatte, ohne genau zu wissen, was passiert, sind inzwischen anderthalb Dutzend Wirkstoffe entweder in den Labors oder in der Klinik, die irgendwie in den Zellteilungsprozess eingreifen. Zwar wirken einige Stoffe, sie haben aber auch unangenehme Nebenwirkungen, indem sie nämlich auch gesunde Zellen angrei-

fen. Hinzu kommt: Der übliche Trick der Gentechniker, die PLK-Erbanlage quasi ganz auszuschalten – „K.-o.-Mäuse“ zu züchten – ging schief. Die Tiere waren gar nicht lebensfähig. Denn das PLK-Enzym ist zwar in Übermengen schädlich und krebsfördernd, aber offenbar für die Entwicklung der Mäuse unentbehrlich.

Hier nun setzt das deutsche Projekt der Anti-Krebsmaus an: Strebhardt und seinen Kollegen ist es gelungen, eine Art regulierbarer PLK-Dimmer in das Erbgut einzubauen. Immer wenn gewünscht, wird die Produktion des Gens gedrosselt, indem kleine, zum PLK-Gen passende Ribonukleinsäuren (RNA) erzeugt werden, die sich auf das Genprodukt setzen und die Kinase-Produktion herunterregulieren. Der Clou: Die interferierende RNA lässt sich mit dem Antibiotikum Doxzyklyn steuern. Sobald dieses gegeben wird, blockiert man die PLK-Produktion. Die deutschen Forscher haben diesen Eingriff mit PLK-1 an krebskranken Mäusen und anschließend an Krebszellen und gesunden Zellen in der Kulturschale getestet. Das Ergebnis ist ermutigend. Während die Krebszellen ohne PLK in den programmierten Zelltod getrieben wurden, blieben gesunde Zellen von Erwachsenen praktisch unverändert. Offensichtlich brauchen sie das Enzym nicht unbedingt, ganz anders als die Krebszellen.

Hinter der Idee der Anti-Onkomaus steht nun Strebhardts Vorstellung, dass man derart beliebig regulierbare Tumorschalter zu den verschiedensten Genen, die an der Entartung beteiligt sind, einbaut und auf diese Weise die Wirkung maßgeschneiderter Wirkstoffe simuliert. „Unsere Vorgehensweise ist auf viele andere für Krebs relevanten Zielgene übertragbar.“ Dabei geht es vor allem darum, herauszufinden, ob man mit den durch Arzneiwirkstoffe erzeugten Genblockaden nicht nur den Tumor trifft, sondern womöglich auch Schäden hervorruft. Und es geht um ein System, das am Ende vielleicht sogar herauszufinden hilft, welches die schonendsten Medikamente zur Vorbeugung von Krebs sind. So weit ist man allerdings lange nicht. Denn mittlerweile weiß man zwar schon einige Details über krebsfördernde Schlüssel-moleküle. Aber weshalb und unter welchen Bedingungen neue Wirkstoffe die komplexen und leider oft mehrfach gestörten Gen-Netzwerke in entarteten Zellen beeinflussen, ohne im gesunden Gewebe Schaden anzurichten, das bleibt auch mit kontrollierten Genblockaden noch schwer vorherzusagen. JOACHIM MÜLLER-JUNG

Viel trinken müssen – eine Mär?

Viel trinken – das ist ein häufiger Rat, auch an Gesunde. Doch jetzt weisen mehrere Ärzte darauf hin, dass dem Wasserkult die wissenschaftliche Grundlage fehlt.

Von
Nicola von Lutterotti

Man muss viel trinken, das sei gut für die Gesundheit, die Schönheit, den Geist, so heißt es. Und um das tägliche Quantum zu bewältigen, solle man sich am besten einen Trinkplan zulegen. Durst allein scheint danach kein geeignetes Maß für den Wasserbedarf zu sein. Wer trotz aller Warnungen die Wasserflasche leicht aus dem Blick verliert, kann sich deshalb jetzt auch eine Trink-App auf Handy runterladen. Ein schriller Piepton erinnert dann in regelmäßigen Abständen daran, dass der körpereigene Wasserpegel schon wieder gefallen ist und somit Nachschub benötigt wird. Von der Getränkeindustrie meisterlich orchestriert, trägt das Hohelied auf die wundersamen Wirkungen prall gefüllter Flüssigkeitsspeicher inzwischen stattliche Früchte. Wohin der Blick auch schweift – überall stehen, gehen, rollen und laufen sie, die um ihr Wohl besorgten Wasserträger.

Die beachtliche Anhängerschaft des modernen „Wasserkults“ darf freilich nicht darüber hinwegtäuschen, dass das Vieltrinken-Müssen wissenschaftlich auf äußerst wackeligem Fundament steht. Sicherlich, ohne Wasser kann der Mensch nur wenige Tage überleben und muss Flüssigkeitsverluste daher ausgleichen. Wie viel Wasser ein Individuum benötigt, hängt aber von etlichen Faktoren ab, wie dem genetischen Hintergrund, der herrschenden Außentemperatur und dem Ausmaß an körperlicher Aktivität. Mitunter kann ein erhöhter Wasserverbrauch aus therapeutischer Sicht geboten sein, etwa wenn es darum geht, den Abgang von Nierensteinen zu begünstigen. Viel weniger klar ist, ob ein erhöhter Flüssigkeitskonsum auch gesunden Menschen zugutekommt. Die ein-

schlägigen Fachgesellschaften raten, täglich mindestens eineinhalb Liter – das sind sechs bis acht Gläser – Flüssigkeit aufzunehmen. Solche vom Durst unabhängige Trinkvorgaben hält die britische Allgemeinärztin Margaret McCartney aus Glasgow für Unsinn. Wie sie im „British Medical Journal“ erklärt (doi: 10.1136/bmj.d4280), entbehren derartige Empfehlungen einer soliden wissenschaftlichen Grundlage.

Ähnlich kritisch äußern sich die amerikanischen Nephrologen Dan Negoianu und Stanley Goldfarb von der Universität in Philadelphia (Pennsylvania) im „Journal of the American Society of Nephrology“ (Bd. 19, S. 1041). Nicht nachvollziehbar ist demnach, wer die mittlerweile etablierten Trinkmengenempfehlungen in Umlauf gebracht hat und auf welchen Forschungserkenntnissen diese beruhen. Denn die Fachliteratur enthalte keine Daten, die solche Vorgaben rechtfertigten. Auch die Behauptung, ein erhöhter Flüssigkeitskonsum beuge verschiedenen Krankheiten vor und lasse die Haut straffer erscheinen, steht laut den beiden Nierenärzten wissenschaftlich auf tönernen Füßen. Für einen solchen Zusammenhang gebe es keine stichhaltigen Beweise.

Was bei den Diskussionen um den echten oder vermeintlichen Wasserbedarf oft sprichwörtlich untergeht: Der menschliche Organismus verfügt über eine Reihe von Regulationsmechanismen, die Flüssigkeitsverlusten äußerst effizient entgegenwirken. Durst ist einer davon. Dass dieses entwicklungsgeschichtlich bewähr-

te Alarmsignal nicht richtig funktionieren soll, wie von der Trinklobby insinuiert, erscheint aus Evolutionsicht aber wenig plausibel. Eine Missachtung des körperegesteuerten Trinkverlangens kann mitunter sogar Schaden anrichten. Wie die Erfahrungen im Ausdauersport zeigen, führt eine übermäßige Flüssigkeitszufuhr bei manchen Menschen zu einer kritischen Verdünnung des Elements Natrium im Blut. Im Extremfall mündet ein solcher Natriummangel, eine Hyponatriämie, in Wasseransammlungen in den Organen bis hin zu einer – unter Umständen tödlichen – Hirnanschwellung.

Die Häufigkeit von sportbedingten Hyponatriämien habe Ende des vergangenen Jahrhunderts auf einmal stark zugenommen, schreibt Timothy Noakes vom Institut für Sportwissenschaften der Universität in Cape Town/Südafrika im „British Journal of Sports Medicine“ (Bd. 45, S. 475). Denn die tonangebenden sportmedizinischen Fachgesellschaften hätten damals empfohlen, bei der Ausübung von – schweißtreibenden – Sportarten viel zu trinken. Wie neuere Untersuchungen zeigen, weisen mittlerweile bis zu 13 Prozent aller Marathonteilnehmer, darunter vorwiegend unerfahrene Läufer, Anzeichen einer Hyponatriämie auf. Der Verlust von Natrium über den Schweiß scheint dabei eine untergeordnete Rolle zu spielen. Maßgeblich verantwortlich für diese Störung ist vielmehr ein übermäßiger Flüssigkeitskonsum – ob mit oder ohne Zusatz von Elektrolyten. Darauf verweisen der amerikanische Sportmediziner James Winger vom Medizinischen Zentrum der Universität in Maywood (Illinois) und zwei Kollegen im „British Journal of Sports Medicine“ (Bd. 45, S. 646).

Viele der einflussreichen sportmedizinischen Fachgesellschaften sind inzwischen bereits wieder zurückgerudert und haben ihre Trinkmengenempfehlungen gleichsam eingedampft. Einige Experten halten solche Vorgaben insgesamt für kontraproduktiv, zumal der Flüssigkeitsbedarf individuell unterschiedlich ist. So empfiehlt die International Marathon Medical Directors Association (IMMDA) sportlich aktiven Personen, die Flüssigkeitsaufnahme vornehmlich nach dem Durstgefühl zu richten („Clinical Journal of Sports Medicine“, Bd. 16, S. 283). Mitunter könne es allerdings sinnvoll sein, mehr zu trinken, als der Körper fordert. Das sei etwa der Fall, wenn hohe



Trink, soviel Du kannst!

Foto Waldhaus

Fortsetzung auf der folgenden Seite

Das begabte Reptil

Dieser Tage ist viel von „überraschenden Biologen“ die Rede, von einer „widerlegten wissenschaftlichen Meinung“ und einem „vollkommen unerwarteten Befund“. Letzteres ist ein Zitat von Manuel Leal, dem Autor der Studie, die nach Erscheinen in den „Biology Letters“ für so viel Aufsehen gesorgt hat. Der Amerikaner Leal konnte zeigen, dass Eidechsen einen Test mit Brauerei und Vögel erfolgreich absolviert hatten. Bei dem Versuch mussten Eidechsen der Art „Anolis evermanni“ einen Wurm in einem von zwei Löchern finden. Das Loch mit dem Wurm war mit einem Deckel bedeckt. Vier von sechs Eidechsen bestanden den Test, indem sie den Deckel entfernten. Würden beide Löcher mit unterschiedlichen Deckeln bedeckt, liefen die Eidechsen weiter zu dem Loch, auf dem sich der richtige Deckel befand. Als Leal den Wurm in das bisher leere Loch unter den anderen Deckel legte, lernten zwei der Eidechsen sogar, wo der Wurm von nun an zu finden war. Diese Flexibilität sei unerwartet gewesen, weil man die kognitiven Fähigkeiten von Eidechsen im Allgemeinen für begrenzt halte, schreibt Leal. Die Deutsche Presse-Agentur bringt es kurzerhand auf die Formel: „Eidechsen so schlau wie Vögel und Säugetiere“. Ein Paradigmenwechsel also? Müssen jetzt die Biologiebücher neu geschrieben werden? Aber halt – erinnern wir uns an andere neuere Erkenntnisse der Verhaltensforschung: Fische haben Kundenkontakte. Raben schmieden Allianzen. Dohlen können sich in ihr Gegenüber hineinversetzen. Die Annahme, Spezies, die im Vergleich zum Menschen als weniger entwickelt gelten, seien zu bestimmten kognitiven Leistungen nicht in der Lage, ist immer wieder erschüttert worden. Dass wir uns jetzt auch von Eidechsen überraschen lassen, ist nur ein weiterer Beleg dafür, wie wenig Gefühl wir für die Fähigkeiten von Tieren haben, seitdem sie uns nicht mehr im täglichen Leben begegnen. Fast könnte man meinen, dass wir uns wieder hinter die Vorstellung vom Menschen als „Krone der Schöpfung“ zurückziehen. Darüber ist wohl auch das Gespür dafür verlorengegangen, welche Fähigkeiten die Arten im Zuge der Evolution erworben haben könnten, um in ihrem Lebensraum zurechtzukommen – im Fall der Eidechsen etwa die Beutesuche in wechselhafter Umwelt. huch

Gewalt verändert Genom der Kinder

Frauen, die in der Schwangerschaft von ihrem Partner geschlagen werden, haben zu den körperlichen und seelischen Schmerzen noch eine weitere Bürde zu tragen: Das Leid überträgt sich auf ihre Kinder im Bauch. Was schon bei Tierexperimenten gezeigt worden war, hat sich nun bei Untersuchungen an der Universität Konstanz mit 25 Müttern im Alter von 29 bis 51 Jahren und deren zehn bis neunzehn Jahre alten Kindern bestätigt: Sind die Schwangeren häuslicher Gewalt ausgesetzt, kommt es offenbar durch die Ausschüttung von Stresshormonen in dem Gen für den Glucocorticoid-Rezeptor der Kinder dauerhaft zu epigenetischen Veränderungen. Es kommt zu einer stärkeren chemischen Veränderung in der Kontrollregion des Gens durch die Besetzung mit Methylgruppen. Das hat die Gruppe um den Evolutionsbiologen Axel Meyer und den Psychologen Thomas Elbert im Blut der Kinder nachgewiesen. Zwar ist noch nicht klar, wie dieser Stresseffekt ursächlich funktioniert, aber der Zusammenhang zwischen Gewalt und verändertem epigenetischem Status der Kinder sei extrem auffällig, berichten die Forscher in der Zeitschrift „Translational Psychiatry“ (doi: 10.1038/tp. 2011.21). Durch diese im Mutterleib erworbene Veranlagung seien die Kinder im späteren Leben vermutlich anfälliger für Stress und psychische Erkrankungen. F.A.Z.

Heute

Schatz im Tiefseeschlamm

Die Seltenen Erden sind unverzichtbare Metalle für viele Hightech-Produkte. Im Pazifikboden ist man jetzt auf größere Vorkommen gestoßen. Doch die Stoffe dort zu heben ist aufwendig und risikoreich. **Seite N2**

Hitler und das Charisma

Hans-Ulrich Wehler und Ludolf Herbst in einer Kontroverse über die richtige Deutung des nationalsozialistischen Herrschaftsapparats: Wie viel Zustimmung, wie viel Einschüchterung? **Seite N4**

Ein Werk des Wiederaufbaus

Das war, schreibt der Historiker Christopher Clark, die Gründung der Staatsbibliothek vor 350 Jahren. Mitten in einem verwüsteten Land sollte gedrucktes Wissen gesammelt und gesichert werden. **Seite N5**