

Funkeln in den Tiefen des Weltalls

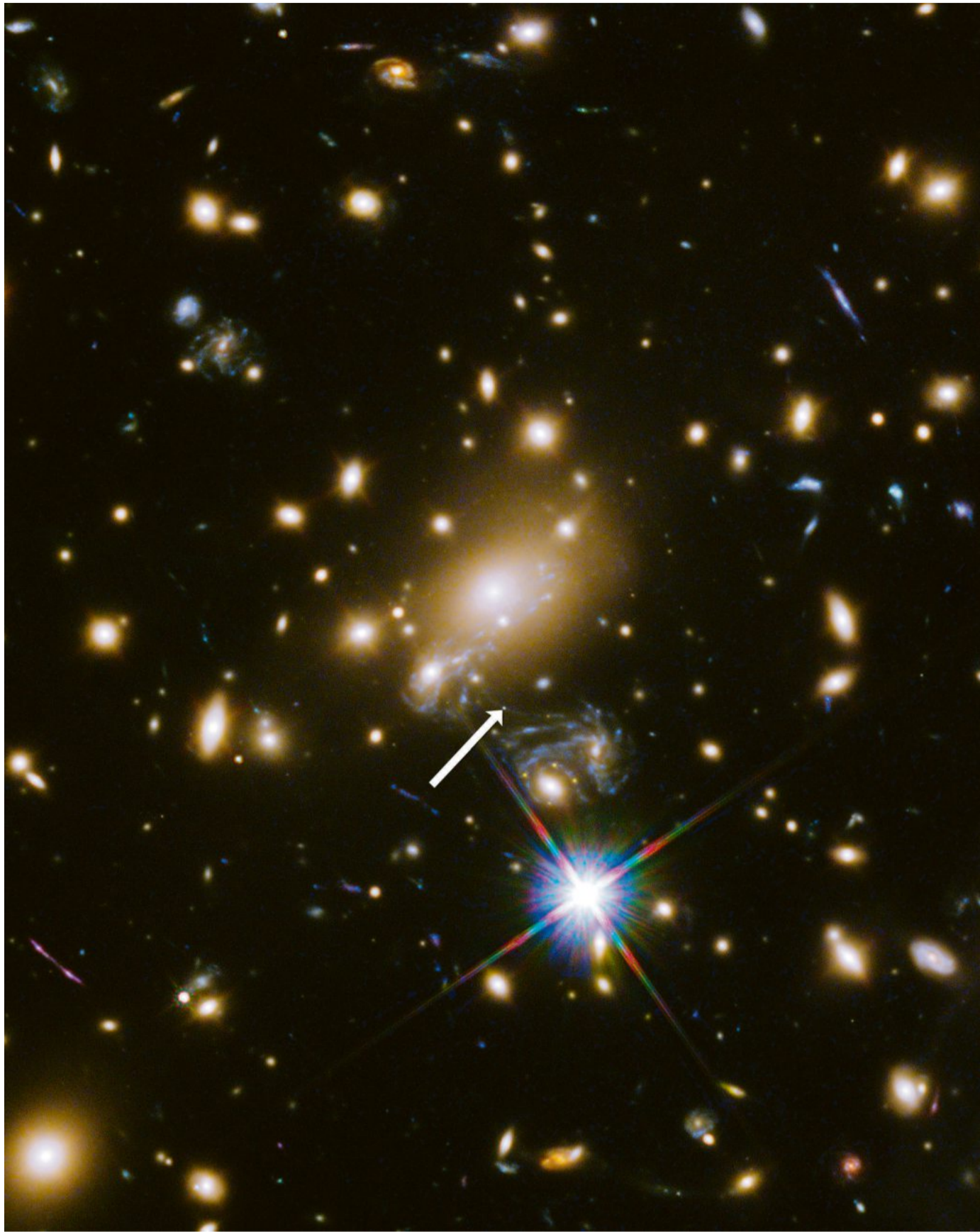
Astronomen haben mit dem Weltraumteleskop Hubble den bislang fernsten Stern entdeckt. Sein Flackern hat ihn verraten.

Von Jan Hattenbach

Mit Hilfe des von Albert Einstein vorhergesagten Gravitationslinseneffekts haben Astronomen einen Stern in einer rund neun Milliarden Lichtjahre entfernten Galaxie ausgemacht. „MACS J1149 Lensed Star 1“, oder kurz „LS1“, ist damit der am weitesten entfernte jemals beobachtete Stern. Eine zweite Astronomen-Gruppe fand mit dem gleichen Effekt unabhängig davon zwei weitere Sterne in einer anderen, nicht ganz so weit entfernten Galaxie. Die beiden Arbeiten, jüngst veröffentlicht in der Fachzeitschrift „Nature Astronomy“, stellen einen Meilenstein in der Erforschung ferner und junger Galaxien dar (doi: 10.1038/s41550-018-0430-3 und 10.1038/s41550-018-0405-4).

Selbst mit den größten Teleskopen der Welt sind einzelne Sterne normalerweise zu lichtschwach, um in derart großer Entfernung noch wahrgenommen werden zu können. Ausnahmen sind Sternexplosionen, etwa Supernovae, bei denen Sterne ihre Leuchtkraft kurzfristig enorm steigern. „LS1“ ist aber ein recht normaler, wenngleich im Vergleich zur Sonne heißer, blauer Riesenstern, berichten die Astronomen um Patrick Kelly von der University of California in Berkeley in ihrem Aufsatz. Sie fanden ihn beim Studium von Aufnahmen des massereichen Galaxienhaufens MACS J1149+2223, die das Weltraumteleskop Hubble aufgenommen hatte. Dieser Haufen, zu dem etliche Galaxien ähnlich unserer Milchstraße gehören, ist den Astronomen als Gravitationslinse bekannt: Seine enorme Schwerkraft verzerrt und verstärkt das Licht von weiter im Hintergrund liegenden, fernerer Galaxien.

Im Jahr 2014 hatten Kelly und sein Team so die erste von einer Gravitationslinse verstärkte Supernova gefunden. Das Licht dieser nach dem norwegischen Astronomen Sjur Refsdal benannten Sternexplosion wurde durch die Wirkung des Galaxienhaufens auf mehrere unterschiedliche Wege gelenkt, so dass die Supernova scheinbar mehrfach an verschiedenen Himmelspositionen aufleuchtete, und das im Abstand von mehreren Mona-



Der markierte Stern ist neun Milliarden Lichtjahre entfernt. Sichtbar wird er nur durch den Gravitationslinseneffekt. Foto Esa, Nasa

Genetik im Zentrum einer neuen „Rassen“-Debatte

Der Harvard-Forscher David Reich betritt ein Minenfeld

In den letzten zwanzig Jahren fand eine atemberaubende wissenschaftliche Revolution in der Genetik statt: sowohl bezüglich der Methoden der Datensammlung wie auch der Analysen der riesigen Datenmengen. Sie führte nicht nur zu einem besseren Verständnis unseres Genoms, auch die Geschichte des Homo sapiens musste umgeschrieben werden. Die Sequenzierung ausgestorbener Verwandter wie der Neandertaler und der Denisovans zeigt, dass deren genetische Spuren noch heute wegen Genaustausch in unserem Genom zu finden sind. Auch Wanderungen, Verdrängungen und Durchmischungen von Populationen über die letzten Jahrtausende lassen sich an Genomvergleichen ablesen.

Es gibt Probleme in der Genetik, von denen man als Forscher aber besser die Finger lässt. Dazu gehört jedenfalls ein Thema wie „Rasse und Genetik“. David Reich von der Harvard-Universität hat es in seinem gerade erschienenen Buch „Who we are and how we got here“ (Pantheon), in dem er über die genetisch bunte Geschichte der Menschheit schreibt, trotzdem behandelt – und sich damit gleich vehemente Kritik eingehandelt.

Reich forscht seit Jahren über die molekulargenetische Geschichte von Homo sapiens, unseren Ahnen und ausgestorbenen Verwandten. Er ist nicht nur einer der meistzitierten Forscher auf diesem Feld, sondern auch einer der vorsichtigsten. Er weiß, dass jede noch so gutgemeinte Forschung, etwa zu medizinisch relevanten Unterschieden zwischen Populationen, zu pseudowissenschaftlichen, politisch zwielichtigen oder gar rassistischen Zwecken missbraucht werden kann. Deshalb versucht er sich geradezu überdeutlich von jeder Tendenz zu solchen Verwendungen abzugrenzen. Doch das nützt ihm nichts. Sein wenige Tage vor dem Erscheinen des Buchs Ende März in der „New York Times“ publizierter Artikel „How genetics is changing our understanding of „race““ löste eine Welle von Kommentaren aus. Als Reich einige Tage später mit einem weiteren Artikel auf sie reagierte, erschien gleichzeitig eine Replik von 68 Wissenschaftlern, in der Mehrzahl aus den Geistes- und Sozialwissenschaften, auf BuzzFeed: „How not to talk about race and genetics“. Die Wellen schlagen hoch.

Spätestens seit dem Buch des Anthropologen Ashley Montagu „Man's most

dangerous myth: the fallacy of race“ von 1942 setzte sich die orthodoxe Meinung – so nennt sie Reich – durch, dass „Rassen“ lediglich ein soziales Konstrukt seien und keine biologische Realität haben. Ein Beispiel für die damit angeschnittene Problematik wären etwa die unterschiedlichen Zuschreibungen von „black“ in den Vereinigten Staaten, Brasilien und Südafrika. Die Datenlage zu dieser Frage wird aber zunehmend klarer. Genetische Unterschiede innerhalb und zwischen ethnischen Gruppen können immer genauer gemessen und – wenn auch sicher noch unvollständig – verstanden werden. Obwohl menschliche Populationen einander bemerkenswert ähnlich sind und der allergrößte Teil der genetischen Variation innerhalb und nicht zwischen ihnen zu finden ist, können sie dennoch oft klar genetisch voneinander unterschieden werden. Firmen wie 23andme, mit der Reich zusammenarbeitet, und Ancestry.com liefern ihren Millionen von Kunden mehr oder weniger verlässliche Informationen über die geographische Herkunft ihrer Vorfahren, medizinische Aspekte und andere Merkmale und Eigenschaften. Problematik und Verlässlichkeit solcher Analysen werden von Reich in seinem Buch ausführlich behandelt. Doch die unbequeme Wahrheit, um die es Reich auch geht, ist, dass sozial konstruierte Rassenzuweisungen oft mit genetischen Unterschieden übereinstimmen. „Rassen“ seien demnach eben nicht nur ein rein kulturelles Konstrukt, sie spiegeln auch messbare genetische Unterschiede wider, die möglicherweise auch für physiologische und kognitive Unterschiede verantwortlich sein könnten.

Reich plädiert für eine informierte Auseinandersetzung mit solchen genetischen Erkenntnissen, gerade auch, damit sie nicht von Rassisten ausgenutzt werden können. Sie müssten die Basis für eine offene und wissenschaftliche Diskussion sein, denn ein Verschweigen dieser genetischen Unterschiede bedeute, den Kopf in den Sand zu stecken. So blauäugig betrat Reich ein Minenfeld. Dafür, dass er sich das im Unterschied zu anderen Humangenetikern traute, kann man ihm den Respekt nicht versagen. AXEL MEYER

Der Autor ist Evolutionsbiologe und Genomforscher an der Universität Konstanz. Zuletzt erschien von ihm das Buch „Adams Apfel und Evas Erbe“ (C. Bertelsmann, 2015). Zurzeit ist er Fellow am Radcliffe Institute for Advanced Study an der Harvard University.

Nur das Beste für den Nachwuchs

Honigbienen füttern ihre Larven mit einer besonderen Pollenkost

Chemische Waffen sind im Pflanzenreich weit verbreitet. Ein Küchenkraut namens Borretsch wehrt sich zum Beispiel mit Pyrrolizidinalkaloiden gegen hungrige Pflanzenfresser. Solche Toxine können nicht nur die Leber schädigen. Indem sie das Erbgut verändern, können sie langfristig auch Krebs hervorrufen. Toxikologen empfehlen deshalb, den Borretsch, wenn überhaupt, nur sparsam in der Küche zu verwenden. Giftstoffe können in allen Pflanzenteilen stecken. Mitunter ist die Konzentration in den Pollenkörnern sogar noch höher als in den Blättern. Für Insekten, die sich am Nektar laben und dabei Pollen von Blüte zu Blüte tragen, spielt das keine Rolle. Bienen sammeln jedoch große Pollenmengen ein, um sich und ihren Nachwuchs mit Proteinen zu versorgen. Dass Arbeiterinnen der Honigbiene auf Pyrrolizidinalkaloide nicht sonderlich empfindlich reagieren, haben jetzt Schweizer Wissenschaftler gezeigt. Als weitaus sensibler entpuppten sich hier die Larven. Wie Christina Kast vom Zentrum für Bienenforschung in Bern und ihre Kollegen herausfanden, ist die Bienenbrut trotzdem nicht in Gefahr, durch Pyrrolizidinalkaloide vergiftet zu werden. Das Futter für die Larven enthält nämlich nur minimale Toxinnengen.

Als Pollenquelle diente der Pyrrolizidinalkaloide produzierende Gewöhnliche Natternkopf (Echium vulgare). Dieser Vertreter der Borretschgewächse gedeiht vor allem auf sandigem oder steinigem Boden, nicht selten auch an Wegrändern. Im Sommer präsentiert er wochenlang Blüten, die rosarot aufblühen und sich dann allmählich blau färben. Schmetterlinge besuchen den Natternkopf gern, um Nektar zu saugen, und Bienen fliegen ebenfalls auf diese Blume. Außer Nektar sammeln sie dort auch Pollen. Deshalb stellt sich die Frage, wie schädlich ist das gattungstypische Pyrrolizidinalkaloide Echimidin für Honigbienen? Um das zu klären, haben Christina Kast und ihre Kollegen Frühlingspollen, der nicht von Natternkopfbüten stammte, aus den Bienenstöcken geholt. Später im Jahr wurde dieser Pollen mit dem Giftstoff des Natternkopfs angereichert und an Honigbienen verfüttert, die gerade aus ihrer Puppenhülle geschlüpft waren. Wie die Forscher in den „Proceedings of the Royal Society B“ (doi: 10.1098/rspb.2017. 2849) berichten, nahm die Lebenserwartung der Bienen erst dann merklich ab, als sie als junge Arbeiterinnen etwa hundert Mikrogramm Echimidin geschluckt hatten. Damit sich die Bienen eine derart hohe

Dosis einverleiben, müsste das gesamte Volk ausschließlich Pollen von Natternkopfbüten sammeln. Das ist jedoch unrealistisch, weil der Natternkopf nirgends in Monokultur wächst.

Jede einzelne Honigbiene spezialisiert sich zwar gern auf eine bestimmte Art von Blüten. Die vielen Sammlerinnen eines Bienenvolks besuchen aber ganz verschiedene Blumen, die in der Umgebung blühen. Arbeiterinnen, die im Innendienst tätig sind, stellen aus dem gesammelten Pollen sogenanntes Bienenbrot her, indem sie diesen mit Honig vermengen. Pollenkörner unterschiedlicher Herkunft werden dabei zwangsläufig vermischt. Von dem Bienenbrot zehren dann vor allem junge Arbeiterinnen, die sich der Brutpflege widmen. Dank solch eiweißreicher Verpflegung können sie mit ihren Schlund- und Mandibeldrüsen ein milchiges Sekret produzieren, sogenannte Bienenmilch. Damit ernähren sie die Larven in den Brutwaben. Künftige Königinnen werden sogar ausschließlich mit dieser besonders bekömmlichen Kost großgezogen.

Wenn die Arbeiterinnen mit dem Bienenbrot auch eine Portion Pyrrolizidinalkaloide zu sich nehmen, ist zu erwarten, dass diese Giftstoffe auch in den Sekreten der Schlund- und Mandibeldrüsen vorhanden sind. Wie viel von den Toxinen dort ankommt, wollten die Schweizer Wissenschaftler genauer erkunden. Deshalb mischten sie noch einmal Echimidin ins Bienenbrot. Die Konzentration entsprach in etwa jener, die in Schweizer Bienenstöcken maximal aufgefunden



Honigbiene saugt Nektar an einer blauen Borretschblüte. Foto Mauritius Images

ten. Kelly und seine Kollegen untersuchten den Galaxienhaufen nach möglichen weiteren „Bildern“ der Supernova, als sie auf das flackernde Licht von LS1 stießen.

Dass es sich hierbei nicht um eine weitere Sternexplosion handelte, erkannten die Forscher am Spektrum des Objekts, also an der Verteilung seiner Strahlung bei verschiedenen Energien: Bei einer Supernova ändert sich diese im Laufe der Zeit. Bei LS1 hingegen blieb sie, wie bei einem normalen Stern, weitgehend konstant, obwohl sich die Helligkeit von LS1 recht abrupt änderte. Dieses Flackern erklären sich die Forscher deshalb durch sogenannte „Mikrolinsenergebnisse“: Zusätzlich zur Wirkung der großräumig verteilten Materie im Galaxienhaufen können kleine kompakte und bewegliche Objekte, etwa „Wolken“ aus Dunkler Materie, aus Sicht der Erde vor dem fernerer Stern LS1 vorbeiziehen. Dabei kommt es zu einer zusätzlichen Linsenwirkung und damit zu einer Verstärkung des Sternenlichts um einen Faktor 2000 und mehr. Das Flackern entsteht also nicht in LS1 selbst, sondern ist Folge der variablen Gravitationslinsenwirkung des Galaxienhaufens.

Auch die beiden Sterne, die Steven Rodney von der amerikanischen Universität South Carolina und seine Mitarbeiter hinter einem anderen Galaxienhaufen fanden, zeigten plötzliche Helligkeitsänderungen. Hier sind sich die Forscher allerdings nicht sicher, ob diese ebenfalls durch Mikrolinsen oder doch durch Veränderungen der Sterne selbst ausgelöst werden. Womöglich handelt es sich bei diesen Objekten um besonders leuchtkräftige veränderliche Sterne oder um sogenannte wiederkehrende Novae, also Vorläufer späterer Supernovae. Die Datenlage reiche in diesem Fall nicht aus, um eine eindeutige Entscheidung zu treffen, erklären Rodney und seine Kollegen.

Beide Entdeckungen haben für die Astronomie herausragende Bedeutung: Sie demonstrieren, dass es mit Hilfe des Gravitationslinseneffekts möglich ist, einzelne Sterne in extrem weit entfernten Galaxien zu untersuchen. Im kommenden Jahrzehnt werden neue automatisierte Großteleskope in Betrieb gehen, die den gesamten Himmel mit hoher Empfindlichkeit regelmäßig abfotografieren werden. Diese dürften zahlreiche weitere solcher exotischen Objekte finden. Deren Untersuchung – die Arbeiten von Kelly, Rodney und ihren Mitstreitern sind da nur der Anfang – könnten wichtige Fragen der gegenwärtigen Astronomie klären. So hoffen Forscher nicht nur auf neue Erkenntnisse über die Entwicklung von Sternen in der Frühzeit des Universums, sondern auch darauf, zu erfahren, was es mit der rätselhaften Dunklen Materie auf sich hat, von der die großen Galaxienhaufen regiert werden.

wurde. Arbeiterinnen, die sich von derart präpariertem Futter ernährten, erzeugten erstaunlicherweise Bienenmilch, deren Echimidin-Konzentration aber ungefähr nur ein Tausendstel davon betrug. Der Gehalt an Pyrrolizidinalkaloiden blieb somit weit unter dem Wert, der die Überlebenschancen der Bienenlarven merklich gemindert hätte.

Die Brut mit den Produkten spezieller Drüsen zu füttern, statt sie einfach mit Pollen abzuspeisen, hat für die Honigbienen aber noch weitere Vorteile: Pollenkörner enthalten viel schwer verdauliches, neben komplexen Kohlenhydraten auch die äußerst widerstandsfähigen Komponenten der Pollenwand. Ihnen können die Verdauungsenzyme kaum etwas anhaben. Bienenmilch ist dagegen ausgesprochen leicht verdaulich, was nicht bloß die Entwicklung der Larven beschleunigt. Weil nach dem Verdauungsprozess nur wenig davon übrigbleibt, haben es die Honigbienen leichter, die Brutwaben sauber zu halten. Durch die antimikrobielle Wirkung der Bienenmilch ist die darin herumschwimmende Larve außerdem gut vor Infektionen geschützt.

Die zahlreichen Arten von Wildbienen, die sich in Europa tummeln, produzieren im Gegensatz zu den Honigbienen kein nahrhaftes Sekret. Stattdessen ernähren sie ihre Brut mit einer Art Bienenbrot. Die Larven müssen also mit dem unverminderten Giftstoffgehalt des Pollens zurechtkommen. Hummeln neigen freilich dazu, mehr als eine Blütensorte zu besuchen. Wodurch sie die Konzentration einzelner Toxine wahrscheinlich in Grenzen halten. Auch die Königin, die im Frühjahr ihren Nachwuchs zunächst ganz allein versorgen muss, trägt eine abwechslungsreiche Mischung verschiedenartiger Pollenkörner nach Hause.

Unter den Mauerbienen der Gattung Osmia gibt es hingegen einige Arten, die ausschließlich Pollen des Natternkopfs sammeln. Anscheinend haben sich diese Wildbienen im Laufe der Evolution mit den speziellen Pyrrolizidinalkaloiden des Natternkopfs arrangiert. Mit neuartigen Insektiziden wie den Neonikotinoiden konfrontiert, sind Wildbienen aber ebenso überfordert wie Honigbienen. Anders als manche Insekten, gegen die sich die Schädlingsbekämpfungsmittel eigentlich richten, existieren Bienen nämlich nur in mäßig großen Populationen und vermehren sich eher langsam. Schlechte Voraussetzungen, um in absehbarer Zeit ein genetisches Outfit zu entwickeln, das resistent macht gegen die fraglichen Giftstoffe. DIEMÜT KLÄRNER

Wissen in Kürze

Eine „Diät nach Genty“ bringt nichts. Ein einfacher Gentyest von einem Wangenabstrich könne einem sagen, welche Diät den größten Erfolg verspricht, so lautet die Idee dahinter – zumindest, sofern die Diät an den genetisch determinierten Stoffwechsel-Typus angepasst sei. Gemeint ist entweder kohlenhydratarmer oder eher fettarmer Kost. In einer Studie der Universität Stanford mit 609 übergewichtigen Erwachsenen nahmen die Teilnehmer im Schnitt gut 5,5 Kilo ab – gleich ob mit fettarmer Diät oder mit kohlenhydratarmer und unabhängig von ihrem Gentytypus. „Das Geld für Gentyests zum Abnehmen kann man sich sparen“, sagt Hans Hauner, Chef-Ernährungsmediziner an der Technischen Universität in München. „Gene spielen zwar eine Rolle, aber die Genetik ist viel zu kompliziert, als dass man das mit einem Test messen könnte.“ Dauerhaft Gewicht verlieren könne man nur mit einer Verhaltensänderung. (fewi)

Unerwünschte Nebenwirkungen sind vor allem bei älteren Menschen, die täglich viele Arzneien schlucken, häufig der Grund dafür, dass Noteinweisungen und nachfolgend stationäre Behandlung in Kliniken notwendig werden. Bei 10 174 Behandlungsfällen in vier deutschen Kliniken über einen Beobachtungszeitraum von einem Monat waren 665 Verdachtsfälle auf unerwünschte Arzneimittelnebenwirkungen registriert worden. Das entspricht knapp 6,5 Prozent. Im „Deutsches Arzteblatt“ berichtet eine Gruppe um Julia Stingl von der Universität Bonn, dass in zwei Prozent der Einweisungen sicher von Nebenwirkungen ausgegangen wird, beim größeren Rest konnte zumindest ein möglicher Zusammenhang festgestellt werden. Oft handelt es sich um „Blutverdünner“ – um antithrombotische Mittel – oder um Blutdrucksenker. (jom)

Ist ein älterer Mensch depressiv, könnte das ein Frühzeichen von Alzheimer sein – lange bevor es zu Gedächtnisproblemen und Demenz kommt. In einer Harvard-Studie mussten 270 Senioren ohne Demenz jedes Jahr einen Test machen, ob sie eine Depression bekommen würden. Am Anfang bestimmten die Forscher mit Hirnaufnahmen die Menge an Amyloid im Gehirn, das sich dort typischerweise bei Alzheimer ablagert. Fazit: Je mehr Amyloid bei einem Senior nachzuweisen war, desto depressiver wurde er in den nächsten fünf Jahren. „Eine Depression scheint ein Frühzeichen für Alzheimer zu sein“, sagt Robert Pernecky, Psychiater an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. „Das Amyloid stört vermutlich Netzwerke im Hirn, die unsere Emotionen kontrollieren.“ Unklar ist noch, ob die Betroffenen später alle Alzheimer bekommen. Sei ein Senior grundlos niedergeschlagen, solle man das abklären lassen. Pernecky: „Auch wenn er am Ende keine Alzheimer-Erkrankung hat, eine antidepressive Behandlung erhöht die Lebensqualität enorm.“ (fewi)

Die Aufarbeitung und Verwertung von Elektroschrott ist nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch ökonomisch durchaus rentabel. Gefragte Metalle wie Gold und Kupfer können inzwischen merklich günstiger durch Recycling alter Elektrogeräte gewonnen werden als über den konventionellen Bergbau und anschließender Verhüttung. Das zeigt eine Studie einer chinesisch-australischen Forschergruppe in der Zeitschrift „Environmental Science & Technology“. Jinhui Li von der Tsinghua Universität in Peking und seine Kollegen haben berechnet, dass der Preis von Gold oder Kupfer, die man in China mit modernen umweltschonenden Recyclingverfahren etwa aus alten Fernsehgeräten gewinnt, rund ein Zehntel des offiziellen Rohstoffpreises beträgt. Jedes Jahr fallen laut eines UN-Berichts weltweit rund 40 Millionen Tonnen Elektroschrott an, Tendenz steigend. (mli)

Antiwasserstoff und Wasserstoff scheinen sich, auch spektroskopisch gesehen, absolut identisch zu verhalten. Das ist der Befund einer Forschergruppe, die seit Jahren am europäischen Forschungszentrum Cern bei Genf mit immer ausgefeilteren Experimenten nach Unterschieden in den Eigenschaften von Materie und Antimaterie fahndet. Jeffrey Hangst von der Aarhus University in Dänemark und seine Kollegen haben in ihrem jüngsten Experiment die Übergangsfrequenz zwischen zwei internen Zuständen – die sogenannte 1S-2S-Spektallinie – im Antiwasserstoff mit Laserstrahlen noch präziser vermessen. Und doch konnte man keine Diskrepanz zum Wasserstoff feststellen, schreiben die Forscher in „Nature“. Nun will man die Präzision weiter erhöhen. Würde man dann auf eine Abweichung stoßen, wäre das ein untrügliches Zeichen dafür, dass ein fundamentales Symmetrieprinzip der Physik verletzt wäre. (mli)

Homo sapiens ist offenkundig nicht nur entlang einer nördlichen Route aus Afrika ausgewandert, sondern hat seine Heimat auch in südlicher Richtung über die Arabische Halbinsel verlassen. Das belegen Fossilien von Fingerknochen und Steinwerkzeugen, die in der Nefud-Wüste unweit von Al Wusta in Saudi-Arabien gefunden wurden. Wie die Forscher in „Nature Ecology & Evolution“ berichten, liegt das Alter der Funde bei rund 90 000 Jahren. (mli)