

Das magische Fünfeck

Mathematiker entdecken neue geometrische Form

Es ist ein Problem, das berühmte Mathematiker genauso fasziniert wie knobelnde Laien. Ein Gedankenspiel, das man Schulkindern erklären kann, obwohl die Lösung sogar Computer aus der Puste bringt. Ein Rätsel, das auch manchem Fliesenleger schon begegnet sein dürfte. Es lautet: Mit welcher Art von Fünfecken kann man eine Wand beplastern, ohne dass Lücken bleiben?

Drei Mathematiker der University of Washington Bothell haben eine neue Antwort auf diese Frage gefunden. Sie haben eine bislang unbekannt Variante eines Fünfecks entdeckt, mit dem sich eine Wand lückenlos bedecken ließe, wenn man nur genügend Fliesen dieser Form aneinanderfügt. Mit Drei- und Vierecken sowie mit gleichschenkeligen Sechsecken klappt das bekanntermaßen problemlos. Mit fast allen anderen Sechsecken sowie mit Sieben- und Achtecken bleiben hingegen Lücken.

Wenn man mit Fünfecken eine Fläche beplastert, bleiben normalerweise Lücken

Fünfecke sind so gesehen die kniffligste Form der Geometrie. Ihre berühmteste, im Hauptsitz des US-Verteidigungsministeriums verewigte Form, bei der alle Seiten gleich lang sind, bedeckt eine Fläche nicht lückenlos. Ganz anders als 14 Fliesen-kompatible Fünfecke, die in den vergangenen 100 Jahren entdeckt wurden (siehe Grafik). Bis heute ist unklar, wie viele weitere es noch gibt. Für Mathematiker, die ihre Aussagen gerne so allgemeingültig wie möglich formulieren, ist das ein Ärgernis.

„Es ist nicht das wichtigste Mathematik-Problem der Welt“, sagt der Mathematikprofessor Günter M. Ziegler von der FU Berlin. Aber es sei eines, das seine Zunft schon lange beschäftigt. Die ersten Fünfeckformen, die eine Fläche füllen, fand der deutsche Mathematiker Karl Reinhardt im Jahr 1918. Weitere entdeckte unter anderem eine amerikanische Hausfrau in den 1970er-

Jahren. Sie war auf das Rätsel in einer populärwissenschaftlichen Zeitschrift aufmerksam geworden und tüftelte jahrelang an einer Lösung. Auf das vierzehnte, bislang letzte magische Fünfeck stieß schließlich ein deutscher Doktorand im Jahr 1985.

Dann ruhten die Fünfecke 30 Jahre lang. Nun bringt eine Arbeit der Mathematiker der University of Washington Bothell wieder Schwung in den exotischen Forschungsbereich. Casey Mann, Jennifer McLeod und David Von Derau haben systematisch nach neuen Fünfecken gesucht, die eine Fläche füllen. Ihr Computer hat nach und nach verschiedene Formen durchprobiert. Bis sie im vergangenen Monat das Fünfeck Nummer 15 fanden.

Es ist nicht gerade ein ästhetisches Meisterwerk (in der Grafik rechts unten). Alle seine Innenwinkel sind unterschiedlich groß. Einer nimmt gar den Riesenwert von 150 Grad ein. Von der Form her erinnert das neue Fünfeck daher eher an eine Schubkarre als an das Produkt einer wissenschaftlichen Arbeit. Dennoch füllen Fünfecke dieser Form, richtig aneinandergefügt, lückenlos eine Fläche, wie die Forscher zeigen konnten.

Bisher haben sie ihre Arbeit nur im Internet präsentiert, ein Fachaufsatz steht noch aus. „Das sieht aber schon alles sehr seriös aus“, kommentiert Ziegler. Er freue sich, dass es nun eine systematische Herangehensweise an das nach wie vor ungelöste Problem der Fünfecke gebe. „Im Badezimmer ist das ja sehr langweilig, aber die Theorie der Kachelung ist ausgesprochen vielfältig“, sagt er.

Ziegler hält es für wahrscheinlich, dass die US-Forscher noch mehr neue Fünfecke finden. Denkbar sei sogar, dass man irgendwann eine Liste sämtlicher Fünfecke mit Füllcharakter habe. Damit sei die Mathematik der Pflasterung freilich noch nicht am Ende. Schließlich bleibt noch die Frage, wie man einen Raum lückenlos mit dreidimensionalen Körpern füllen kann. „Das ist noch viel komplizierter“, sagt der Mathematiker.

ROBERT GAST



FOTO: OLIVER KRÜGER

Wie Robben einander finden

Mütter der arktischen Seebären verströmen einen sehr ähnlichen Duft wie ihre Kinder. Am Geruch lässt sich sogar erkennen, aus welcher Kolonie ein Tier stammt und wie eng es mit anderen verwandt ist. Um zu dieser Erkenntnis zu kommen, hat Verhaltensforscher Martin Stoffel von der Universität Bielefeld mit Kollegen sowohl Duftproben als auch genetische Informationen von je 41 Weibchen und Jungtieren dieser Robbenart untersucht. Die Biologen identifizierten 220 verschiedene Substanzen im Fell der Säugetiere (PNAS). Zwölf davon scheinen insbesondere bei der Mutter-Kind-Erkennung eine wichtige Rolle zu spielen. Denn während die Seebär-Weibchen ihren Nachwuchs stillen, schwimmen sie manchmal weit aufs Meer hinaus, um Futter zu suchen. „Anschließend müssen sie unter Hunderten Jungen ihr eigenes wiederfinden“, sagt Stoffel. Anhand des Geruchs sei es den Robben auch möglich, entfernt verwandte Tiere zu erkennen. Bei der Partnerwahl können die Geruchsstoffe ebenfalls helfen. „Wir haben festgestellt, dass Seebären mit höherer genetischer Vielfalt gleichzeitig einen komplexeren Mix an Chemikalien auf ihrer Haut haben“, sagt Stoffel. Die Bedeutung des Geruchssinns für das Sozialleben der Meeressäuger ist eine recht neue Erkenntnis. Weil die Tiere unter Wasser Mund und Nase zumachen, dachte man, der Geruchssinn wäre für sie nicht so wichtig. Doch anders als im Wasser, wissen die Robben den Geruchssinn an Land durchaus zu nutzen. HFD

Ohne Wumms

Wenn Männer in die Jahre kommen, brauchen sie Testosteron – behaupten Pharmahersteller. Doch die Zweifel am Nutzen mehren sich

VON KATHRIN ZINKANT

Altwerden ist nichts für Feiglinge. Erst recht nicht, wenn einem um die 50 herum ein Fragebogen zu körperlicher Fitness, seelischem Befinden und sexueller Leistungsfähigkeit begegnet. Schließlich haben die Jahre bereits deprimierende Spuren hinterlassen: Das Haar ist dünner geworden, die Lust im Ehebett ein seltener Gast, und obwohl man früher mal sehr sportlich gewesen ist, lassen auch die Muskeln ihre gewünschte Spannkraft vermissen. Und weil die Kreuzen deshalb irgendwo mittig im Punkteschema des Fragebogens landen, kommt eigentlich immer dabei heraus, dass Mann unter einem altersbedingten Mangel des Sexualhormons Testosteron leiden könnte. ADAM nennen es Männerärzte, für *androgen deficit of the aging male*. Und werben für die naheliegende Lösung: Das schwindende Hormon der Männlichkeit mit Pflastern, Gels oder Spritzen zu ersetzen.

Tatsächlich sinkt die Menge des Hormons bei allen alternden Männern auf natürliche Weise. Doch bei den wenigsten – schätzungsweise drei bis fünf Prozent – ist der Verlust für Symptome wie Müdigkeit und Männlichkeitsverlust verantwortlich. Und wie wenig der Ersatz bringt, belegt nun abermals eine fachgerecht durchgeführte, placebokontrollierte Untersuchung im Medizinjournal *Jama*: Endokrinologen um den Experten Shalender Bhasin von der Harvard Medical School im amerikanischen Boston haben mehr als 300 Männer mit einem altersbedingt niedrigen Testosteronspiegel drei Jahre lang

behandelt. Die Männer waren 60 Jahre oder älter und erhielten entweder das Hormon oder ein Scheinpräparat. In erster Linie wollten die Forscher herausfinden, wie sich ein jugendlicher Testosteronspiegel auf die Gefäße der älteren Männer auswirkt. Frühere Studien hatten vage Hinweise darauf geliefert, dass ein hoher Testosteronspiegel im Blut sich positiv auf eine sich entwickelnde Atherosklerose auswirken könnte. Zugleich legten andere Studien den Verdacht nahe, das zugeführte Hormon erhöhe das Infarkttrisiko.

Bhasin und sein Team konnten zumindest den positiven Effekt auf die Arterien

Statt sexuelle Probleme zu beheben, erhöhte das Hormon die Zähigkeit des Bluts

durch ihre Studie ausschließen. Zugleich aber stellten sie erneut fest, dass sich auch die Lust- und Potenzprobleme der Männer durch das Testosteron nicht verringern ließen. Die Präparate hatten insgesamt auch keine Wirkung auf die allgemeine Lebensqualität. In einer weiteren Studie zeigte ein Teil des Forscherteams zudem, dass sich auch altersbedingte Probleme mit dem Samenerguss nicht durch Testosteron beheben ließen.

Die einzigen nachweisbaren Effekte waren daher die Nebenwirkungen der Substitution: Bei den Probanden der Testosterongruppe stieg der Wert des Prostata-spezifischen Antigens (PSA) im Blut deutlich an, teilweise über jenen Wert, der in der Früherkennung von Prostatakrebs als Anlass

für eine Biopsie genommen wird. Tatsächlich kann Testosteron das Wachstum von kleinen, noch unentdeckten Tumoren anregen. Außerdem kletterte auch der sogenannte Hämatokrit in dieser Gruppe in die Höhe. Er beschreibt die Zelldichte im Blut, also dessen Zähigkeit. Mit dem Hämatokrit steigt auch das Risiko für Blutklumpen, die Arterien verstopfen und zu Schlaganfällen führen können.

Vor allem noch gesunde Männer sollten trotz der körperlichen Bürden des Alters deshalb auf die Substitution verzichten. Seröse Andro- und Urologen warnen ihre Klientel ohnehin schon seit mehr als zehn Jahren davor, sich eine Krankheit einreden und sie mit teuren Testosteronpräparaten behandeln zu lassen. Dennoch lässt das Interesse an der überflüssigen Therapie nicht nach. In den Vereinigten Staaten ist die Zahl der Testosteronbehandlungen zwischen 2009 und 2013 von 1,3 auf 2,3 Millionen geklettert. In Schweden hat sich die Zahl der therapierten Männer binnen acht Jahren fast verdoppelt. Und auch in Deutschland nehmen die Anfragen für eine Substitution des vermeintlich fehlenden Hormons nach Angaben der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie stetig zu – wenngleich schwer zu sagen ist, in welchem Maße. Experten gehen aber davon aus, dass sich der Verbrauch an Testosteron in Deutschland in den vergangenen 15 Jahren verdoppelt hat. Die Hersteller der Präparate können sich also darauf verlassen: Die Angst davor, nicht nur alt zu werden, sondern sich auch alt zu fühlen, bleibt. Und tatsächlich wäre es zu schön, wenn ein Pflaster dagegen helfen würde.

Big Spender

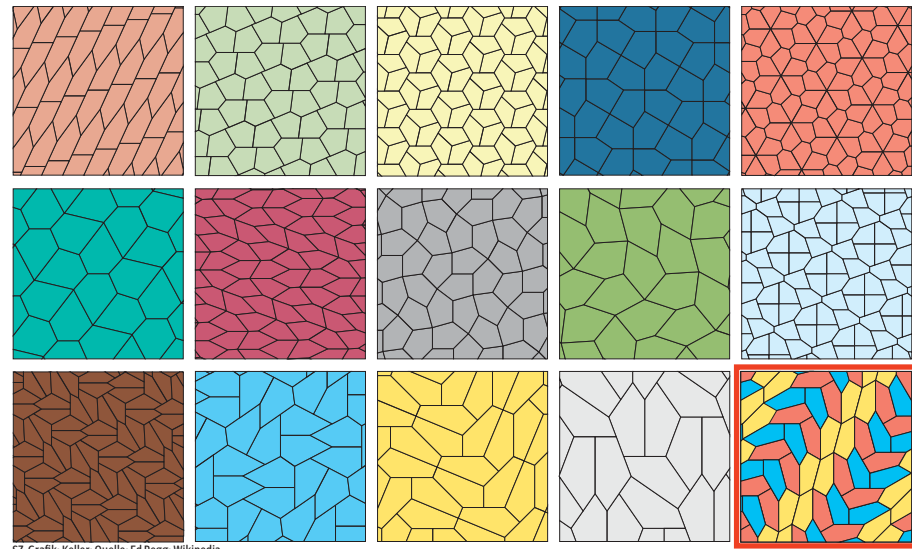
Wann Millionäre großzügig sind

Verhaltensökonomien in den Niederlanden haben echte Millionäre ins Labor gebeten. Dabei zeigte sich: Diese können überraschend großzügig sein. Im Durchschnitt besaß jeder der 663 Studienteilnehmer ein Vermögen von 4,7 Millionen Euro. Zwei Drittel der Millionäre spielten das „Ultimatum-Spiel“. Dabei gilt es, einem Partner einen Teil eines in Aussicht gestellten Geldbetrags anzubieten. Ist der Partner einverstanden, wird entsprechend ausbezahlt. Lehnt der Partner ab, bekommen beide nichts. Im aktuellen Fall wurde als Spielpartner mal ein weiterer Millionär präsentiert und mal ein Geringverdiener. Im Mittel gaben die Anbieter 63 Euro der 100 Euro Spieleinsatz ab, wenn sie glaubten, der andere sei bedürftig, berichteten die Forscher im Fachblatt *PNAS*. Wähten die Geber einen Millionär als Gegenüber, teilten sie etwa 50:50.

Das letzte Drittel der Millionäre spielte hingegen das Diktatorspiel. Hierbei darf der Geber alleine über den abzugebenden Betrag bestimmen. In früheren Studien zeigten sich Probanden bei dieser Variante deutlich weniger großzügig, im Schnitt spenden sie nur 28 Prozent.

Nicht aber die Millionäre. Dachten sie, das Gegenüber sei Geringverdiener, ließen sie sogar mehr Geld springen als im Ultimatumspiel. Der abgegebene Betrag stieg von 63 auf 71 Euro. Fast jeder zweite Millionär spendete die vollständige Summe. Wussten sie, dass auch der andere Millionär war, gaben sie immer noch die Hälfte ab. Die Forscher vermuten, dass im zweiten Spiel die gute Tat im Vordergrund stand, während es beim Ultimatumspiel um eine Art Handel geht.

Wer zu Spenden aufruft, solle daher mit Gegenleistungen sparsam umgehen, empfehlen die Wissenschaftler. JHS



SP-Grafik: Keller, Quelle: Ed Pegg, Wikipedia

Gasbremse

Futterzusatz senkt Methanausstoß von Rindern

Ein Futterzusatz kann die Methanmenge, die Kühe jeden Tag in die Atmosphäre pusten, um 30 Prozent reduzieren. Die Substanz mit dem Namen 3NOP verbessert zudem die Futterverwertung der Tiere, berichtet ein internationales Forscherteam im Fachmagazin *PNAS*. Nach zwölf Wochen hatten Tiere mit dem Zusatzstoff im Futter 80 Prozent mehr Gewicht zugelegt als Vergleichstiere, ohne jedoch mehr Futter aufgenommen zu haben.

Bakterien im Verdauungstrakt der Wiederkäuer produzieren Methan, das äußerst schädlich für das Klima der Welt ist. Gut ein Viertel der weltweiten Methanemissionen stammen aus der Viehzucht. 3NOP hemmt ein Enzym der Bakterien, die Methan produzieren. Landwirte und Futter-

mittelhersteller versuchen bereits seit vielen Jahren, den Methanausstoß des Viehs durch Futterzusätze oder ätherische Öle zu reduzieren.

Das machen sie nicht nur, um das Klima zu schützen. Methanproduzierende Bakterien beanspruchen für ihr eigenes Überleben auch sehr viel Energie aus dem Futter, das die Kühe fressen. Entsprechend große Mengen der aufgenommenen Nahrungenergie gehen so an die Mikroben im Verdauungstrakt der Tiere verloren und stehen nicht mehr für die Milchproduktion oder für Fleischwachstum zur Verfügung.

Die Forscher, die 3NOP erprobt haben, geben keine Kosten für den Zusatzstoff an. Negative Folgen der Futterergänzung werden im Bericht nicht aufgeführt. HACH

Vorbeischaue-Tage für zwei Personen im Böhmhof



Gönnen Sie sich 4 Tage Auszeit vom stressigen Alltag und genießen Sie den Böhmhof in Bodenmais auf ganz besondere Art.



Lernen Sie den Böhmhof kennen: 4 Tage / 3 Übernachtungen im Doppelzimmer inkl. 3/4 Pension und einen Wellnessgutschein über 10,00 Euro gibt es als Zuckerl dazu.



Böhmhof
Wellness- und Vitalhotel

Heute
mit bis zu
50% Rabatt auf
www.kaufdown.de
ersteigern!

Kaufdown.de
Die Auktion, bei der der Preis sinkt
Süddeutsche Zeitung