

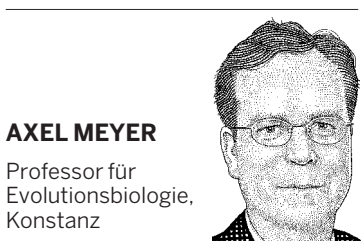
QUANTENSPRUNG

Frauenquoten einmal natürlich

Der Fortpflanzungserfolg von Weibchen ist meist allein abhängig von der Fähigkeit, genügend Eier zu produzieren.

Bei brutflegenden Arten zählt auch der Erfolg im Großziehen der Jungen. Bei den Männchen der meisten Arten begrenzt nicht die Zahl der Samen die Nachkommenschar, sondern der Zugang zu Weibchen und ihren Eiern. Diese sind somit die knappe Ressource, um die gekämpft und gebuhlt wird. Denn Eier sind groß, unbeweglich und damit energetisch teuer herzustellen, wohingegen Samen klein, billig und beweglich sind. Dies sind auch die wichtigsten Kriterien zur Definition von Männchen und Weibchen, denn bei manchen Gruppen von Organismen ist es gar nicht so leicht zu entscheiden, wer was ist.

Fortpflanzungserfolg, also evolutionäre Fitness, ist bei Weibchen fast garantiert, aber auch weniger variabel, das heißt, alle Weibchen haben etwa gleich viel Nachwuchs. Anders bei den Männchen der meisten Arten, zumindest nicht-monogamen, und dies sind die allermeisten. Wenige Paschas zeu-



AXEL MEYER
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

gen Hunderte von Nachkommen, andere gehen reproduktionsmäßig vollkommen leer aus. Dies führt zu Wettbewerb um die Weibchen, die den Gewinner der innermännlichen Kämpfe akzeptieren (beispielsweise bei Rehen und Hirschen) oder den „männlichsten“ Partner (etwa den Pfau mit dem schönsten Rad) selbst wählen.

Was sollte ein Weibchen tun, um seine Fitness zu maximieren? Zunächst sollte sie nach genetischen Kriterien den besten Vater auswählen, aber dann sollte sie das Geschlecht der Nachfahren manipulieren – 50/50 Töchter/Söhne ist nicht immer die beste Strategie. Angenommen, sie kann über das Geschlecht ihrer Nachkommen entscheiden – und dies ist für einige Säugetiere nachgewiesen –, stehen verschiedene Strategien offen. Je nach klimatischen Bedingungen im weiblichen Fortpflanzungsstrakt kann die Befruchtungsrate oder Abtreibungsrate geschlechtsspezifisch variieren.

Bei den meisten Reptilien entscheiden nicht X- oder Y-Chromosomen im Samen über das Geschlecht, sondern die Temperatur, bei der die Eier ausgebrütet werden. So kann das Reptilweibchen manipulieren, ob sie hauptsächlich Söhne oder Töchter produziert. Möglichst viele gesunde und für die Weibchen der nächsten Generation sexuell attraktive Söhne zu gebären ist eine gute Strategie, denn besonders „sexy“ Söhne können vielleicht besonders viele Enkel, die die Gene der Großmutter tragen, produzieren. Töchter haben dieses Potenzial nicht, sind dafür aber eine sichere Investition, denn sie kommen mit großer Wahrscheinlichkeit überhaupt reproduktiv zum Zuge.

Wenn aber fast alle Weibchen nur Söhne produzieren, würden die meisten ohne Nachfahren bleiben, und die wenigen Töchter hätten in der nächsten Generation einen großen Vorteil. Deshalb ist die Frauenquote bei der Geburt der allermeisten Arten gemittelt auch fast immer genau 50 Prozent. Oft werden ein bis zwei Prozent mehr Söhne geboren, denn ihre Chancen, das fortpflanzungsfähige Alter zu erreichen, sind meist ein wenig geringer.

Je nach Umweltbedingungen und Gesundheitszustand des Weibchens kann und sollte sie die Fortpflanzungsstrategie im Laufe ihres Lebens wechseln. Denn es kann bei schlechten Zeiten im oder außerhalb des Körpers geschickt sein, auf Nummer sicher zu gehen und Töchter zu gebären. Es kostet sie nämlich mehr Energie, eine besonders kräftigen, sexy Sohn zu produzieren, der im Kampf mit den anderen Männchen oder um die Gunst der Weibchen gute Chancen hat, viele Nachkommen und damit Enkel für seine Mutter zu zeugen. Empirische Daten von Rehpopulationen zeigen, dass dies Risiken „verstehen“ und danach handeln.

Die Forscher entdeckten Hände,

Tödliches Treibgut der Konsumkultur

Plastikmüll bedeckt nicht nur die Strände, sondern schädigt auch Pflanzen und Tiere in den Ozeanen

ONNO GROSS | HAMBURG

Was beim Strandspaziergang so angenehm zwischen den Zehen knirscht, ist oft nicht nur Sand, sondern entpuppt sich als Kaleidoskop unserer Wegwerfgesellschaft: von der Pommes-Gabel bis zum Eisstiel, von der falschen Muschelschale bis zum entsorgten Schraubverschluss. Manches Artefakt wird schnell zur Attraktion der Sandburg, manches wird von den täglichen Säuberungstrupps eingesammelt. Doch ein Großteil der kleinen Plastikschnipsel bleibt unentdeckt. Und mit jeder Flut gelangt eine neue Wundertüte klitzekleiner Chemieprodukte an die Küste.

Glaubt man den Prognosen von Richard Thompson, dann wird dieser Mikromüll bald weit reichende Folgen nach sich ziehen. Der Leiter der biologischen Arbeitsgruppe an der Universität Plymouth in England befasst sich professionell mit dem ozeanischen Treibgut. Er hat Größe, Form und Farbe analysiert, Verbreitung und Herkunft studiert und sich mit der Giftigkeit der Komponenten beschäftigt. „Plastikmüll gibt es vom Südeceatoll bis zur Tiefsee unter dem Nordpol“, warnt Thompson. „Es ist ein globales Problem, und es wird immer schlimmer.“

Wer sich wie er einmal die Mühe macht und genauer die Hand voll Sand am Strand untersucht, findet zunehmend Buntes zwischen den Sandkörnern. Denn während wir hier zu Lande täglich sorgsam den Müll trennen, sammeln und zum Recyclinghof bringen, treiben tagtäglich LKW-Ladungen von Plastikmüll an unsere Küsten. Kein grüner Punkt und kein Dosenpfand kann dem internationalen Treibgut die Schranken weisen.

„Plastik ist quasi die Grundlage unserer jetzigen Zivilisation“, sagt Thompson. „Im Gegensatz aber zu anderen Wertstoffen fangen wir erst heute an, über ein besseres Recycling nachzudenken.“ Noch wird Plastik als billiges Material angesehen, und noch entsorgen wir ganz selbstverständlich den Werkstoff nach einmaligem Gebrauch. Die Recyclingrate liegt nur bei wenigen Prozent. Zu verdanken haben wir diesen Siegeszug den praktischen Eigenschaften der Kunststoffe, die sich leicht verformen (griech. „plastein“ = formen, bilden) und massenhaft billig herstellen lassen. Jährlich werden etwa acht Prozent der Weltölproduktion zu knapp 100 Millionen Tonnen Plastik umgeformt. Etwa 41 Prozent davon werden in Europa zu Verpackungen, etwa 7 Prozent zu Autoteilen und etwa 8 Prozent zu elektrischen Bauteilen.

Erstaunlicherweise landet ein Großteil der jährlichen Produktion früher oder später im Meer. Dabei sind es nicht nur die Schiffe, die ihren Müll direkt auf hoher See im „blauen Regal“ entsorgen, sondern über die Flüsse gelangen – insbesondere nach Hochwasser- und Sturmeignissen – gewaltige Mengen in den



Karibische Strandidylle mit Zivilisationsprodukten: Ohne Räumdienste sehen Strände – hier in Puerto Plata in der Dominikanischen Republik – häufig aus wie eine Müllkippe. Dabei ist der deutlich erkennbare Müll oft nicht der gefährlichste. Die nicht zersetzten, aber klein geriebenen Mikroplastik-Partikel sind mit bloßem Auge oft kaum zu erkennen und werden von den Meeresbewohnern aufgenommen – mit noch kaum absehbaren Folgen.

Ozean. Geschätzte 300 000 Stück Plastikmüll treiben pro Quadratkilometer allein im offenen Pazifik. Seit Beginn des Siegeszugs des Plastiks sind Milliarden Stück in den Ozeanen verschwunden.

„Plastikmüll gibt es vom Südeceatoll bis zur Tiefsee unter dem Nordpol“

Richard Thompson, Meeresbiologe

Ob Nylonfäden, Trinkflaschen, Fischernetze, Einkaufstüten oder Glühbirnen: Studien zeigen, dass sich besonders viel Müll entlang den großen Zivilisationszentren findet. Aber auch entlegene tropische Strände können Treffpunkte des schwimmenden Mülls sein, insbesondere wenn sich dort mehrere Meeresströmungen treffen. An einem brasilianischen Strand finden sich überwiegend Verpackungen aus Amerika, Italien, Taiwan, Südafrika und Deutschland, wie Fabiano Barretto vom Projekt „Global Garbage“ berichtet. Ein Grund für das internationale

Sammelsurium am jenseitigen Atlantikstrand könnten auch die Kreuzfahrtschiffe sein. Aber Meeresströmungen verfrachten den Zivilisationsmüll weltweit und sorgen so für eine rasche Verbreitung der Artikel. Per Gesetz muss jedes Schiff zwar jederzeit sichtbare Behälter zur Aufbewahrung des an Bord produzierten Mülls bereithalten. Doch wer hält sich schon an diese Richtlinie der „International Convention for Preservation of Pollution from Ships“, der Bibel der internationalen Schifffahrt für Umweltschutz seit 1973, bekannt unter dem Namen Marpol? Und wer sorgt für Strafen bei einem Vergehen, dass sich schwer nachweisen lässt?

Dass der Müll seine atlantischen Kreise nicht ohne Folgen zieht, zeigen Thompsons Studien. Jedes Treibsel wird von Organismen erst kritisch beäugt, dann teilweise besiedelt oder im schlimmsten Fall verschluckt. Mehr als 260 verschiedene Tierarten sind nachweislich durch schwimmenden Müll verletzt worden. Besonders spektakulär sind natürlich die Bilder von erdrosselten Meeresschildkröten und Meeressäugern. Meist haben diese Luftatmer,

sich in verloren gegangenen Netzen und Leinen verfangen.

Auch in Seevögeln finden sich teilweise enorme Mengen Plastik, da die neugierigen Tiere die Stücke möglicherweise gezielt verschlingen. Einmal im Magen angekommen, wirken die Zusatzstoffe auf das Immunsystem der Organismen.

Eine Plastikflasche im Meer kann 100 Jahre überdauern. Oft zerreiben Wind und Wellen aber die Gegenstände zu Mikroplastik. Richard Thompson hat solche Partikel in Planktonproben und an den englischen Stränden gefunden. Beunruhigend ist, dass diese Mikropartikel mit weniger als 0,3 mm Durchmesser in großen Mengen vorkommen.

Und Kleinstlebewesen, die von den britischen Forschern im Labor mit verschmutztem Wasser konfrontiert wurden, nahmen die künstlichen Stoffe rasch auf. Möglicherweise wirkt sich dies auf die Filterleistung der benthischen Organismen aus, also der Pflanzen und Tiere am Meeresgrund.

Was ist dagegen zu tun? Thompson setzt auf die Verstärkung der Abkommen wie Marpol von der Internationalen Schifffahrtsbehörde IMO. „Wir müssen das Plastik weiter aus den toten Stoffströmen rausnehmen“, fordert er. „Sinnvoll wäre auch, mehr auf biologisch abbaubares Plastik zu setzen. Und eine bessere Sortierung der Stoffklassen in Polypropylen und Polyethylen würde dem Recycling helfen.“

Ersatzstoffe für Plastik wie die Bierbecher aus Maisstärke sind sicher sinnvoll. Das Zertifikat „kompostierbar“ heißt für solche Produkte aber per Definition, dass sie sich wenige Wochen nach Behandlung bei 42 Grad und im sauren Milieu zersetzen – ein Szenario, das im Ozean sehr selten vorkommt. Das Projekt „Fishing for Litter“ erlaubt Fischern, ihren bunten Beifang an Bord zu behalten und später an Land kostenfrei zu entsorgen. Ihre Netze haben jedoch zu große Maschen, um Mikroplastik rauszufischen. Es sollte besser gar nicht so weit kommen.

BENTHISCHE ORGANISMEN – DER LEBENDE WASSERFILTER AUF DEM MEERESGRUND

Von der angeblichen Idylle am Meeresgrund schwärmte Ringo Starr 1969 in dem Song „Octopus's Garden“ – „we know, we can't be found“. Doch so unberührt wie der Beatle das Leben im „Garten der Krake“ auf dem Meeresgrund schildert, ist es leider nicht mehr. Nicht nur die Fischerei mit Schleppnetzen bringen die Lebenswelt auf dem Meeresgrund bisweilen gefährlich durcheinander. Von Menschen gemachter Plastikmüll, vor allem Mikropartikel beeinträchtigen die Lebensfunktionen mancher Lebewesen und schwächen deren Filterfunktion für das gesamte Meer. Denn die so genannten „benthischen“ Lebewe-

sen ernähren sich zum Teil von organischen Abfällen, auch solchen vom Land, die über die Flüsse ins Meer gelangen. Die Hauptnahrungsquelle der benthischen Organismen sind Plankton (im Wasser treibende, winzige Organismen) und vor allem organische Abfälle vom Land. In nicht allzu großen Tiefen spielt für pflanzliche Organismen auch Photosynthese eine wichtige Rolle. Das Wort „Benthos“ (auch Benthon) leitet sich vom griechischen „to benthos“ ab, was so viel bedeutet wie Meerestiefe und das Dickicht. Es bezeichnet die Gesamtheit aller am Grund der Meere und Binnengewässer, dem Benthos, lebenden Tiere

und Pflanzen, also die in diesem Biotop anzutreffende Biozönose (Lebensgemeinschaft). Das Benthos schließt sowohl die festsitzenden (sessilen) Organismen als auch die kriechenden, laufenden oder vorübergehend schwimmenden, also vagilen, Bodentiere ein. Benthische Lebewesen sind aber auch von Bedeutung als Nahrung für Fische und andere größere Tiere des freien Wassers, also den als „Nekton“ bezeichneten frei schwimmenden Tieren. Zu den benthischen Lebewesen gehören aber auch so genannte Destruenten (lat.: Zersetzer, Entsorger), die Pflanzenreste, Kot und Leichteile zu Mineralstoffen

zersetzen. Unter Destruenten versteht man in der Biologie Organismen, die in einem Ökosystem den von den Pflanzen bei der Photosynthese produzierten Sauerstoff für den oxidativen Abbau von toter Biomasse verbrauchen und Kohlenstoffdioxid an die Atmosphäre abgeben. Zudem werden Mineralstoffe freigesetzt. Daher bezeichnet man sie auch als „Mineralisierer“. Diese Mikroorganismen kommen in jedem beliebigen Ökosystem vor und sind für dessen Gleichgewicht elementar wichtig: Die Destruenten sind das Gegenstück der Pflanzen (Produzenten), die Photosynthese betreiben. Tierisches Benthos wie beispiels-

weise Krustentiere (Krebse und Hummer), Plattfische oder Muscheln stellen auch für die menschliche Ernährung eine wertvolle und immer beliebtere Proteinquelle dar. Beim pflanzlichen Benthos ist kommerziell besonders Tang, also mehrzellige Seepflanzen, wichtig. Dieser findet Verwendung bei der Herstellung verschiedener Nahrungsmittel und Industrieerzeugnisse. In Japan beispielsweise ist das aus Seetang gewonnene „Nori“ ein alltägliches Grundnahrungsmittel, mit dem unter anderem die beliebten Sushi-Häppchen umwickelt werden. Tang wird aber auch als Dünger verwendet. | Ferdinand Knauß

Affenfleisch in Europa verkauft

Die nächsten Verwandten des Menschen landen auf Tellern in der westlichen Welt

DÜSSELDORF. Fleisch von Affen und anderen Urwaldtieren aus Afrika landet oft auf Tellern in Europa und Nordamerika. Das so genannte Buschfleisch werde auf illegalen Märkten in Großstädten teuer als Delikatesse verkauft, berichtet das in London erscheinende Magazin „New Scientist“.

Der Wildbiologe Justin Brashares von der University of California in Berkeley und Mitarbeiter untersuchen illegale Fleischmärkte in Paris, Brüssel, London, New York, Chicago, Los Angeles, Toronto und Montreal. Mehr als 6000 Kilo Buschfleisch würden in jedem Monat allein auf diesen Märkten gehandelt, sagte Brashares. Die Forscher entdeckten Hände,



Affenfleisch wird nicht nur, wie hier zu sehen, in Afrika verkauft.

Beine und Köpfe von Schimpansen und Gorillas. Sie sind die engsten lebenden Verwandten des Menschen.

Große Fleischmengen stammen auch von Pavianen und Meerkatzen sowie von Antilopen, sagte Brashares. Verkauft würden auch illegal geschlachtete Nagetiere, Reptilien und Vögel. Von dem umfangreichen Handel mit Buschfleisch lebten in Afrika Tausende Menschen, sagte Glyn Davies von der Zoologischen Gesellschaft in London.

Nach Einschätzung von Naturschutzorganisationen steht ein Viertel aller Affen- und Halbaffenarten vor der Ausrottung – unter anderem wegen der traditionellen Jagd auf diese Primaten. dpa

Haschisch ist doch Einstiegsdroge

Das Gehirn erinnert sich ans Kiffen und wird empfänglicher für härteren Stoff

DÜSSELDORF. Eine nicht nur in Coffee-Shops und anderen Kifferkreisen weit verbreitete These besagt, dass der gelegentliche Konsum von Cannabis („kiffen“) harmlos sei und nicht zu einem späteren Missbrauch härterer Drogen führe. Haschisch und Marihuana seien daher nicht als so genannte Einstiegsdrogen zu betrachten. Diese Sicht wird durch eine in der Online-Zeitschrift „Neuropsychopharmacology“ veröffentlichte Studie stark in Frage gestellt.

Marihuana und Haschisch, beide Produkte der Hanfpflanze (Cannabis), sind die weltweit meistbenutzten illegalen Drogen unter Jugendlichen. Zahlreiche Studien haben schon gezeigt, dass gerade das Ge-

hirn Jugendlicher sehr sensibel auf den Konsum von Drogen reagiert. Der Begriff „Einstiegsdroge“ (englisch „Gateway Drug“) verweist darauf, dass der Konsum einen Menschen empfänglicher machen kann für den Missbrauch oder sogar die Abhängigkeit von anderen, gefährlicheren Rauschmitteln.

Das am weitesten verbreitete Argument gegen diese Einstiegsdrogen-These ist, dass Heranwachsende durch emotionalen Druck oder ihre soziale Umgebung zu härteren Drogen getrieben werden – und nicht durch Cannabis-Erfahrung. Yasmin Hurd und Kollegen von der Mt. Sinai School of Medicine in New York zeichnen in Tierversuchen, dass Cannabis

UNSERE THEMEN
MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO NATURWISSENSCHAFTEN
FR LITERATUR

Zellstützen als Vorbild für Nanotechnik

DÜSSELDORF. Mikrotubuli sind lange, röhrenförmige Strukturen in der Zelle. Als wichtiger Bestandteil des so genannten Zytoskeletts stützen sie die Zelle, ermöglichen aber auch Transportvorgänge und andere Funktionen. Dass Mikrotubuli bei zunehmender Länge steifer werden, berichtet ein internationales Forscherteam um Physiker Erwin Frey von der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) in München in den „Proceedings of the National Academy of Sciences“. An der Arbeit waren auch Forscher des „European Molecular Biology Laboratory“ (EMBL) in Heidelberg und der University of Texas in Austin beteiligt.

„Wir haben jetzt zu unserer eigenen Überraschung festgestellt, dass Mikrotubuli mit zunehmender Länge starrer werden“, so Frey. „Das stellt die bisherigen Ansichten über ihre mechanischen Eigenschaften völlig auf den Kopf.“ Diese unerwartete Erkenntnis könnte zur Entwicklung von Nanomaterialien genutzt werden, verbessert aber auch das Verständnis der Funktion der Mikrotubuli in der Zelle.

Tubulin ist eines der häufigsten Proteine in der Zelle. Bei Bedarf lagern sich diese Einheiten aneinander, um Mikrotubuli unterschiedlicher Länge zu bilden. Dieses außerordentlich flexible Netz aus Proteinen stabilisiert die Zelle und deren äußere Form. Mikrotubuli sind auch nötig für die Bewegung mancher Zellen und dienen als Transportwege für zelluläre Frachten. Mikrotubuli haben einen Durchmesser von 25 Nanometern, also millionstel Millimeter, und sind damit die dicksten Fäden des „Zytoskeletts“.

Die Forscher untersuchten die Mikrotubuli mit „single-particle tracking“-Techniken. Dabei wird die Bewegung mikroskopischer kleiner Teilchen verfolgt, die an die eigentlich interessanten Moleküle oder Proteine gebunden sind. In diesem Fall hängten die Forscher an die Spitzen unterschiedlich langer Mikrotubuli je eine fluoreszierende Perle. Dieses Ende war frei beweglich, während das andere fixiert war. Die Bewegung der Perlen wurde verfolgt und analysiert, so dass auf die Steifheit der Mikrotubuli geschlossen werden konnte.

Freys mathematische Analyse zeigte dann, dass die einzigartigen Eigenschaften der Mikrotubuli auf deren biologische Konstruktion zurückzuführen sind. Die Filamente sind aus einzelnen Tubulin-Proteinen aufgebaut, die so aneinander binden, dass die Mikrotubuli flexibel und steif sein können. „Die Flexibilität ist wichtig für die Mikrotubuli, wenn sie wachsen und sich in der Zelle verändern“, so Frey. „Eine gewisse Starrheit ist aber nötig, wenn die Zelle gestützt werden muss.“

Mikrotubuli bieten damit ein Maximum an mechanischer Stabilität bei minimalen Kosten für die Zelle. Sie können extrem gebogen werden, ohne dabei zu brechen oder zu kollabieren. „Das ist aber ein universelles Konstruktionsprinzip“, so Frey. „Es kommt auch bei anderen hierarchisch aufgebauten, faserartigen Strukturen in biologischen Systemen zur Anwendung.“ jfk