

Wie die Geschlechter entstanden sind

Lukas Schärer

Viele auffällige Merkmale von Organismen wie bunte Federkleider, auffälliges Balzverhalten oder betörende Gesänge konnte Darwin mit der sexuellen Selektion erklären. Diese beruht auf grundlegenden Unterschieden zwischen den Geschlechtern. Aber woher stammen diese Differenzen eigentlich?

Unter geschlechtlicher Fortpflanzung stellen wir uns im Allgemeinen das Verschmelzen eines kleinen Spermiums mit einer sehr viel grösseren Eizelle zu einer so genannten Zygote vor. Sie dient der Mischung der genetischen Informationen zweier Individuen, die diesen Grössenunterschied in den Keimzellen aber in keiner Weise benötigt. Tatsächlich war dieser Unterschied in der frühen Evolutionsgeschichte auch nicht vorhanden: Die ersten sexuellen Vorgänge fanden zwischen Individuen statt, die ungefähr gleich grosse Keimzellen hatten – was sich auch heute noch bei vielen Algen und Pilzen beobachten lässt.

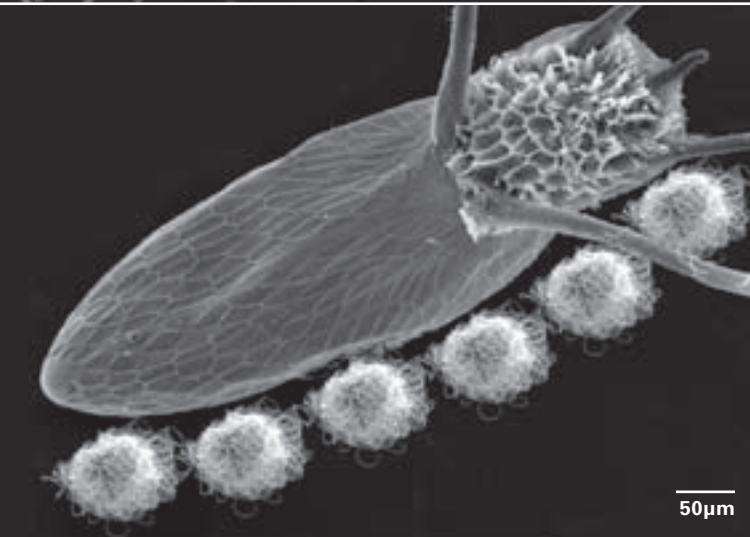
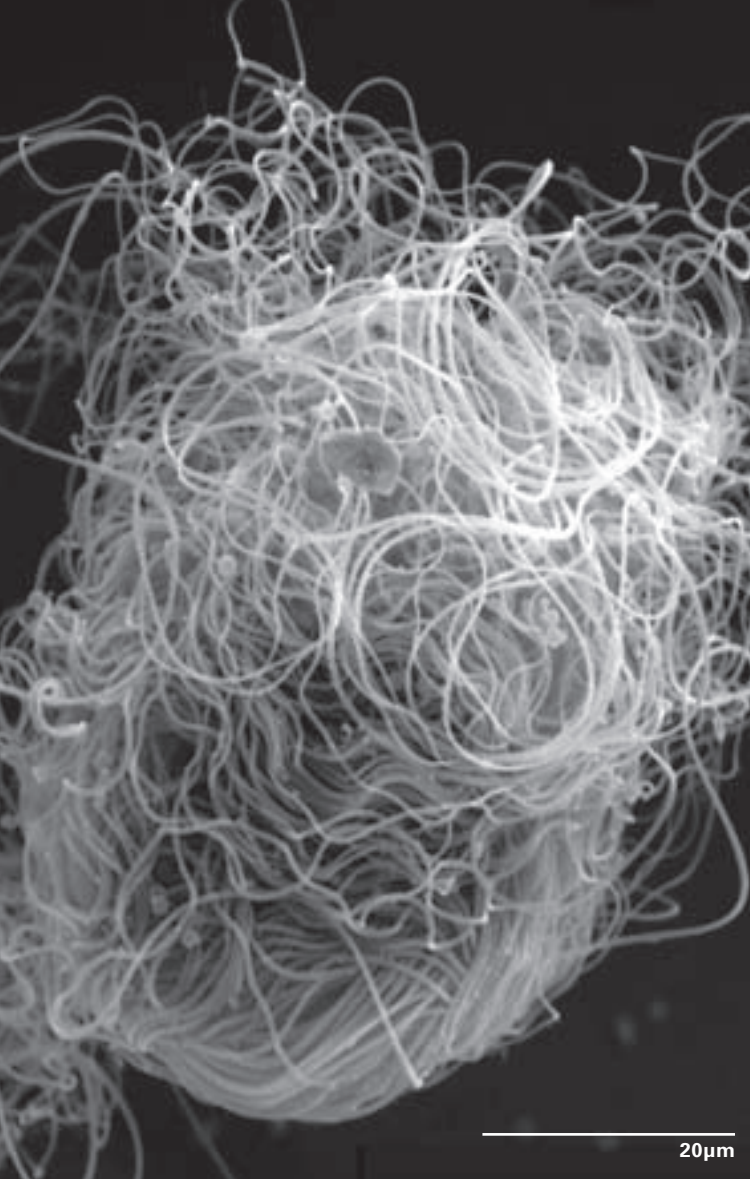
Kleine Spermien, grosse Eier Nun gibt es aber in der Natur in fast allen Merkmalen erbliche Unterschiede zwischen Individuen. Es gab also Individuen, die ihre kostbaren Baustoffe für die Keimzellherstellung auf einige Zellen mehr verteilten, die dadurch aber kleiner waren. Diese Individuen, die wir als Protomännchen bezeichnen könnten, hatten einen kleinen numerischen Vorteil, wenn es darum ging, mit Keimzellen von andern zusammenzustossen und zu fusionieren; sie breiteten sich also aus. Diese Art von Selektion, würde man nun erwarten, müsste aber dazu führen, dass alle Individuen einer Population kleinere Keimzellen produzieren.

Wir müssen hier einen weiteren Faktor berücksichtigen. Die aus der Fusion hervorgegangene Zygote muss, damit sie sich optimal entwickeln kann, eine gewisse Menge an Baustoffen

enthalten. Fusionen zwischen zwei kleinen Keimzellen führten zu kleineren Individuen, die dadurch verringerte Überlebenschancen hatten. Es lohnte sich also für Protomännchen, solche Fusionen zu vermeiden und sich stattdessen auf die Fusion mit grösseren Keimzellen zu spezialisieren.

Bald waren die kleinen Zellen so zahlreich, dass nur noch sehr selten zwei grosse Zellen fusionierten, und die zunehmende Konkurrenz zwischen diesen Protospermien bevorzugte zudem die schnelleren unter ihnen. Die andern Individuen hingegen – nennen wir sie Protoweibchen – waren gezwungen, zunehmend allein die Baustoffe für die Zygote zu liefern. Diese Arbeitsteilung lässt sich durchaus so interpretieren, dass die Protomännchen mit ihren kleineren Keimzellen als Parasiten von der Investition der Protoweibchen profitierten.

Spermien und Eier, und damit auch das männliche und das weibliche Geschlecht, waren entstanden! Tatsächlich gibt es zur Unterscheidung der Geschlechter kein grundlegendes Merkmal als die Grösse der Keimzellen: Das männliche Geschlecht macht die kleinen, das weibliche die grossen Zellen. Die Grössenunterschiede der Zellen können bei Tieren im wahrsten Sinn astronomisch sein: Während ein Straussenei etwa 1,5 kg wiegt, sind die Spermien eines Straussenhahns nur etwa so lange, wie ein Haar breit ist – ein mehr als zehnmilliardenfacher Unterschied, der wesentlich grösser ist als jener zwischen Sonne und Mond. Doch gibt es auch erstaunlich grosse Spermien: Den Rekord halten die Männchen der Fruchtfliege *Drosophila bifurca*, die, obwohl selber nur 3 mm lang, 6 cm lange Spermien bilden. Trotzdem schätzen Forscher, dass auch bei dieser Fliege ein Ei eine noch etwa sechsmal grössere Investition als ein Spermium darstellt.



Riesige Größenunterschiede: Das sechs Zentimeter lange Spermium der Fruchtfliege *Drosophila bifurca* (oben) und sechs solche Spermien drapiert neben einem Ei dieser Fliege (unten) [Bilder: Adam Bjork, Scott Pitnick und Romano Dallai].

1+1=1 Die Kleinheit der Spermien hat viele Biologen dazu verleitet, vorzuschlagen, dass Reproduktion für Männchen billig sei. Ein einziges Männchen kann potenziell viele Weibchen befruchten, und wir können uns fragen, was das optimale Verhältnis der Geschlechter ist. Müsste es bei vielen Tierarten nicht viel mehr Weibchen als Männchen geben?

Zwar entsteht jedes sich geschlechtlich fortpflanzende Individuum durch das Verschmelzen von zwei meist sehr unterschiedlichen Keimzellen, die wohl auch einen ziemlich ungleichen Beitrag an Baustoffen liefern. Aber beide Keimzellen steuern einen identischen Anteil an väterlichen und mütterlichen Genen zur Zygote bei: Jedes Individuum hat genau einen Vater und eine Mutter. Das heisst, dass der gesamte Fortpflanzungserfolg immer gerecht zwischen den Geschlechtern geteilt wird – und das obwohl der materielle Beitrag des männlichen, zumindest potenziell, sehr gering sein kann. Als Männchen kann man also, zumindest theoretisch, mit wenig Investition viel gewinnen.

Darwin war sich der Gleichheit im Fortpflanzungserfolg zwischen den Geschlechtern wohl bewusst, aber er war sich nicht sicher, wie sie sich auf das Verhältnis der Geschlechter auswirken würde. Es war der deutsche Biologe Carl Düsing, der 1884 mit Hilfe der wohl ersten mathematisch hergeleiteten evolutionären Regel zeigen konnte, dass die Gleichheit im Fortpflanzungserfolg auch automatisch zu einem ausgeglichenen Verhältnis der Geschlechter führt.

Wenn es in einer Population zum Beispiel einmal mehr Weibchen als Männchen gibt, haben Mütter, die wegen einer genetischen Veranlagung einen Überschuss an Söhnen produzieren, einen höheren Fortpflanzungserfolg. Diese Veranlagung würde sich somit evolutiv ausbreiten, bis der Erfolg von Söhnen und Töchtern, bei einem ausgewogenen Verhältnis der Geschlechter, wieder der gleiche ist. Den theoretisch hohen Gewinn müssen die Männchen also irgendwie untereinander aufteilen.

So ist das Geschlechterverhältnis beim Hirsch zum Beispiel nahe bei 1:1, und das obwohl ein einziger erfolgreicher Platzhirsch potenziell sehr viele Weibchen befruchten kann. Für je-

den erfolgreichen Hirsch gibt es viele erfolglose, die entweder im Kampf gegen einen Platzhirsch verloren haben oder von den Weibchen verschmäht wurden. Wie ungleich die Verteilung des Fortpflanzungserfolgs zwischen den Männchen und Weibchen ist und durch welche Faktoren diese Verteilung beeinflusst wird, ist ein wichtiger Aspekt der Forschung über die sexuelle Selektion.

Wie fühlt ein Zwitter? Die uns vertrauten Tiere wie Insekten, Vögel und Säugetiere sind so genannte Gonochoristen, bei denen alle Individuen ihr ganzes Leben im gleichen Geschlecht verbringen: Wer als Männchen geboren wird, stirbt auch als Männchen. Diese Art, die Geschlechter auf die Individuen einer Population zu verteilen, entspricht auch der Vorstellung, welche die meisten Menschen von der geschlechtlichen Fortpflanzung haben – sie ist aber keineswegs die einzig mögliche. Andere Arten der Geschlechterverteilung finden wir bei Zwittern, bei denen Individuen entweder beide Geschlechter gleichzeitig tragen (simultane Zwitter) oder die entscheiden können, ob und wann sie das Geschlecht wechseln (sequenzielle Zwitter). Letztere beginnen ihr Leben meist entweder als Männchen oder als Weibchen und wechseln ihr Geschlecht nur einmal im Leben, während einige wenige sequenzielle Zwitter, etwa gewisse Riffische, mehrmals das Geschlecht wechseln können.

Da Zwitter beide Geschlechter haben, fragt sich, ob und wie sie wohl eine Entscheidung darüber treffen, wie viel Energie sie für ihre männliche und weibliche Geschlechtsfunktion investieren sollen. Hängt dies von der Verfügbarkeit oder der Attraktivität der Partner ab? Und wie fühlt sich ein Zwitter eigentlich? Wird er von seiner männlichen Seite zur Partnersuche angetrieben, während sich seine weibliche Seite gut überlegt, mit wem sie sich einlässt? Oder gibt es solche Geschlechterrollen bei diesen Tieren überhaupt?

Unser Befremden gegenüber zwittrigen Tieren resultiert wohl aus unseren eigenen, angeborenen oder anerzogenen, Geschlechterrollen, die wir beim Betrachten von Tieren oft auf sie projizieren. Dies gelingt uns bei Zwittern nur schlecht. Bei einer Blüte wundern wir uns hingegen nicht sonderlich, sowohl

die männlichen Staubgefäße als auch einen weiblichen Stempel zu sehen. Da wir mit Pflanzen meist kein Verhalten assoziieren, sträuben wir uns nicht gegen ihr Zwittertum.

Zudem ist in den letzten Jahren deutlich geworden, dass Zwitter ihre eindrucklichen, bisher nur spärlich untersuchten Eigenheiten haben, wenn sie sich fortzupflanzen. Wenn zwei Zwitter sich gegenseitig Spermien geben, beide aber lieber keine Spermien erhalten wollen, dann entsteht ein interessanter kooperativer Konflikt, über dessen Lösung man sich oft nur wundern kann. Zwitter zwingen uns immer wieder, unsere vorgefassten Meinungen über die Geschlechter zu hinterfragen. Ein Verständnis ihrer Eigenheiten wird es uns erlauben, einen neuen Blickwinkel und dadurch einen tieferen Einblick in die Evolution der Geschlechter zu erhalten. ■

Dr. Lukas Schärer ist Assistent am Zoologischen Institut der Universität Basel.