

1. Lohnt Sex? – Eine gar nicht anzügliche Kontroverse

Sex ist ein Problem für Biologen. Angesichts der vielen Lebewesen, die sich ganz ohne Sexualität fortpflanzen, nehmen die offenen Fragen kein Ende: Braucht man überhaupt Männer? Sind Zwitter glücklicher? Lohnt es sich, treu zu sein? Und vor allem: Warum gibt es überhaupt stressigen Sex? Sex ist also nicht nur ein Problem, sondern auch ein fruchtbares Forschungsgebiet.

Rein theoretisch können sich Organismen schneller fortpflanzen, wenn sie sich nicht den Luxus von Männern erlauben. Die kosten eine Menge Energie und tragen in der Regel doch nur kurz zur Fortpflanzung bei. Vor allem im Pflanzenreich, wo sich die Eltern nie um ihre Kinder kümmern, sind sie nur Pollenspender und sonst nichts. Würden sich Pflanzen ohne Männer fortpflanzen, wären sie doppelt so schnell, weil alle Nachkommen Töchter wären, die sich zu 100 % wieder fortpflanzen könnten. Das Szenario ist ganz offensichtlich: Nehmen wir an, es träte bei einer Pflanzenart plötzlich eine Mutante auf, die ohne Sex nur weibliche Nachkommen in die Welt setzen kann. Dann würden zwei Nachkommen, die sonst gerade mal zur Art-erhaltung ausreichen, schon in jeder Generation eine Verdopplung der Nachkommenschaft bedeuten. Innerhalb einiger Dutzend Generationen hätten diese ungeschlechtlichen Vermehrer ihre zweigeschlechtlichen Verwand-

ten völlig an die Wand gespielt, wenn sie den gleichen Lebensraum teilen. Und sie würden sich in evolutionär so kurzen Zeiträumen durchsetzen, dass die Vorteile des Sex, über die noch zu sprechen sein wird, gar nicht zur Wirkung kämen. Und tatsächlich gibt es Tiere und Pflanzen, die das so machen. Blattläuse sind die bekanntesten, die sich durch Jungfernzeugung fortpflanzen. Hier entstehen aus weiblichen Tieren den ganzen Sommer über immer wieder neue, rein weibliche Tiere. Aber auch Kartoffeln, Erdbeeren, viele Gräser und Lilien pflanzen sich ungeschlechtlich (= asexuell, vegetativ) über Knollen, Ausläufer oder Zwiebeln fort. Aber richtig ist auch: Alle höheren Pflanzenarten, einschließlich der genannten, können auch Sex. Er muss also gewaltige Vorteile haben. Andernfalls wäre er als Verschwendung von Energie und Zeit in der Evolution schon lange abgeschafft. Es gibt einen bunten Strauss an Theorien, die uns dieses Paradox der sexuellen Vermehrung erklären wollen.

Jungfernzeugung



auch Parthenogenese, ist eine Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Dabei entstehen genetisch identische Nachkommen aus unbefruchteten Eizellen.



Abbildung 1 Die Karten werden neu gemischt: Das ist der eigentliche Sinn von Sex

Wenn Pflanzen aussprossen oder sich Blattläuse per Jungfernzeugung vermehren, entstehen Klone. Das ist gut, solange sich die Umweltbedingungen nicht ändern. Asexuelle Fortpflanzung eignet sich perfekt, um neu erschlossene Lebensräume schnell und flächendeckend zu besiedeln. Denn Klone sind genetische Kopien und haben alle die gleichen Bedürfnisse, sie drängen sich in die selbe ökologische Nische. Dies ist jedoch auch ein großer Nachteil. Wenn es einem Parasiten (Virus, Bakterium, Pilz) gelingt, die Klone erfolgreich zu befallen, kann er rasch den ganzen Bestand ausrotten. Das ist bei den sich ungeschlechtlich vermehrenden Bananen tatsächlich schon vorgekommen (s. Kap. 13). Sind also Parasiten verantwortlich für die „schönste Sache der Welt?“.

Parasit



ist ein Lebewesen, das seinen Nahrungserwerb aus einem anderen Organismus bezieht. Dieser wird als Wirt bezeichnet und durch den Parasiten geschädigt, synonym ist „Schmarotzer“.

Die Frage könnte aus folgendem Grund „Ja“ lauten: Bei den geschlechtlich sich vermehrenden Lebewesen unterscheiden sich die Nachkommen von den Eltern. Die Neukombination des elterlichen Erbgutes gibt dem Nachwuchs neue Waffen an die Hand, ein wirksames Abwehrsystem, um sich gegen die Schmarotzer zu wehren. Sie führt zu einer großen Variation (s. Kap. 10) und einer Vielzahl von genetisch unterschiedlichen Nachkommen (Abb. 2). Daran müssen sich die Parasiten ihrerseits erst anpassen, um ihren Wirt dann doch wieder attackieren zu können – auch diese Anpassung des Parasiten an den Wirt nimmt oft den Weg über die sexuelle Fortpflanzung. Das führt zu einem endlosen Wettrennen zwischen Parasit und Wirt. Gewinnen kann dabei keiner, etwas, was heute funktioniert gegen die Viren und Parasiten, ist morgen schon wieder anfällig, weil sich auch die Parasiten und Viren schon wieder neu angepasst haben. Und dieser Wettlauf wird nie aufhören. Durch die Sexualität könnten Pflanzen, Tiere und Menschen den Feinden immer ein Schrittchen voraus bleiben. Dazu ist es hilfreich, wenn sich genetisch sehr unterschiedliche Individuen paaren. Dann werden

ihre Nachkommen besonders viele verschiedene Abwehrgene tragen. Neue Forschungen bestätigen, dass bei Menschen und Mäusen ein ganz besonderer „Sex-Appeal“ von denjenigen Partnern ausgeht, deren Immunsystem vom eigenen Immunsystem abweicht. Dadurch ist eine sexuelle Durchmischung besonders viel versprechend in Sachen „gesunde Nachkommen“. Die Partner merken das unbewusst über den Geruch. Auch gesundes Aussehen und Jugendlichkeit sind wichtige Indizien dafür, dass der Partner gesund und abwehrbereit ist.



Abbildung 2

Genetische Unterschiedlichkeit zieht sich an: Das hat einen fortpflanzungsbiologischen Sinn



Abbildung 3

Ohne Sex entstehen nur absolut identische Klone (links); die sexuell durchmischte Population ist bunt und vielfältig und dadurch flexibler für sich ändernde Umweltbedingungen (rechts)

Nicht ohne Grund fühlen wir uns oft genug gerade von „exotischen Schönheiten“ angezogen, sei es nun die verbreitete Vorliebe von europäischen Männern für Asiatinnen, oder von europäischen Frauen für Afrikaner. Je mehr sich die Eltern unterscheiden, umso vielfältiger – und abwehrbereiter – sind ihre Nachkommen (Abb. 2).

Die Durchmischung des Erbgutes durch sexuelle Fortpflanzung (= Rekombination) könnte eine höhere Abwehrkraft gegen Parasiten bewirken. Und jeder dieser Feinde hat seinerseits viele verschiedene Varianten, die ständig auf ihre Wirte einstürzen. Jeden Winter suchen uns beispielsweise andere Stämme des Grippevirus heim. Deshalb bedarf es einer Vielzahl unterschiedlicher Abwehrreaktionen. Neue Eigenschaften entstehen in der natürlichen Evolution durch Mutationen, das sind zufällige Veränderungen des Erbgutes. Solche Mutationen können einen Vorteil haben, etwa wenn sie bei Pflanzen die Widerstandsfähig-

keit (Resistenz) gegen einen Schadpilz erhöhen. Dann wird sich dieses Gen langsam, aber stetig in der Population anreichern. Eine andere Mutation könnte beispielsweise zu einer neuen Resistenz gegen bestimmte Bakterien führen und sich ebenfalls verbreiten. Ohne Durchmischung des Erbgutes gäbe es nur eine Möglichkeit, zu Individuen zu kommen, die beide Resistenzen gleichzeitig tragen: Irgendwann müsste sich eine der beiden Mutationen bei einem Träger der jeweils anderen Mutation wiederholen – ein umständliches Verfahren, das bei steigender Komplexität der Lebensformen extrem unwahrscheinlich wird.

Resistenz



heißt allgemein Widerstandsfähigkeit. Bei Pflanzen wird die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen Resistenz genannt, während die Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen Schadfaktoren (z. B. Kälte, Trockenheit, Herbizide) als Toleranz bezeichnet wird.

Die Evolution würde dann immer langsamer verlaufen, je weiter sich die Organismen entwickeln – anstatt schneller, wie es wirklich auf der Erde passiert. Und hier kommt wieder der Sex ins Spiel. Werden die erfolgreichen Abwehrgene bei jeder Fortpflanzung neu durchmischt, dann wird es früher oder später auch dazu kommen, dass ein Nachkomme zwei positive Mutanten in sich vereint, etwa vom Vater die Resistenz gegen Pilze und von der Mutter diejenige gegen Bakterien. Das ist immer noch ein seltener Vorgang, aber – und das ist der Clou – deutlich häufiger, als eine Wiederholung der exakt gleichen Mutation. Vor allem funktioniert die sexuelle Methode umso besser, je komplexer die Lebensformen sind. Sex ist in der Evolution etwa dasselbe, wie ein Internetanschluss am Computer – Computer funktionieren zweifellos auch *offline*, aber der Datenaustausch ist schwieriger und auf alle Fälle langsamer.

Diese These lässt sich noch ausweiten. Ein Klon zu sein, ist so lange eine schöne Sache, wie die Lebensbedingungen immer gleich bleiben. Die Umwelt ist aber ständig in Bewegung. Da gibt es die verschiedenen Jahreszeiten, sich ändernde Temperatur- und Lichtverhältnisse, unterschiedliche Nährstoffangebote, Trockenperioden oder Staunässe usw. Da bei der sexuellen Fortpflanzung das Erbgut von Vater und Mutter jeweils neu gemischt wird, entstehen automatisch Individuen mit unterschiedlichen Vorlieben und Eigenschaften. Ändert sich die Umwelt abrupt, sind Klone schnell am Ende und sterben ab. In sexuell sich fortpflanzenden Populationen finden sich aufgrund der genetischen Vielfalt dagegen meist einzelne Nachkommen, die auch mit den neuen Bedingungen zu recht kommen (Abb. 3).

Rekombination



Austausch von Allelen und die Neuverteilung von genetischem Material durch sexuelle Fortpflanzung. Dadurch kommt es zu neuen Gen- und Merkmalskombinationen und damit zu genetischer Variation.

Diese Erklärung für die Erfindung des Sex wird unter Biologen gerne als „Rote Königin“ (*red queen*)-Hypothese bezeichnet. Die Rote Königin stammt aus Lewis Carrolls Märchen „Alice im Wunderland“, wo sie den legendären Gedanken ausspricht, dass man in ihrem Reich immer schneller laufen müsse, nur um am selben Ort zu bleiben. Für den Paläontologen Leigh van Valen war dieser Satz 1973 das passende Bild für den evolutionären Wettlauf der Arten: Nur wer sich den andauernden Veränderungen seiner Umwelt schnell genug anpasst, hat gute Chancen, sein Erbgut an die nächsten Generationen weiterzugeben. Die Kehrseite des Ganzen ist, dass durch die genetische Umorganisation bei jeder Befruchtung auch gute Genkombinationen, die schon ausreichend erprobt sind, wieder zerschlagen werden.

Ein Beispiel für die Vor- und Nachteile dieser Neukombination ist eine menschliche Krankheit, die Sichelzellenanämie. Sie wird durch eine einzige Mutation in dem Gen, das für den Blutfarbstoff (Hämoglobin) verantwortlich ist, verursacht und führt dazu, dass die roten Blutkörperchen, die den Sauerstofftransport im Körper erledigen, ihre Form verändern. Bei Sauerstoffmangel verformen sie sich sichelförmig (Abb. 4). Wir bekommen von allen Genen in unserem Körper je eine Kopie von der Mutter und eine vom Vater. Diese Kopien