

NZZ am Sonntag
Von Martin Amrein 25.09.2016

Was hat Sex mit Fortpflanzung zu tun?

Wissenschaftler arbeiten an einer Zukunft des Menschen ohne Sex: Dann könnten zwei Männer eigene Kinder haben – oder eine Person mit sich alleine.

(Illustration: Andreas Gefe und Julia Ambroschütz)

Kraken tun es 2000 Meter unter dem Meeresspiegel, Strumpfbandnattern gemeinsam mit hundert ihrer Artgenossen, Staubläuse drei Tage lang und manche Beutelmäuse, bis sie tot umfallen. Mehr als 99 Prozent aller Tiere haben Sex, auch wir Menschen. Keine andere Art und Weise, sich zu vermehren, ist auch nur annähernd so verbreitet wie jene zwischen Männchen und Weibchen.

Damit ist der Geschlechtsakt eine der erfolgreichsten Erfindungen der Natur – und trotzdem rätseln Wissenschaftler noch immer über dessen wahren Sinn. Das Mysterium wiegt so schwer, dass es als Königsfrage der Evolutionsbiologie gilt.

«Bei einigen Tierarten sind die Vorteile der geschlechtlichen Fortpflanzung ganz gut verstanden», sagt Lutz Becks vom Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie im norddeutschen Plön, der sich seit Jahren mit der grossen Frage beschäftigt. «Wir scheitern aber noch immer daran, eine allgemeingültige Erklärung dafür zu finden.»

Denn Sex ist im Grunde ein Unding. Es ist aufwendig, einen vernünftigen Geschlechtspartner zu finden. Während des Akts ist man nicht nur Raubtieren, sondern auch den Krankheitserregern des Partners schutzlos ausgeliefert. Oft klappt es mit der Fortpflanzung gar nicht. Und wenn doch, ist es immer noch einem ordentlichen Stück Zufall überlassen, was bei der ganzen Gemischerei überhaupt herauskommt. Weder die schnellste Raubkatze noch der klügste Nobelpreisträger können genetische Ebenbilder ihrer selbst zeugen.

«Wir scheitern noch immer daran, eine allgemeingültige Erklärung für die sexuelle Fortpflanzung zu finden.»

Die asexuelle Fortpflanzung taugt diesbezüglich mehr: Bei ihr entstehen Klone der Mutterorganismen, wodurch gute Genkombinationen nicht getrennt, sondern direkt an den Nachwuchs weitergegeben werden. Dazu kommt die Effizienz der Vermehrung ohne Sex. Tierarten wie Rennechsen, Fadenwürmer oder Wasserflöhe sind reine Frauenklubs. Sie bestehen aus Weibchen, die allein Weibchen auf die Welt setzen. Ohne Männchen bringen sie in jeder Generation doppelt so viel Nachwuchs hervor wie zweigeschlechtliche Populationen. Ihre Wachstumsraten sind deshalb unerreichbar hoch.

Trotz all seinen Unzulänglichkeiten schlägt sich die Mehrheit der Tiere mit dem Sex herum. Den Grund dafür suchen Biologen bei Rädertierchen der Art *Brachionus calyciflorus*. Die einfachen, aus nur rund tausend Zellen bestehenden Wasserorganismen sind ohne Mühe zu halten und pflanzen sich schnell fort. Das macht sie zu idealen Forschungsobjekten. Sie sind die Labormäuse des Mikrokosmos.

Die Besonderheit der Rädertierchen ist, dass sie sich wahlweise sexuell oder asexuell fortpflanzen – ein perfektes Szenario für Evolutionsbiologen, die dem Geheimnis des Sex auf der Spur sind. Lutz Becks konnte zeigen, dass sich die Tiere vornehmlich dann sexuell fortpflanzen, wenn eine Population einen neuen Lebensraum antrifft. «Dank dem Austausch von geeigneten Genen können sie sich sehr schnell an die neuen Umstände anpassen», sagt er.

Eine weitere Hypothese für die Nützlichkeit des Sex sind Krankheitserreger. Das arteigene Immunsystem muss sich ständig an neue Parasitenformen anpassen. «Die sexuelle Fortpflanzung sollte dabei eigentlich im Vorteil sein», erklärt der Forscher. Doch der entscheidende Nachweis blieb in Becks' Labor bisher aus – und damit auch die endgültige Erklärung für die geschlechtliche Vermehrung.
Spiel mit neuen Regeln

Der Mensch ist nicht mit der Flexibilität der Rädertierchen ausgestattet. Unsere Biologie zwingt uns zum Sex, um uns fortzupflanzen. Jahrtausende lang haben wir uns auch daran gehalten. Doch seit etwa vierzig Jahren schreiben wir die Spielregeln unserer Reproduktion um.

Am 25. Juli 1978 kam mit Louise Brown das erste Kind zur Welt, das nicht beim Geschlechtsakt ihrer Eltern, sondern in einem Glasgefäß gezeugt wurde, mittels In-vitro-Fertilisation (IVF). Der Weg bis dahin war beschwerlich. Jahrelang suchten Wissenschaftler nach Möglichkeiten, menschliche Eizellen zu gewinnen, sie zu befruchten und wieder in die Gebärmutter zu transferieren. Als es schliesslich im Fall von Louise Brown gelang, war die Welt begeistert und entsetzt zugleich. Noch musste sich zeigen, dass das Mädchen wirklich gesund war.

Doch die Prozedur erwies sich als sicher. Bis heute haben weltweit über sechs Millionen IVF-Kinder das Licht der Welt erblickt. Viele mehr werden noch dazukommen. Der Anteil künstlicher Befruchtungen steigt in vielen Ländern weltweit stetig an, auch in der Schweiz. Unterzogen sich im Jahr 2002 noch 3467 Frauen einer In-vitro-Befruchtung, waren es 2014 bereits deren 6269.

Leben aus dem Labor

Pincus mit einem seiner Hasen. (Bild: Bettmann Archive)

1937

Dem US-Biologen Gregory Pincus gelingt es, Hasen in der Petrischale zu erzeugen.

Es ist die erste In-vitro-Fertilisation (IVF) bei einem Säugetier.

1978

Louise Brown kommt als erstes IVF-Kind zur Welt. Sie gebärt später selber auf natürliche Weise zwei gesunde Söhne.

2011

Der japanische Forscher Mitinori Saitou entwickelt künstliche Gameten aus Hautzellen von Mäusen.

«Die gesellschaftliche Akzeptanz der künstlichen Befruchtung ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen», sagt Bruno Imthurn, Leiter der Reproduktionsendokrinologie am Unispital Zürich. In seine Klinik kommen Paare, bei denen es mit dem Kinderkriegen nicht klappt. Gründe dafür gibt es viele: beschädigte Eileiter, unbewegliche Spermien, Stress oder ganz einfach das Alter. Imthurns Team führt jährlich Hunderte Behandlungen durch.

Im Labor der Klinik ist es dunkel und warm, ganz so wie im Mutterleib. «Ausserhalb des Körpers sind Embryonen äusserst anfällig», sagt Imthurn. Damit diese in ihrer Entwicklung nicht gestört werden, müssen sie auch vor schädlichen Chemikalien geschützt werden. Wer den Raum betreten will, muss sich deshalb erst einmal sterile Kleider überstreifen.

Im Operationssaal nebenan werden den Frauen die noch unbefruchteten Eizellen entnommen. Nur eine intensive Hormonbehandlung macht es möglich, gleich mehrere davon zu gewinnen. Noch am selben Tag findet die Insemination statt. Entweder wird die Eizelle einfach mit dem aufgereinigten Sperma des Mannes übergossen, meist jedoch injiziert ein Embryologe ein einzelnes Spermium mit einer Stechkanüle punktgenau in die Eizelle. Gelingt die Befruchtung in der Petrischale, wird der Embryo die nächsten fünf Tage im Inkubator kultiviert, bevor er mit einem kleinen Katheter in die Gebärmutter der Frau eingebracht wird, wo er zu einem Kind heranwachsen soll.

Eine Revolution steht an

Der Mensch, das zeigt sich im Reproduktionslabor, emanzipiert sich immer weiter von seiner natürlichen Fortpflanzungsweise. Die nächsten grossen Schritte auf diesem Weg werden folgen. Eine Vorreiterrolle spielen die USA, wo es Eltern erlaubt ist, vor dem Embryotransfer das Geschlecht des zukünftigen Kindes zu wählen, und wo längst auch homosexuelle Paare auf die In-vitro-Fertilisation zurückgreifen können. Henry Greely, Rechtsprofessor und Bioethiker an der Stanford University in Kalifornien, rechnet aber nicht bloss mit einem nächsten grossen Schritt, er rechnet mit einer Revolution.

«Eltern werden wissen, welcher Embryo das geringste Risiko für bestimmte Krebsarten oder psychische Störungen aufweist.»

In zwanzig bis vierzig Jahren werden die meisten Kinder der westlichen Welt nicht mehr im Bett, sondern in der Petrischale gezeugt – dieses Szenario zeichnet Greely in seinem neuen Buch «The End of Sex». Ein Paar wird demnach etwa hundert Embryonen zeugen und ein DNA-Dossier für jeden einzelnen erhalten. Bis dann werden wir den Einfluss der Gene auf unseren Körper wohl noch viel besser verstehen als heute.

«Anhand der vorliegenden Daten werden Eltern wissen, welcher Embryo das geringste Risiko für Erbkrankheiten, bestimmte Krebsarten oder psychische Störungen aufweist. Sie werden auch Kenntnis über die Farbe der Haare und Augen, die Körpergrösse und über mögliche Verhaltensmerkmale haben», sagt Greely. Die Stimme des Wissenschafters klingt überzeugt. «Ausgehend davon, werden sie sich für ihr Wunschkind entscheiden.»

In den USA, in Ostasien, in Australien und in manchen Teilen Europas wird das Verfahren laut Greely dereinst legal sein. Dass es sich durchsetzen werde, habe vor allem einen Grund: Paare wünschen sich gesunde Kinder. Ausserdem profitiere bei weniger Krankheitsfällen auch das Gesundheitssystem. «Deshalb werden die Krankenkassen die gesamten Kosten dafür übernehmen», sagt der Bioethiker.

Keine Frau wird aber genügend Eizellen bereit haben, um so viele Embryonen zu erzeugen. Greely geht davon aus, dass man deshalb auf Stammzellen zurückgreifen wird, die sich aus Körpergewebe künstlich erstellen lassen. Mit solchen induzierten pluripotenten Stammzellen ist es bereits heute bei Mäusen möglich, künstliche Gameten – also Spermien und Eizellen – zu produzieren, die zu Nachwuchs führen.

Bruno Imthurn hält es nicht für ausgeschlossen, dass es in einigen Jahrzehnten technisch möglich sein wird, auch menschliche Kinder mit künstlichen Gameten zu zeugen. «Es liegt dann an der Gesellschaft, zu entscheiden, wie und in welchen Fällen wir die Technik anwenden wollen», sagt er. Denn künstliche Gameten könnten ganz neue Fragen aufwerfen.

Aus dem Hautgewebe eines Mannes lassen sich womöglich dereinst auch Eizellen, aus demjenigen einer Frau Spermien erstellen. Das würde homosexuellen Paaren ermöglichen, ein Kind mit ihrem ganz eigenen Erbgut zu zeugen. Doch auch eine äusserst bizarre Elternform wäre möglich, Greely nennt sie «Uniparent»: Ein Mensch könnte gleich beiderlei Gameten aus dem eigenen Körpergewebe zur Verfügung stellen. Er wäre dann Vater und Mutter seines Kindes zugleich.

Geschlechtsakt wird überflüssig

Behält Greely mit seinen Prognosen recht, werden wir uns zukünftig entscheiden können, ob wir uns allein oder zu zweit fortpflanzen – fast so wie die Rädertierchen in den Labors der Evolutionsbiologen. Es könnte reine Frauenklubs geben wie bei den Rennechsen und den Wasserflöhen. Oder reine Männerklubs, die allerdings noch immer auf Leihmütter angewiesen wären. Wir werden kontrollieren, wie unsere Fortpflanzung abläuft und welches Resultat dabei herauskommt.

Unsere Fortpflanzung wird nicht mehr viel mit Sex zu tun haben: Als erstes Säugetier werden wir mehrheitlich auf den Geschlechtsakt verzichten, um uns zu vermehren. Bleibt offen, ob wir bis dann auch die Königsfrage beantwortet haben und wissen, wozu der Sex – rein evolutionsbiologisch – überhaupt nützlich ist.

Forscher stürzen ein Dogma der Reproduktion

Es ist das erklärte Ziel des Bioethikers Henry Greely, mit seinem Buch «The End of Sex» eine breite Diskussion in Gang zu setzen. Die Gesellschaft soll sich der Frage stellen, wie sie mit den zukünftigen Möglichkeiten der Reproduktionsmedizin umgehen will. «Ich gab mein Bestes, um dafür ein plausibles Szenario zu entwerfen», sagt er. «Eine Garantie, dass die technischen Fortschritte eintreten, gibt es nicht. Aber die Chancen dazu stehen gut.» Greely beschreibt selber, dass die Forschung auch Pfade einschlagen wird, an die er noch gar nicht gedacht hat.

Wie recht er damit hat, zeigt sich schon jetzt. Im September 2016 haben britische Wissenschaftler im Fachblatt «Nature Communications» publik gemacht, dass sie Leben geschaffen haben, ohne eine Eizelle zu befruchten. Die Forscher erzeugten dafür eine spezielle Mauszelle, die nur den halben Chromosomensatz aufwies, aber mehr einer Körperzelle als einer Eizelle glich. Nach der Injektion eines normalen Spermiums entwickelte sich daraus eine gesunde, fortpflanzungsfähige Maus. Laut den Wissenschaftlern stürzt ihre Arbeit das Dogma, dass Säugetiere nur aus der Verschmelzung zwischen Eizelle und Samenzelle hervorgehen können. Sie spekulieren, dass es dereinst möglich sein könnte, auch menschliche Hautzellen derart zu bearbeiten, dass sie sich mit einem Spermium befruchten lassen.

Damit ergäbe sich eine zusätzliche Option, wie zwei Männer zu biologischen Eltern eines Kindes werden könnten – und auch mit diesem Verfahren liesse sich die von Henry Greely als «Uniparent» bezeichnete Form der Allein-Elternschaft verwirklichen. (*mna.*)