



Eine Samenzelle dringt in die Eizelle ein: Von 100 bis 600 Millionen Spermien gelangt meist nur eine einzige an ihren Bestimmungsort

Foto: Getty

# Der König der Spermien

Je mehr Forscher über den beschwerlichen Weg der Samenzellen zur Eizelle in Erfahrung bringen, desto mehr erscheint es als Wunder, dass überhaupt einmal eine ans Ziel gelangt

Susanne Donner

Es ist ein frostiger Empfang, wie man ihn Liebenden nicht wünscht. 100 bis 600 Millionen Spermien, lauter Fremdlinge, gerade gelandet im weiblichen Genitaltrakt. Das Milieu ist sauer, fast wie Zitronensaft, im besseren Fall wie Apfelsaft. Es ist definitiv nicht das, was Spermien mögen. Einige verfallen prompt in eine Säurestarre. Hinaus mit euch, brüllt dann aber auch schon das weibliche Immunsystem, wenn man es sich so plastisch vorstellen möchte. Immunzellen, darunter die neutrophilen Granulozyten, eilen zum Ejakulat. Dort begehnen sie Selbstmord und setzen ihre DNA, Histone und andere Abwehrmoleküle frei. Die DNA wickelt sich um die Spermien wie ein Spinnennetz. Die können sich nicht mehr vom Fleck rühren. Und die Histone geben dann den Spermien den letzten Rest, indem sie sie abtöten.

Die Spermien könnten einpacken, wenn sie nicht gleich zwei Mittel gegen diesen Frontalangriff des weiblichen Immunsystems in petto hätten. In der Samenflüssigkeit befindet sich ein Enzym, das das DNA-Spinnennetz aufschneidet. Es befreit die Samenzellen von ihren Fesseln. Sofern sie noch nicht vernichtet sind, können sie gleich einer Kaulquappe durch Bewegungen ihres Schwanzes wieder umherschimmen. Falls ihnen ein todbringendes Histon in die Quere kommt, tragen sie gegen dieses ein süßes Gegengift auf ihrer Oberfläche: Langkettige Zuckermoleküle binden die Histone und machen sie schadlos, wie der Giesseener Biochemiker Sebastian Galuska 2013 entdeckte.

Was soll der Unsinn, der Kampf zwischen Mann und Frau auf mo-

lekularer Ebene, nachdem sie sich doch einfach nur geliebt haben? Des Rätsels Lösung, vermutlich: Die Spermien kommen selten alleine. Mit dabei sind auch Hundertschaften von Bakterien. «Wir gehen davon aus, dass das weibliche Immunsystem deshalb so aggressiv reagiert, um diese Mikroben loszuwerden, weil sie Entzündungen verursachen können, die die Empfängnis erschweren», erklärt Galuska von der Universität Giessen.

## Spermien kooperieren, um schneller vorwärtszukommen

Für die Spermien geht es flott weiter. Denn die Zeit drängt. Im linken oder rechten Eileiter wartet die Eizelle und rutscht gemächlich, Mikrometer um Mikrometer, der Spermien­schar entgegen. Vor den männlichen Keimzellen aber liegt ein Marathon: Nur 60 Mikrometer sind sie lang, müssen jedoch in den kommenden Stunden und Tagen zwanzig Zentimeter schwimmend zurücklegen. Das entspricht einer Strecke von 5,8 Kilometern für einen 1,75 Meter grossen Menschen.

Doch einige Spermien kommen nicht weit. Sie haben einen Knick oder einen zum Kringel verklebten Schwanz. «Die werden es nie schaffen», sagt Toxikologin und Pathologin Klaus Weber vom kommerziellen Labor AnaPath in Oberbuchsitzen. «Die mit Ringschwanz schwimmen immerzu im Kreis herum. Kreisläufer heissen die deshalb auch.» Weber hat kürzlich eine bahnbrechende neue Technik zur Beobachtung von Spermien vorgestellt: Unter einem Laserscannemikroskop des Herstellers Olympus kann er die Keimzellen mehr als 17 000-mal vergrössern. Bisher schauten sich Reproduktionsmedi-

ziner diese bei maximal 1000-facher Vergrösserung an. Weber entdeckte ganz neue Anomalien: Zwei am Kopf verklebte Spermien etwa, die bisher, ob der geringen Auflösung, immer als doppelschwänzige Spermien fehlinterpretiert wurden. «Die kommen nicht in die Eizelle hinein», sagt Weber. Er rechnet damit, dass seine Technik die Spermienuntersuchung auf eine ganz neue Stufe heben wird. Diese geht heute nach wie vor immer wieder fehl. So wurde Weber, wie vielen andere Männer auch, Unfruchtbarkeit diagnostiziert, bekam jedoch später zwei Kinder.

Bisher verglich man den Weg der Spermien gerne mit einer Rallye. «Man glaubt, die treten alle gegeneinander an, und das Schnellste gewinnt», sagt Gunther Wennemuth, Leiter des Instituts für Anatomie am Universitätsklinikum Essen. «Doch das Bild stimmt in dieser Form nicht.» Im September erst berichtete er gemeinsam mit amerikanischen Kollegen, dass Spermien verschiedene Schwimmtechniken beherrschen. Sie können sich auch zu Bündeln von zwei, drei und vier Spermien zusammenschließen, indem sie ihre Köpfe zusammenstecken. Im Team, so wies Wennemuth nach, schwimmen sie dann doppelt so schnell wie als Einzelkämpfer. Kooperation statt Konkurrenz ist also gerade am Anfang des Rennens von Vorteil, obwohl es am Ende gewöhnlich nur ein Spermium in die Eizelle schafft.

Und noch etwas entdeckte der Anatom: Die Spermien schwimmen nicht bloss geradeaus, sondern drehen sich gleichzeitig schraubenförmig um ihre Längsachse. Wer diese Schraubbewegung nicht beherrscht, irrt ebenfalls nur im Kreis herum.

Endlich, beim Etappenziel Gebärmutter, gibt es erstmals weibli-

che Hilfe. Der Beckenboden zieht sich beim Orgasmus rhythmisch zusammen und pumpt dadurch das Sperma durch das birnenförmige Organ nach oben – vorausgesetzt, die Spermien sind rechtzeitig da. Sonst heisst es, aus eigener Kraft hindurchschwimmen.

Dann die erste Verzweigung, linker oder rechter Eileiter – wo steckt bloss die Eizelle? Bis heute weiss kein Forscher, wie die Spermien noch derart weit entfernt vom Ziel an dieser Gabelung wissen, wo es langgeht. Vielleicht bleibt auch alles dem Zufall überlassen und die eine Hälfte schwimmt nach rechts und die andere nach links. Im Eileiter haben sie jedenfalls die längste Strecke zurückzulegen, und das in völlig unwegsamem Gelände. «Das ist ein labyrinthartiger Grand Canyon mit vielen Einsenkungen», verdeutlicht Wennemuth. Hier sind besondere Schwimmkünste gefragt. Würden die Spermien sich stur geradeaus bewegen, wie man bis vor kurzem annahm, würden sie unweigerlich gegen eine Wand des Eileiters schwimmen. Wennemuth hat aber im Labor beobachtet, dass die Spermien sich an den Zellen des Eileiters anheften und dann ihre Richtung um eine halbe Drehung ändern können. Mit einem Schwanzschlag reißen sie sich von ihrem Ankerpunkt wieder los. Im Stop-and-go-Verkehr dürften sich die Spermien so den zwei Millimeter breiten Kanal hinaufarbeiten.

Damit die Spermien in dem düsteren Labyrinth nicht verloren gehen, hilft ihnen abermals der weibliche Körper. An der Wand des Eileiters sind feine Härchen, sogenannte Zilien, deren Flüssigkeitsstrom den Spermien entgegenfließt. Das klingt zunächst widersinnig: Die Strapazierten müs-

sen also auch noch stromaufwärts schwimmen. Doch die Strömung hilft ihnen zumindest den Weg zu finden, getreu dem Motto, wer den Rhein immerzu hinaufschippert, kommt irgendwann zur Quelle. «Das Verfolgen der Strömung ist eines von zwei wichtigen Navigationssystemen für die Spermien auf dem Weg zur Eizelle», erklärt der Biochemiker Timo Strünker vom Forschungszentrum Caesar in Bonn. Rheotaxis nennen Forscher diese Form der Orientierung. Zusätzlich gibt es Calcium aus der Flüssigkeit im weiblichen Genitaltrakt, das auf die Spermien wie ein Erfrischungsgetränk wirkt. Sie nehmen es durch spezielle Ionenkanäle im Schwanz auf und schwimmen prompt flotter.

## Die Eizelle «dopt» die Spermien auf ihren letzten Mikrometern

Erst kurz vor der Ziellinie, wenige Millimeter von der Eizelle entfernt, kommt vermutlich ein zweites Navigationssystem zum Zug. Die Eizelle samt schützender Eihülle sendet Botenstoffe aus, die den wenigen verbliebenen Spermien signalisieren, wo es langgeht und dass sie es bald geschafft haben. Chemotaxis, Lenken durch Lockstoffe, nennt sich dieses Lotsenprinzip.

Oft ist in diesem Zusammenhang vom Maiglöckchenduft die Rede. Doch es ist wohl ein Mythos, dass die Eizelle die Spermien mit Blumenduft anlockt. Vielmehr hat man in Laborexperimenten verschiedene Duftstoffe von Chemiekonzernen zu Spermien gegeben und beobachtet, dass sie auf Maiglöckchenduft ansprechen. Allerdings erst bei hohen Dosen, sodass Caesar-Forscher heute bezweifeln, dass der Zusatz der Parfümindustrie bei der Befruchtung hilft. Viele andere Lockstoffe entdeckte man

wiederum lediglich beim Lieblingstier der Befruchtungsforschung: dem Seeigel. Er ist so beliebt, weil er Spermien und Eizellen einfach ins Wasser absondert und sich der Befruchtungsvorgang deshalb live in der natürlichen Umgebung beobachten lässt. Doch weil die Vermehrung ganz anders abläuft als beim Menschen, ist fraglich, ob die Lockstoffe des Seeigels im Körper einer Frau überhaupt vorkommen.

Immerhin ein menschlicher Botenstoff konnte bisher dingfest gemacht werden: das weibliche Sexualhormon Progesteron. Die Eihülle bildet den Stoff in grossen Mengen. Progesteron aber ist wahres Doping für die Spermien auf den letzten Mikrometern. Es öffnet die Ionenkanäle in ihrem Schwanz weit und lässt viel Calcium hinein. Die Spermien schlagen darauf hin wie wild mit dem Schwanz und mobilisieren ihre letzten Kräfte.

So kurz vor dem Ziel sind nur noch rund zehn von den einst 100 bis 600 Millionen Spermien übrig. Die Eizelle ist umgeben von einer Eihülle, die wiederum eine Schicht Zuckermoleküle umkleidet. An diese süsse Hülle können die Spermien nun andocken. Sie holen dann einen Cocktail aus Enzymen aus einer Tasche hervor, die sie vorne am Kopf tragen. Mit diesen Substanzen können sie die Hülle um die Eizelle aufschmelzen. In jenem magischen Augenblick, in dem das erste Spermium eindringt, wirft es seinen Schwanz ab, und die Eizelle versiegelt im selben Moment ihre Andockhülle. Die übrigen Spermien rutschen ab. «Das ist ganz clever gemacht», findet Weber und scherzt: «Und das Spermium, das es geschafft hat, ist der King of Sperm.»