

Spektrum  
der Wissenschaft

KOMPAKT



# ZWISCHEN LUST UND FRUST

**Vorlieben**

Tu mir weh!

**Weiblicher Orgasmus**

Der Weg zum Höhepunkt

**Verhütung**

Für immer Frauensache?



Michaela Maya-Mrschtik  
E-Mail: michaela.maya-mrschtik@spektrum.de

## Liebe Leserin, lieber Leser,

dass Sie mein Editorial hier lesen können, verdanken wir einer Tatsache: Wir alle wurden gezeugt –größtenteils, wenn auch nicht ausschließlich, durch Geschlechtsverkehr.

Sex ist aber viel mehr als nur ein Fortpflanzungsweg. Die Schäferstündchen machen Spaß, schaffen eine innige Bindung, und sie entspannen. Einige Menschen können den Akt allerdings nicht so sehr genießen wie andere. Sie kämpfen mit Erektionsproblemen, Lustlosigkeit oder kommen einfach nicht zum Höhepunkt. Wieder andere leiden unter qualvollen Erregungszuständen, von denen sie kaum Erlösung finden. Was man gegen Sexprobleme tun kann, wie Medikamente Lust und Gehirn beeinflussen und warum Schmerz bei manchen für den besonderen Kick sorgt, erfahren Sie in diesem Kompakt.

Eine reizende Lektüre wünscht Ihre

Erscheinungsdatum dieser Ausgabe: 22.05.2018

Folgen Sie uns:



**CHEFREDAKTEURE:** Prof. Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P.), Dr. Uwe Reichert  
**REDAKTIONSLEITER:** Dr. Hartwig Hanser, Dr. Daniel Lingenhöhl  
**ART DIRECTOR DIGITAL:** Marc Grove  
**LAYOUT:** Oliver Gabriel, Marina Männle  
**SCHLUSSREDAKTION:** Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle  
**BILDREDAKTION:** Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe  
**PRODUKTMANAGEMENT DIGITAL:** Antje Findekle, Dr. Michaela Maya-Mrschtik  
**VERLAG:** Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Tiergartenstr. 15-17, 69121 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600, Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114, UStd-Id-Nr. DE229038528  
**GESCHÄFTSLEITUNG:** Markus Bossle, Thomas Bleck  
**MARKETING UND VERTRIEB:** Annette Baumbusch (Ltg.)  
**LESER- UND BESTELLSERVICE:** Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ilona Keith, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik).

**BEZUGSPREIS:** Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer  
**ANZEIGEN:** Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an service@spektrum.de.

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2018 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bildnachweise: Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

SEITE  
04

GENFORSCHUNG  
Sex schützt vor Mutanten



ISTOCK / FIRSTSIGNAL

SEITE  
42

HORMONE  
Verhütung mit Folgen



TANYAJAY / GETTY IMAGES / ISTOCK

SADOMASOCHISMUS  
Tu mir weh!

SEITE  
15



FILIPOBR / ISTOCK.ADOBE.COM

WEIBLICHES VERLANGEN  
»Es geht nicht darum,  
immer Lust zu haben«

SEITE  
50



BEEBOYS / ISTOCK.ADOBE.COM

- 04 GENFORSCHUNG  
Sex schützt vor Mutanten
- 10 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ  
Liebe & Sex mit Robotern
- 15 SADOMASOCHISMUS  
Tu mir weh!
- 23 PAARBINDUNG  
Wie lange hält das Hochgefühl  
nach dem Sex?
- 25 RESTLESS GENITAL SYNDROM  
Quälende Erregung
- 31 VERHÜTUNG  
Für immer Frauensache?
- 38 ANTIBABYPILLE  
Nebenwirkungen werden  
oft unterschätzt
- 42 HORMONE  
Verhütung mit Folgen
- 50 WEIBLICHES VERLANGEN  
»Es geht nicht darum,  
immer Lust zu haben«
- 60 ANORGASMIE  
Dem Gipfel fern
- 67 20 JAHRE VIAGRA  
Schneller, höher, weiter



OLENA SHMAHALO FÜR »QUANTA MAGAZINE«

GENFORSCHUNG

# Sex schützt vor Mutanten

von Veronique Greenwood

# Sex

Mutationen treten beim Menschen vergleichsweise häufig auf. Aus statistischer Sicht müsste es deshalb Individuen geben, die sehr viele Mutationen auf sich vereinen. Diese Mutanten aber fehlen in der Population des Menschen. Ihre Abwesenheit untermauert eine Theorie, der zufolge Sex den Zweck hat, die Zahl schädlicher Mutationen in einer Population kleinzuhalten.

**A**us statistischer Sicht hätte der Mensch längst aussterben müssen. Jedes Baby kommt mit im Schnitt 70 genetischen Fehlern auf die Welt, ein regelrechter Mutationstsunami im Vergleich zu anderen Organismen, wie etwa Bakterien oder Schleimpilzen. Das Problem: Die meisten Mutationen verringern die evolutionäre Fitness; bei einer solch hohen Mutationsrate wie bei uns hätte der gesammelte Genmüll schon längst zu einer ernsthaften Bedrohung für unsere Art werden müssen.

Dennoch erfreuen wir uns relativer genetischer Gesundheit. Es gibt offenbar einen Mechanismus, der unsere Population vor Ansammlungen schädlicher Genfehler irgendwie schützt. Einer neuen Studie zufolge, die im Journal »Science« erschien, beruht diese genetische Müllabfuhr wahrscheinlich auf einer altbekannten Prozedur: Sex.

Alexey Kondrashov, Evolutionsbiologe an der Universität von Michigan in Ann Arbor (USA), ist einer der Seniorautoren der neuen Studie. Seit mehr als 30 Jahren erforscht er, wie sich Mutationen innerhalb einer Population verbreiten. Tatsächlich ist

diese Frage eines der größeren Rätsel der Biologie. Nach einer klassischen Auslegung der Evolutionstheorie wirkt die natürliche Auslese nämlich nur in kleinen Schritten: Kommt ein Lebewesen mit einer neuen Mutation auf die Welt, die seine Fortpflanzung erschwert, stirbt sein Stammbaum mit hoher Wahrscheinlichkeit aus, und die Mutation mit ihm.

Es gibt aber ein anderes Modell, dem zufolge das Schicksal mehrerer Mutationen aneinandergelockt sein kann. Zum Beispiel dann, wenn eine Mutation die Wirkung einer zweiten verstärkt. Der Schaden durch eine zusätzliche Mutation steigert sich dann nicht additiv, sondern exponentiell. Populationsgenetiker nennen dieses schädliche Zusammenwirken von Mutationen synergistische Epistase.

Kondrashov vermutet aber, dass die synergistische Epistase Populationen mit sexueller Fortpflanzung vor Ansammlungen gefährlicher Mutationen sogar schützen könnte. Das jedenfalls lassen die Ergebnisse der Studie in »Science« vermuten. Anhand der Mutationsraten von Menschen und Fruchtfliegen berechnete sein Team, wie viele Individuen in den beiden Populationen eine bestimmte Anzahl an Mutatio-



**Quanta**  
magazine

Von »Spektrum der Wissenschaft« übersetzte und redigierte Fassung des Artikels »Missing Mutations Suggest a Reason for Sex« aus »Quanta Magazine«, einem inhaltlich unabhängigen Magazin der Simons Foundation, die sich die Verbreitung von Forschungsergebnissen aus Mathematik und den Naturwissenschaften zum Ziel gesetzt hat.

nen tragen müssten. Dann verglichen sie diese theoretischen Mutationsverteilungen mit jenen in den Populationen von 2000 Menschen und 300 wilden Fruchtfliegen.

Tatsächlich trugen deutlich weniger Menschen und Fruchtfliegen die hohe Zahl an Mutationen, die das statistische Modell vorhersagte. Das passt sehr gut zu der Annahme, dass Mutationen nicht unabhängig voneinander wirken, sondern sich negativ verstärken. Der Effekt weise »darauf hin, dass die natürliche Auslese stärker auf Individuen mit Ansammlungen schädlicher Mutationen wirkt«, sagt Arjan de Visser, Evolutionsbiologe an der Universität Wageningen, der an der Studie beteiligt war.

Und da kommt der Sex ins Spiel. Als evolutionäre Strategie war die sexuelle Fortpflanzung nie leicht zu rechtfertigen: Man muss einen Partner finden, der muss einen akzeptieren, die Befruchtung muss klappen – und selbst dann gibt man nur die Hälfte seiner Gene weiter. Asexuell reproduzierende Organismen dagegen schaffen Kopien ihrer selbst und geben damit alle ihre Gene weiter, ohne den ganzen Ärger. Dennoch hat Sex sich offenkundig bei vielen durchgesetzt.

Der Grund liegt vermutlich darin, dass Sex die Gene zu immer neuen Cocktails mischt. Schon die Spermien und Eizellen tragen einen Mix der Chromosomen ihrer Erzeuger. Deshalb unterscheiden sich Menschen, von eineiigen Zwillingen einmal abgesehen, genetisch von allen ihren Verwandten. Sex erzeugt also eine riesige genetische Vielfalt an Fähigkeiten, Formen und Größen, an der die natürliche Auslese ihr Werk verrichten kann.

In ebendieser Kombinationslust liegt vermutlich der große Vorteil von Sex. Denn schädliche Mutationen, die in einem Individuum zusammenfinden, können in einem einzigen Schritt aus einer Population gelöscht werden. So ein mutationsbelastetes Individuum kann etwa eine Spermienzelle sein, die es nicht zur Eizelle schafft, oder ein Organismus, der sich nicht vermehren kann. In solchen Szenarien wird der schädliche Mutationsmix des Individuums nicht in der Population fortbestehen.

Die Idee ist nicht neu. Schon vor knapp 30 Jahren hatte Kondrashov, damals junger Forscher in der Sowjetunion, in einem Artikel in »Nature« argumentiert, dass ein Misch-und-Lösch-Effekt der ganze Zweck

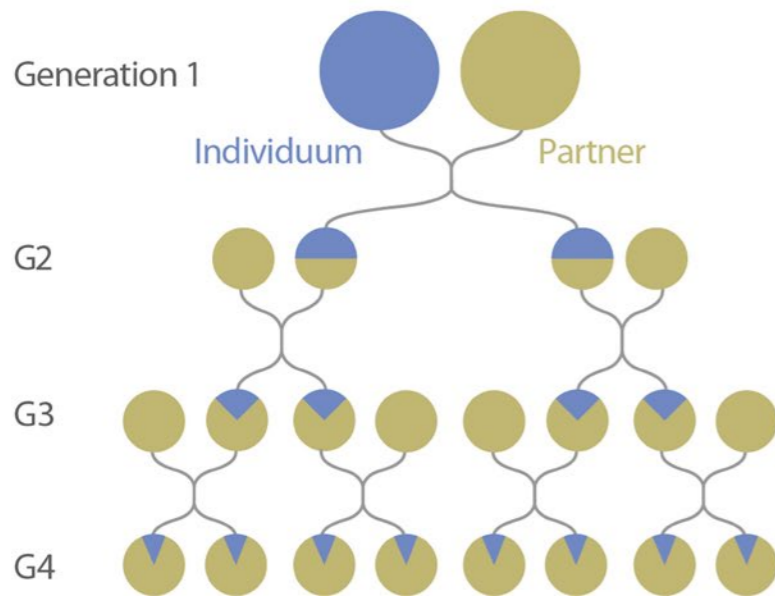


UNIVERSITY OF MICHIGAN LIFE SCIENCES INSTITUTE

**Alexey Kondrashov ist Professor für Ökologie und Evolutionsbiologie an der University of Michigan (USA).**

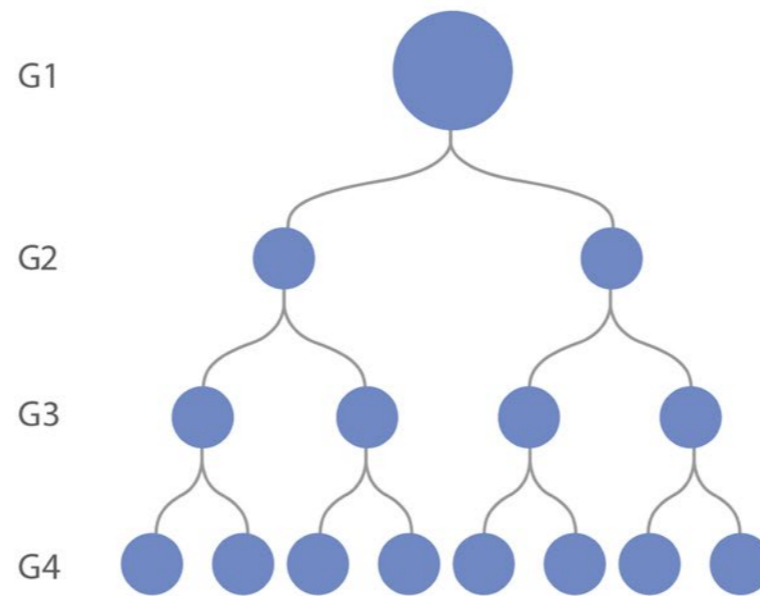
### Sexuelle Plackerei

Selbst wenn man einen Sexualpartner findet und sich mit diesem erfolgreich paart, kann man auf diesem Weg nur die Hälfte seiner Gene weitergeben. Über die Generationen schwindet dieser Anteil immer mehr.



### Asexuelle Vorteile

Mit Ausnahme von Mutationen ist das Genom asexueller Organismen in allen Generationen exakt das gleiche: ein großer genetischer Vorteil ohne den großen Umstand der Paarung.



### DIE VERBLÜFFENDE LANGLEBIGKEIT VON SEX

**Sexuelle Fortpflanzung ist in der Natur erstaunlich weit verbreitet, obwohl die asexuelle Vermehrung auf den ersten Blick große Vorteile hat.**

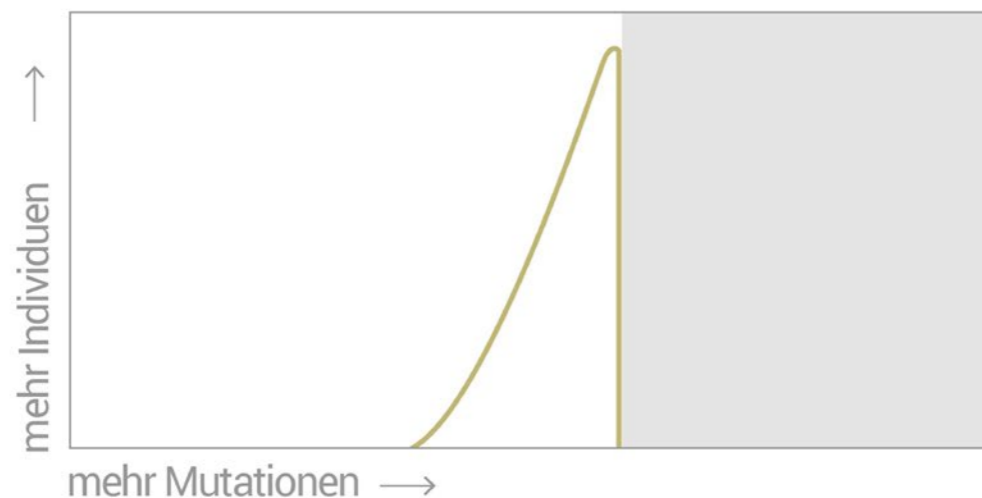
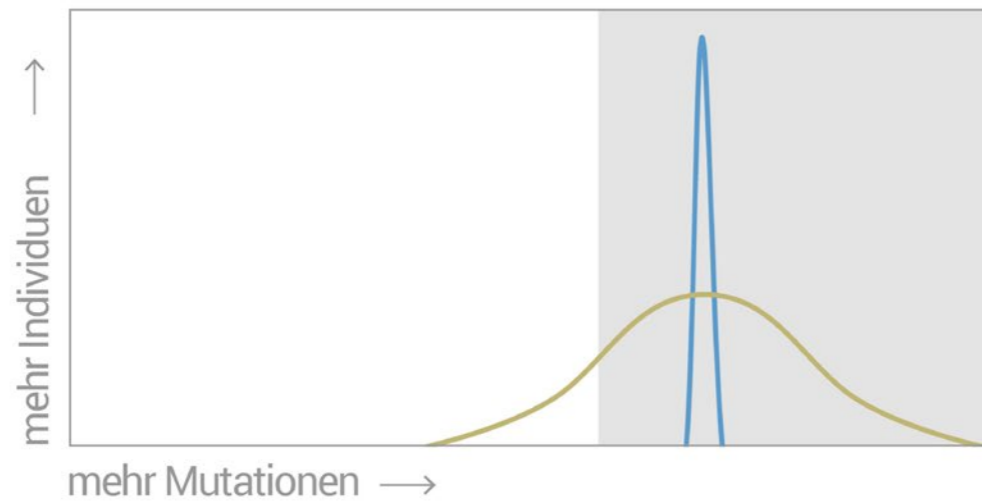
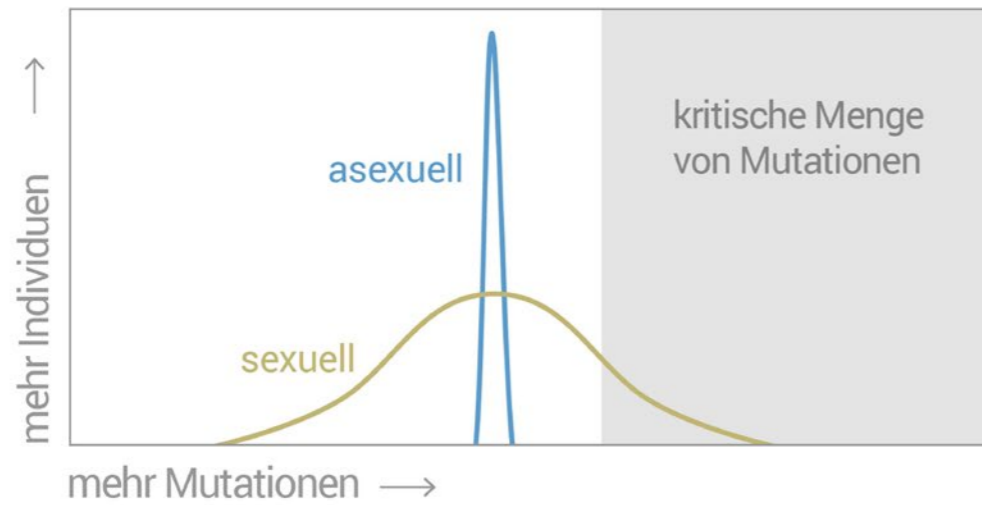
von Sex sei. »Die [genetischen Profile], die dabei gelöscht werden, können viele Mutationen enthalten, so dass die ganze sexuelle Population einen riesigen Vorteil hat«, schrieb er damals. In einer asexuellen Population dagegen, in der alle Mitglieder genetische Kopien sind, können sich genetische Fehler in allen Individuen derart anhäufen, dass nur eine weitere reicht, um alle Nachkommen dahinzuraffen. Heute

wird diese Perspektive deterministische Mutationshypothese genannt.

Ganz perfekt untermauern die aktuellen Ergebnisse von Kondrashov und seinen Kollegen die Hypothese allerdings noch nicht. Zum Beispiel konnten sie keine Verringerung der Zahl nicht schädlicher Mutationen feststellen. »Wir sehen den Effekt nicht im gesamten Genom«, sagt der Geninformatiker Shamil Sunyaev von der Har-

vard Medical School, ein weiterer Seniorautor der Studie. Aber zumindest für eindeutig schädliche Mutationen sei der Effekt klar erkennbar.

Aber auch wenn die Ergebnisse noch wackelig sind – richtungsweisend und elegant ist die Studie allemal. Das findet auch Brian Charlesworth, Evolutionsgenetiker von der Universität Edinburgh, der nicht an der Studie beteiligt war. »Ich fand die



## Sex und sein selektiver Vorteil gegen Mutationen

Die sexuelle Fortpflanzung bringt besondere Vorteile mit sich, wenn sich die schädliche Wirkung von Mutationen exponentiell verstärkt. Unter dieser Bedingung schützt Sex die genetische Gesundheit der Population. Populationen, die sich sexuell vermehren, bestehen aus Individuen mit sehr verschiedener Mutationsdichte. Dagegen ist in den Individuen einer asexuellen Population die Zahl der Mutationen nahezu identisch. Steigt die durchschnittliche Zahl der Mutationen, wird ein großer Anteil der sexuellen Population eliminiert. Einige Individuen aber überleben. Im Gegensatz dazu stirbt die gesamte asexuelle Population aus. Bei hoher Mutationsrate überlebt also eher die sexuelle Population. Auf Dauer ist sie weniger von schädlichen Mutationen belastet und kann sich, ausgehend von den Individuen mit geringer Mutationszahl, immer wieder selbst erneuern.