

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung  
**Band:** 23 (2011)  
**Heft:** 90

**Artikel:** Sexuelle Umkehrungen  
**Autor:** Schipper, Ori  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-552218>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

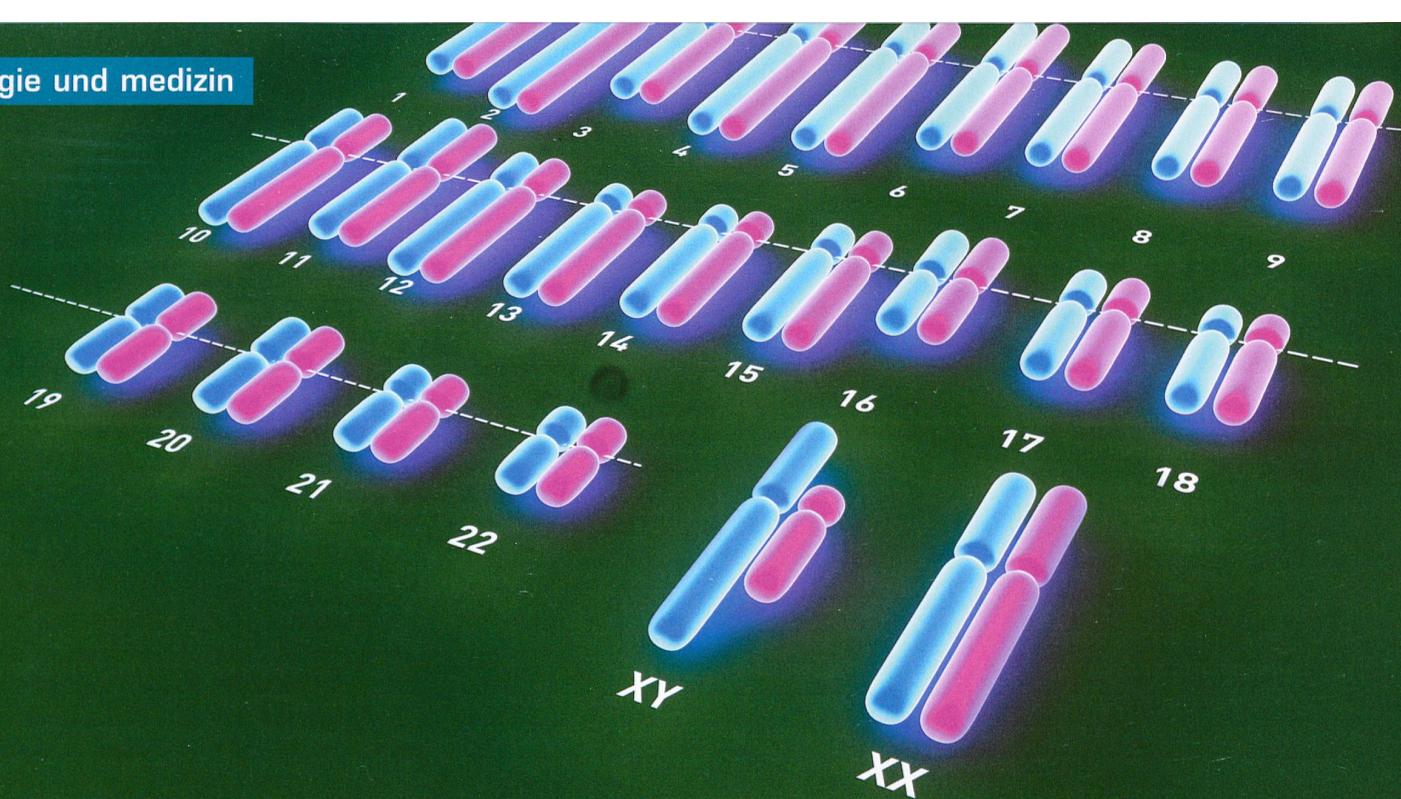
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Sexuelle Umkehrungen

**Das männliche Geschlecht wird beim Menschen und bei vielen Tierarten durch das Y-Chromosom definiert. Dieses verkümmert zusehends und wird eines Tages verschwinden. Das Ende der Männlichkeit bedeutet dies jedoch nicht.**

von Ori Schipper

Was verbindet einen Muskelprotz wie Arnold Schwarzenegger mit einem Löwen oder einem Stier? Trotz ihrem zuweilen furchteinflößenden Äusseren sind sie alle Träger eines Chromosoms, das im Zerfall begriffen ist. Chromosomen heissen die verschiedenen, voneinander getrennten Stränge, auf welche die Erbsubstanz im Zellkern aufgeteilt ist. Weil sich bei der sexuellen Fortpflanzung das Erbgut des Vaters mit demjenigen der Mutter mischt, kommen Chromosomen paarweise vor. Dabei unterscheidet sich die Anzahl der Chromosomenpaare zwischen den verschiedenen Arten stark. Bei den Säugetieren hebt sich das so genannte Sex-Chromosomen-Paar von allen anderen ab, denn es setzt sich bei Weibchen und Männchen unterschiedlich zusammen: XX bei den Weibchen und XY bei den Männchen.

«In einigen Millionen Jahren wird es das Y-Chromosom wohl nicht mehr geben», sagt Nicolas Perrin, Evolutionsbiologe an der Universität Lausanne. Die tragische Geschichte des Y-Chromosoms beginnt vor etwa 200 Millionen Jahren, als eine Mutation ein Gen auf diesem Chromosom in den

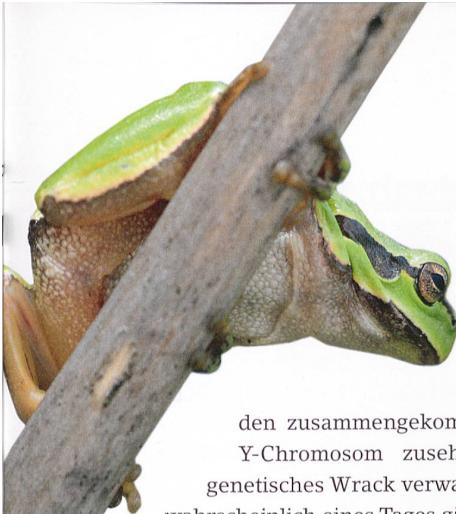
geschlechtsbestimmenden Faktor verwandelt. Wenn dieser Faktor vorhanden ist, setzt er eine Kaskade von genetischen Wechselwirkungen in Gang. Das Resultat: Die embryonale Keimdrüse, die sich ohne diesen Faktor zu Eierstöcken entwickeln würde, reift zum Hoden heran.

Auch sonst lassen sich Weibchen und Männchen bei vielen Tierarten leicht auseinanderhalten. So sind männliche Fische oft auffällig gefärbt, die weiblichen dagegen gut getarnt. In solchen Fällen wirkt ein starker selektiver Druck gegen Mischformen: Gut getarnte Männchen machen den Weibchen keinen Eindruck, und auffällige Weibchen sind umsonst einem erhöhten Risiko ausgesetzt, Frassfeinden zum Opfer zu fallen. «Deshalb verhindert ein noch völlig unbekannter, aber in seiner Funktionsweise sehr präziser Mechanismus den Austausch zwischen den Sex-Chromosomen», sagt Perrin.

Alle anderen Chromosomen kreuzen sich oft mit ihrem homologen Geschwister des Chromosomenpaares – die Biologen sprechen von «Rekombination». Dadurch können sie schädliche Mutationen loswerden. Doch dem Y-Chromosom bleibt diese Möglichkeit verwehrt. In 200 Millionen Jahren ist eine beträchtliche Anzahl von Erbschä-

**Ungleiches Paar:**  
Das kürzere Y-Chromosom ist bei den Säugetieren ein genetisches Wrack (oben), ausser bei den Laubfröschen (rechts).

Bilder: Pasiek/Science Photo Library,  
Reto Burri, Jérôme Pellet



den zusammengekommen, die das Y-Chromosom zusehends in ein genetisches Wrack verwandeln – bis es wahrscheinlich eines Tages gänzlich unnütz und verloren gehen wird.

Erstaunlicherweise ist das bei Laubfröschen nicht so, wie die Gruppe um Perrin herausgefunden hat. Denn obwohl das Geschlecht auch bei diesen Fröschen durch ein Paar Sex-Chromosomen definiert wird – XX die Weibchen, XY die Männchen –, erscheint das Y-Chromosom immer noch in ungerüttelter jugendlicher Frische. Von Zerfall keine Spur. Wieso? «Weil Frösche wechselwarm sind. Bei ihnen spielt die Temperatur eine wichtige Rolle bei der Prägung des Geschlechts, so dass eine Umkehrung des genetisch bestimmten Geschlechts immer wieder vorkommt», sagt Perrin. Denn die Produktion von männlichen Hormonen steigt desto mehr an, je wärmer es ist. Umgekehrt entwickeln sich bei kaltem Wetter mehr Weibchen – auch wenn sie genetisch gesehen XY, also Männchen, sind.

Bei diesen XY-Weibchen finden aber Rekombinationen zwischen dem X- und dem Y-Chromosom statt. «Unsere Modellrechnungen zeigen, dass das Y-Chromosom über grosse Zeiträume hinweg intakt bleibt, wenn bei einer Population von 10000 Fröschen ein einziges XY-Weibchen in jeder fünften oder sechsten Generation sein Y-Chromosom neu zusammensetzt und an seine Nachfahren weitergibt», sagt Perrin. Es gebe Hinweise, dass dies in der freien Wildbahn tatsächlich geschehe, fährt er fort. Kollegen in Finnland hätten wild lebende XY-Weibchen von Grasfröschen gefunden, und in der Schweiz erstrecke sich der Lebensraum dieser Frösche bis hoch in die Berge, wo die Temperatur für solche sexuellen Umkehrungen kalt genug sei.

Auf den ersten Blick befinden sich die Frösche in einer beneidenswerten Lage, weil sie im Gegensatz zu den Säugetieren auf einen «genetischen Jungbrunnen» zurückgreifen können, wie Perrin das von seiner Gruppe entdeckte Phänomen der XY-Weibchen nennt. Doch bei genauerem Hinsehen sind die Frösche gerade wegen ihrer temperaturabhängigen Geschlechtsausprägung existenziell bedroht: Wenn aufgrund des Klimawandels die Temperaturen weltweit steigen, versiegt nicht nur der genetische Jungbrunnen, weil es keine XY-Weibchen mehr geben wird. Eine akutere Gefährdung des langfristigen

Überlebens der Frösche dürften die XX-Männchen darstellen, die bei steigenden Temperaturen entstehen und dafür sorgen, dass die fortpflanzungsfähigen Weibchen immer seltener werden.

### Fortpflanzung mit Nachteilen

Vor diesem Unheil sind die Warmblüter gefeit: Durch eine strikte Regulation der Körperwärme haben sie den Einfluss der Temperatur auf die Geschlechtsausprägung minimiert. Doch dafür zahlen sie einen hohen Preis: Sie schicken ihr Y-Chromosom ins Verderben. Heisst das, dass es in mehr oder weniger ferner Zukunft keine Stiere, Löwen oder Männer mehr gibt? «Es gibt einige Genetiker, die das behaupten, doch so weit würde ich nicht gehen», sagt Perrin. Für ihn zeichnet sich viel eher ab, dass eine neue Mutation ein anderes Gen auf einem anderen Chromosom zum geschlechtsbestimmenden Faktor macht, wenn das Y-Chromosom untragbar wird. Das sei beispielsweise bei einer Wühlmaus-Art schon passiert, bei der auch die Männchen ein XX-Chromosomenpaar aufweisen, aber das Geschlecht inzwischen durch ein neues Sex-Chromosomen-Paar bestimmt werde.

Im Vergleich zur asexuellen Fortpflanzung, bei der alle Individuen Kopien von sich selbst in die Welt streuen, ohne mit anderen Individuen zusammenkommen zu müssen, ist die sexuelle Fortpflanzung mit beträchtlichen Nachteilen verbunden. Kurzfristig gesehen dürfte der Umstand, dass nur die Hälfte aller Individuen Nachwuchs austragen kann, die Verbreitung einer Art erschweren.

Doch offensichtlich müssen mit der sexuellen Fortpflanzung Vorteile verbunden sein, die auf lange Sicht überwiegen. Denn im Laufe der Evolution haben sich viele verschiedene Systeme zur Ausprägung der biologischen Geschlechter entwickelt – dabei spielen neben genetischen Faktoren und Umwelteinflüssen in manchen Tierarten auch der soziale Status oder das Lebensalter eine Rolle. Die genetische Durchmischung und die deswegen in jeder Generation neu entstehenden Kombinationen des Erbguts sind eine wichtige Voraussetzung, damit sich die Arten an eine sich ständig verändernde Umwelt anpassen können. «Deshalb wird es immer Männchen und Weibchen geben», sagt Perrin. ■

