

Klaus Reinhold

Evolution und Sexualität im Tierreich



1962 geboren in Fürth. 1983-1990 Studium der Biologie an der Universität Erlangen-Nürnberg, 1993 Promotion zum Dr. rer. nat., Titel der Doktorarbeit: „Das Geschlechterverhältnis bei der Laubheuschrecke *Poecilimon veluchianus*, Ursachen einer Abweichung von der 1:1 Regel“. Nach der Promotion Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Erlangen-Nürnberg, Wissenschaftlicher Assistent an der Universität Wien und DFG-Stipendiat an der University of Kansas in Lawrence. — Adresse: Wickenstraße 46, D-90768 Fürth.

Wie vermutlich die meisten Fellows machte auch ich die Erfahrung, daß zehn Monate viel schneller vorbei sind, als man sich das am Anfang dieser Zeit vorstellt. Unter der an Ablenkungen reichen Umgebung am Wissenschaftskolleg erscheint es einem, als ob die Zeit besonders schnell verfliege. In Kombination mit den hochgespannten Erwartungen bezüglich der zu bewältigenden Arbeit, mit denen man an das Kolleg kommt, führt dies häufig zu einer gewissen Unzufriedenheit mit dem Erreichten. Eine solche Unzufriedenheit ist vermutlich besonders günstig, um die in diesem Hause gewünschte Zuwendung zu neuen Inhalten zu erleichtern und damit die Entdeckung neuer Zusammenhänge zu ermöglichen. Daher vermute ich allmählich, daß die uns vom Kolleg gewährten angenehmen Ablenkungen wie Vorträge und Musikabende hauptsächlich dem Zweck dienen, unzufrieden zu sein mit dem bisher Erreichten.

Auch bei dem Forschungsprojekt, das ich mir für meinen Aufenthalt am Wissenschaftskolleg vorgenommen hatte, zeigte sich dieser Effekt. Ursprünglich wollte ich über die evolutionsbiologischen Grundlagen der sexuellen Selektion arbeiten. Bevor ich darauf eingehe, in welche neue Richtung sich mein Forschungsprojekt entwickelt hat, möchte ich zuerst beschreiben, weshalb ich mich mit der sexuellen Selektion beschäftigen wollte. Bei vielen Tierarten werben die Männchen mit prächtigem Gefieder, vielfältigen Gesängen, bunten Körperfarben, auffälligen Körperformen sowie mit anderen ihre Überlebensfähigkeit beeinträchtigenden Merkmalen. Schon Darwin erkannte, daß sich diese Merkmale deshalb entwickelten, weil Männchen mit diesen Merkmalen

von den Weibchen als Paarungspartner bevorzugt werden. Aus welchen Gründen die Weibchen solche Männchen auswählen, ist allerdings schwieriger zu erklären.

Die verschiedenen sich gegenseitig nicht ausschließenden Hypothesen, mit denen man die Evolution von Weibchenwahl erklären kann, möchte ich im folgenden kurz beschreiben:

- 1) Direkte Vorteile für die Weibchen: Weibchen, die attraktive Männchen auswählen, erhalten ein großes Hochzeitsgeschenk, sie brüten in einem guten Revier, und diese attraktiven Männchen haben eventuell weniger Parasiten oder Krankheiten, mit denen sie sich anstecken können.
- 2) „Gute-Gene“-Hypothese: Selektive Weibchen paaren sich bevorzugt mit gesunden, gegen Krankheiten und Parasiten resistenten Männchen, so daß sie auch gesündere Nachkommen erhalten.
- 3) „Fishers run-away-Prinzip“: Selektive Weibchen paaren sich bevorzugt mit attraktiven Männchen und erhalten so Söhne, die aufgrund ihrer überdurchschnittlichen Attraktivität überdurchschnittlich viele Nachkommen zeugen werden.
- 4) „Sensory exploitation“: Die Gene, die zur Weibchenwahl führen, wurden aus anderen Gründen selektioniert. Die Farben blau und rot sind z.B. für viele Vögel ein Hinweis auf nahrhafte Früchte. Männchen, die diese Farben aufweisen, können eventuell deswegen mit einer höheren Aufmerksamkeit der Weibchen rechnen.

Alle diese Selektionsmodelle könnten theoretisch die Evolution der Weibchenwahl erklären. Welches dieser Modelle den größten Erklärungswert für die in der Natur evolvierten Fälle von Weibchenwahl hat, können daher nur empirische Untersuchungen zeigen. Meine Hoffnung war, daß man zwischen diesen Hypothesen unterscheiden könnte, wenn man die Bedeutung der Geschlechtschromosomen für die Ausbildung sexuell selektierter Merkmale empirisch ermittelt und dann mit theoretischen Modellrechnungen untersucht, welche dieser vier Hypothesen zur Evolution von Weibchenwahl mit den empirischen Ergebnissen in Einklang stehen.

Mit Hilfe einer ausführlichen Literaturrecherche ließ sich zeigen, daß X-chromosomale Erbanlagen bei Tieren mit heterogametischen Männchen einen großen Einfluß auf die Ausprägung von sexuell selektierten Merkmalen haben. Gleichzeitig ließ sich anhand der gefundenen Literatur auch zeigen, daß der Einfluß der X-Chromosomen auf die Ausprägung nicht sexuell selektierter Merkmale hochsignifikant niedriger ist. Mit Hilfe dieses Unterschiedes in der Lage der Erbanlagen für sexuell

selektierte und nicht sexuell selektierte Merkmale hoffte ich, zwischen den verschiedenen Hypothesen zur Evolution von Weibchenwahl unterscheiden zu können. Falls Modellrechnungen zeigen könnten, daß sich in Hinblick auf diese verschiedenen Hypothesen unterschiedliche theoretische Erwartungen für die Lage der Erbanlagen ergeben würden, könnte man damit zwischen diesen Hypothesen unterscheiden. Zu diesem Zweck führte ich umfangreiche populationsgenetische Modellrechnungen zu den verschiedenen Hypothesen zur Evolution von Weibchenwahl durch. Diese Simulationen lieferten interessante Ergebnisse, über die ich in Zukunft arbeiten möchte, allerdings ergaben sich auch unter realistischen Annahmen keine genügend großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Modellvorstellungen zur Evolution von Weibchenwahl.

Als unerwartetes Ergebnis zeigten die Modellrechnungen zu den verschiedenen Hypothesen zur Evolution von Weibchenwahl allerdings, daß X-chromosomale Merkmale zu erwarten sind, wenn die Richtung der Selektion schwankt, das heißt, wenn in manchen Generationen die sexuelle Selektion und in anderen die natürliche Selektion überwiegt. Ein solcher Selektionsvorteil X-chromosomaler Erbanlagen konnte auch für solche geschlechtsspezifischen Merkmale erhalten werden, die nicht der sexuellen Selektion unterliegen. Dieser Selektionsvorteil der X-chromosomalen Erbanlagen trat jedoch nur auf, wenn fluktuierende Selektion von geschlechtsspezifischen Merkmalen des heterozygoten Geschlechtes angenommen wurde. Im homozygoten Geschlecht ergaben die Modellrechnungen genau das Gegenteil: geschlechtsspezifische Merkmale sollten häufiger von den Autosomen bestimmt werden.

Wodurch entsteht dieser Einfluß der fluktuierenden Selektion? Für Merkmale, die in beiden Geschlechtern ausgeprägt werden, gibt das geometrische Mittel an, ob ein Allel an Häufigkeit zunehmen kann. Für geschlechtsspezifische Merkmale sind jedoch andere Formeln notwendig, da nur ein Teil der Erbanlagen der Selektion ausgesetzt ist. Nur der Anteil der Erbanlagen, die sich in dem Geschlecht befinden, das die geschlechtsspezifischen Merkmale ausprägt, kann selektioniert werden. Da sich der Anteil der von der Selektion abgeschirmten Erbanlagen für autosomale, X-chromosomale und Y-chromosomale Merkmale unterscheidet, ergeben sich auch unterschiedliche Formeln. Mit etwas Algebra läßt sich das Ergebnis der obigen Simulationen verallgemeinern. Eine Bevorzugung von X-chromosomalen Allelen für Merkmale, die nur im heterozygoten Geschlecht auftreten, und ein Selektionsvorteil für autosomale Allele von Merkmalen, die nur im homozygoten Geschlecht auftreten, sind unter jeder Art von fluktuierender Selektion zu erwarten. In Übereinstimmung mit diesen Erwartungen stehen die

schon erwähnten Ergebnisse der Literaturrecherche zur Bedeutung X-chromosomaler Erbanlagen für die Ausprägung sexuell selektierter Merkmale. Auch die wichtige Rolle der X-Chromosomen für die im heterogametischen Geschlecht häufiger auftretende Sterilität von Hybriden läßt sich auf diese Weise interpretieren.

Wieder einmal ergab sich während der Arbeit am Wissenschaftskolleg eine unerwartete Wendung. Ursprünglich wollte ich die Evolution der sexuellen Selektion untersuchen. Erhalten habe ich, neben einem Manuskript über die Bedeutung X-chromosomaler Erbanlagen für die Ausprägung von geschlechtsspezifischen Merkmalen, auch eine Theorie, mit der sich erklären läßt, welchen Einfluß fluktuierende Selektion auf die Lage der Gene für geschlechtsspezifische Merkmale hat. Diese Theorie trägt möglicherweise dazu bei, daß man die wichtige Rolle der Geschlechtschromosomen für die Sterilität von Hybriden sowie die bei vielen Tiergruppen zu findende Degeneration der Y-Chromosomen verstehen kann.

Auch wenn diese Untersuchungen zur Evolutionsbiologie der Sexualität das Ziel meines Aufenthaltes am Wissenschaftskolleg waren, so werde ich doch viel mehr aus Berlin mitnehmen, als die zwei erwähnten Manuskripte. Am meisten profitieren werde ich vermutlich von den vielen Anregungen, die sich bei einem solchen Kaleidoskop an Themen, Stilen und Charakteren nahezu zwangsläufig ergeben. Insbesondere aus den Diskussionsrunden über das Thema „Evolution und menschliches Verhalten“ werde ich folgende Erkenntnis mitnehmen: Eine Verständigung zwischen Wissenschaftlern verschiedener Gebiete ist nicht leicht herzustellen, wenn aber die Bereitschaft zum Verstehen der gegenseitigen Positionen vorhanden ist, können alle Teilnehmer von einer fächerübergreifenden Diskussion profitieren. Zum Beispiel denken Naturwissenschaftler oft nicht an die gesellschaftlichen Folgen einer Theorie, Geisteswissenschaftler dagegen weigern sich manchmal ungeliebte Theorien ernsthaft in Erwägung zu ziehen. Eine Verständigung über die Fachgrenzen hinweg ist vermutlich eine sehr geeignete Methode, sich derartiger Probleme bewußt zu werden. Ich würde mich freuen, wenn es mir in Zukunft gelingen würde, an ähnlich anregenden fächerübergreifenden Diskussionen wie am Wissenschaftskolleg teilzuhaben.

Als „Versuchskaninchen“, die die Gruppe von „Junior Fellows“, zu der auch ich gehörte, vermutlich waren, haben wir uns nicht im geringsten gefühlt. Ich hoffe, das Experiment mit den „Juniors“ war erfolgreich und wünsche noch vielen jungen Kollegen ein derartig anregendes und lehrreiches Jahr. Herzlichen Dank auch allen Mitarbeitern der Bibliothek, sie haben alles getan, um die ungenügende Ausstattung der Berliner Bibliotheken mit neuerer naturwissenschaftlicher Literatur —

den einzigen Nachteil eines Aufenthaltes am Wissenschaftskolleg - zu kompensieren. Herzlichen Dank allen Mitarbeitern der Küche für die exquisiten Mahlzeiten und allen Mitarbeitern der Verwaltung für ihre stete Hilfsbereitschaft und Freundlichkeit.