

Auch interessant



"Es gibt da eine Schere im Kopf"



Überlebensring



Menschen können einzelne Photonen erkennen

hier werben

powered by plista

[Startseite](#) » Buntbarsche - Meister der Anpassung
Magazin | 01.06.1999 | [Teilen](#)

Buntbarsche - Meister der Anpassung

Im Viktoria-See und seinen Nachbarseen in Ostafrika entstehen neue Fischarten schneller, als Biologen dies bisher für möglich hielten.

Axel Meyer und Melanie L. J. Stiassny

An den Ufern des Tanganjika-Sees tummelt sich eine bunte Vielfalt kleiner bis mittelgroßer Fische. Sie teilen die sonnendurchflutete Flachwasserzone mannigfaltig untereinander auf (Bild oben).

In der Brandung an Steilufeln des langgestreckten, fast 1500 Meter tiefen Sees schaben braune und grüne, blaugepunktete Fische mit weißelartigen Zähnen Algen von den Felsen. Dabei drücken die Wellen sie dank ihres hochgewölbten Rückens und ihrer flachen Bauchseite immer wieder gegen die Steine, statt sie mit sich zu reißen. Biologen ordnen diese Algenkratzer der Familie der Cichliden zu, auf deutsch Buntbarsche, und darin der Gattung Eretmodus.

Ihre Nachbarn im umbrandeten Fels, rundrückig wie sie und ebenfalls blau getupft, betätigen sich als Insektensammler: Mit ihren auffallend langen, nadelscharfen Zähnen im spitz vorstehenden Maul klaben sie Insektenlarven noch aus der engsten Ritze zwischen Steinen. Auch dies sind Cichliden; allerdings gehören sie zur Gattung Tanganicodus.

Wo sich im ruhigeren Wasser zwischen den Felsblöcken Sandflächen bilden, leben die Schneckenhausbesitzer. Dort bewohnen die kleinen Weibchen der Buntbarschgattung Lamprologus herumliegende große, leere Schneckenhäuser, in denen sie sich mit ihrem Laich und ihren Jungen einrichten. Ihre gelb, grün oder braun gefärbten Männchen sind zu groß für diese Behausungen, geben sich aber als die Eigentümer, und zwar möglichst von mehreren solchen Wohnungen. Sie pflegen sich gegenseitig Schneckenhäuser zu stehlen, manchmal schon mitsamt Bewohnerin. Bei ihrem Harem beziehen sie demonstrativ Wache, denn je mehr Schneckenschalen und damit Wohnraum für Weibchen sie besitzen, um so mehr Nachwuchs können sie haben.

Die Mitglieder der Gattung Tropheus wiederum fallen durch ihre selbst für Buntbarsche außergewöhnliche Farbenvielfalt auf. Ihre Evolution erinnert an die

AKTUELLE MAGAZINE



BESTELLEN

ABONNEMENT

MEISTGELESEN

- 1 Empathie | [Wenn das Bauchgefühl trägt](#)
- 2 Urzeit | [Die größten Vögel aller Zeiten](#)
- 3 Artenvielfalt | [Bayerns Bierschnecke wurde wiederentdeckt](#)

UNSERE AKTUELLEN TOPSELLER

- 1 Spektrum Kompakt | [Wasser - die rätselhaften Eigenschaften von H2O](#)
- 2 Spektrum Kompakt | [Achtsamkeit und Empathie - Die Wissenschaft der Wertschätzung](#)
- 3 Spektrum Kompakt | [Mikrobiom - Was unsere Bakterien über uns verraten](#)
- 4 Spektrum Kompakt |

Darwin-Finken auf den Galapagos-Inseln im Pazifik: Dort konnten in evolutionsmäßig kurzer Zeit aus einer Stammlinie etliche neue Arten entstehen, von denen die meisten nur jeweils auf einer Insel heimisch sind und jede eine andere Schnabelform und ihre eigene ökologische Nische hat (vergleiche "Aktuelle Selektion bei Darwin-Finken", Spektrum der Wissenschaft, Dezember 1991, S. 64). Ähnlich die Buntbarschgattung *Tropheus*: Räumliche Isolation gab ihr Gelegenheit, sich in viele Arten mit speziellen Lebensgewohnheiten und insbesondere auch Farbgebungen aufzufächern. Auch diese Cichliden ernähren sich übrigens von Algen, die sie von Steinen schaben; sie leben allerdings in tieferem Wasser als die Gattung *Eretmodus*.

Oft sind im Tanganjika-See felsige Küstenabschnitte durch breite sandige Uferzonen voneinander getrennt, die ein so kleiner Fisch wie *Tropheus* normalerweise nicht ohne weiteres überqueren kann, denn dort lauern Räuber aller Art. Jede Felsgruppe stellt dann praktisch eine eigene kleine Insel dar, also einen isolierten Lebensraum mit Gelegenheit zu eigenständiger Evolution. So lebt nun an einem Ort beispielsweise eine schwarze *Tropheus*-Morphe mit senkrechter gelber Bänderung und kaum hundert Meter weiter ein ansonsten fast gleicher Buntbarsch, der aber ein schwarzes Kleid mit weißen und blauen Streifen trägt. Über 100 Farbmorphen haben die Experten bisher bei *Tropheus*-Arten beschrieben.

Gerade bei dieser Gattung lassen sich die Arten mitunter nicht leicht gegeneinander abgrenzen, denn oft sind sie wahrscheinlich erst im Werden. Auch erkennt man gerade an *Tropheus* gut die Rolle der Weibchen für Artgrenzen: Im Gegensatz zu den Männchen, die es mit der Wahl einer Partnerin oft nicht so genau nehmen, sind die Weibchen sehr wählerisch – sowohl das Verhalten des Partners als auch sein Aussehen müssen stimmen.

Heute dürfen die Cichliden, eine Familie aus der Ordnung der Barschfische, in keinem Evolutionslehrbuch mehr fehlen. Doch ihren hohen Rang in der Wissenschaft haben sie erst in den letzten zwanzig Jahren erlangt.

Immer wieder entdecken Wissenschaftler noch unbekannte Buntbarscharten. Die Vielfalt an Farben und Mustern, Formen und Lebensweisen dieser Süßwasserfische scheint unerschöpflich. Sie sind in warmen Flüssen und Seen Afrikas, Madagaskars, Süindiens, Sri Lankas sowie Mittel- und Südamerikas zu Hause; nur eine Art, der Texas-Buntbarsch, kommt auch in Nordamerika vor. Die meisten dieser Regionen gehörten einst zum südlichen Urkontinent Gondwana, der vor etwa 180 Millionen Jahren auseinanderbrach und dessen Fragmente die heutigen südlichen Kontinente darstellen. Fast so weit dürfte der Ursprung der Cichliden zurückreichen (auch wenn Paläontologen eigenartigerweise von ihnen bisher keine Fossilien gefunden haben, die viel älter als 30 Millionen Jahre sind).

Auf Madagaskar, so habe ich (Stiassny) herausgefunden, leben 15 Cichliden-Arten; drei sind aus dem südlichen Indien bekannt. Vermutlich ähneln diese Spezies den ganz frühen Buntbarschen. (Auf Madagaskar, fern der Konkurrenz vom afrikanischen Kontinent, haben auch sonst viele altertümliche Tiere und Pflanzen überlebt. Der indische Subkontinent war bis vor etwa 120 Millionen Jahren mit Afrika und Madagaskar verbunden, begann dann aber Richtung Asien zu wandern; die indischen Cichliden sind nahe mit den madagassischen verwandt.) In Süd- und Mittelamerika existieren schätzungsweise 300 Cichliden-Spezies. Bei weitem die meisten Buntbarsch-Arten finden sich indes in Afrika, insbesondere in den drei großen ostafrikanischen Seen, dem Viktoria-, dem Malawi- und dem Tanganjika-See.

Allein der Victoria-See – mit 68000 Quadratkilometern oder etwa dem Ausmaß Irlands der drittgrößte See der Erde bei nur maximal 85 Metern Tiefe – beherbergt über 400 Cichliden-Arten. Wahrscheinlich bildete das tellerförmig flache, runde Gewässer sich erst vor 750000 bis 250000 Jahren aus. Der Malawi- und der Tanganjika-See dürften viel älter sein: 4 Millionen beziehungsweise zwischen 9 und 12 Millionen Jahre. Diese beiden Seen liegen im ostafrikanischen

Entstehung des Lebens - Vom Molekül zur komplexen Zelle

5 Gehirn&Geist | 8/2016

SCIVIEWS.DE



Max-Planck-Institut für Festkörperforschung

Physik: Maßeinheiten, die überall im Universum gelten

Weitere Videos auf SciViews:

- > Physik | [Mit Don Lincoln im Teilchenzoo](#)
- > Medizin | [Die Barriere im Kopf](#)
- > Psychologie | [Meine oder deine Hand?](#)

SPEKTRUM LESERSHOP



Spektrum CD-ROM 2015

Die Spektrum CD-ROM enthält den kompletten Inhalt (inklusive Bilder) des Jahrgangs 2015 von Spektrum der Wissenschaft als PDF-Version. Zur besseren Nutzung Ihres Heftarchivs finden Sie auf der CD zus...

ZUM LESERSHOP

SCIOLOGS



Sprach-Pegida und der Deutsche Hochschulverband

[DLF-Interview zu den Gefahren des Verschwörungsglaubens – und warum ...](#)

Grabenbruch, der tektonischen Bruchzone zwischen der Ost- und der Zentralafrikanischen Platte, und sind entsprechend trogartig eingesenkt, sehr langgestreckt und extrem tief. Im Malawi-See leben 300 bis 500 Cichliden-Arten, vom Tanganjika-See sind bisher rund 200 Arten beschrieben.

Überraschenderweise geht dieser Artenreichtum aber weder allein auf das Alter der Cichliden als solche noch direkt auf das Alter dieser Seen zurück. Die erstaunliche Vielfalt an Formen und Lebensweisen entstand nämlich erst innerhalb der letzten paar Millionen Jahre und im Viktoria-See sogar in einem noch viel kürzeren Zeitraum von vielleicht nur 14000 Jahren. Außerdem sind dort als einzige Fischfamilie nur die Cichliden dermaßen vielfältig geworden.

Als Ursache für diese Fülle diskutieren Wissenschaftler verschiedene Faktoren. Unter anderem überlegen sie, ob eine anatomische Eigenheit die Buntbarsche für neue Anpassungen geradezu prädestiniert. Cichliden haben nämlich als einzige Süßwasserfische zwei hochdifferenzierte, unabhängige Kieferapparate. Der erste Kiefer ist Bestandteil eines typischen Mauls und dient zum kontrollierten Einsaugen, Abschaben oder Abbeißen. Der zweite jedoch sitzt hinten im Schlund. Mit Hilfe dieser auch mit Zähnen besetzten Schlundknochen, die evolutionär ursprünglich Kiemenbögen waren, zerschneiden, zertrümmern, mahlen oder durchlöchern die Fische die Nahrung erst noch, bevor sie sie hinunterschlucken.

Beide Kiefersets sind zudem äußerst veränderbar und anpassungsfähig, sogar beim selben Tier während seines Lebens, wie einer von uns (Meyer) nachwies. Selbst ihre Zähne können Buntbarsche umgestalten. Müssen etwa Mitglieder einer Art mit zunächst spitzen, stiletartigen Zähnen besonders harte Nahrung wie Schnecken fressen, kann es geschehen, daß ihre Zähne sich in flache, breite Stöbel umwandeln, die sich zum Zertrümmern von Schneckengehäusen besser eignen (Bilder rechts oben).

Unter anderem dank dieser Plastizität und der doppelten Kieferausstattung vermag jede einzelne Cichliden-Art eine sehr spezifische ökologische Nische einzunehmen: Jede spezialisiert sich auf ein ganz bestimmtes, von den anderen verschiedenes, mitunter sehr enges Nahrungsspektrum. Hunderte von Arten können auf die Weise nebeneinander leben – und sie konkurrieren doch nicht direkt miteinander um Nahrungsressourcen. Die gleiche Vielfalt an Formen hätte niemals entstehen können, wenn sich alle um die gleichen Nahrungsquellen bemüht hätten, also keine Anpassungen an andere Ressourcen entstanden wären.

Die Schuppenfresser sind ein besonders eindrucksvolles Beispiel für außergewöhnliches Spezialistentum. In allen drei großen ostafrikanischen Seen leben Buntbarsch-Arten, die andere Fische, auch Buntbarsche, von hinten anschwimmen und ihnen dann aus der Flanke rasch ein Maulvoll Schuppen abraspeln. Die Schlundkiefer formen daraus ein hochwertiges Proteinpaket, indem sie die Schuppen wie Seiten eines Buches stapeln, das der Fisch dann hinunterschluckt. Im Tanganjika-See existieren beispielsweise sieben solcher Arten; sie gehören zur Gattung Perissodus. Michio Hori von der Universität Kyoto (Japan) entdeckte bei der Art *P. microlepis* sogar zwei verschiedene Morphen: Rechtsmäuler und Linksmäuler, und zwar in etwa gleicher Zahl. Wessen Kopf und Kiefer schief nach links weist, der vermag Schuppen effizienter von der rechten Flanke seiner Opfer abzuschaben, im anderen Fall, mit rechtsständigem Maul, attackiert er besser von links (Bild oben). Diese Aufteilung innerhalb derselben Art ist schon erstaunlich. Die Biologen haben hierfür dennoch eine Erklärung. Sicherlich können diese Fische, die tatsächlich so gut wie nur Schuppen fressen, ihren Nahrungsbedarf mit einem asymmetrischen Maul besser decken. Lebten jedoch in der Population hauptsächlich Schuppenräuber mit beispielsweise nach links weisendem Maul, würden die Opfer bald nach der rechten Seite hin besonders wachsam, von wo sie meist attackiert würden. In dieser Situation hätten aber Schuppenfresser mit nach rechts weisendem Maul mehr Chancen, Nahrung zu erlangen – und damit einen Selektionsvorteil: Sie würden sich jetzt besser behaupten können als die Linksmäuler, also auch mehr fortpflanzen. Infolgedessen würden die Rechtsmäuler bald ihrerseits überhandnehmen – nun hätten wiederum die rarerer Linksmäuler einen Selektionsvorteil. Biologen



Abschied und Neuanfang

SCIENCE JOBS OF THE WEEK



Mehr Jobs im Spektrum Stellenmarkt »

AP R&D- Doctoral Fellow,
Pharmacology and System Biology
Sanofi
Shanghai, China

10 PhD Student Positions and 1
Postdoctoral Position: DFG Research
Training Group 1721
Ludwig-Maximilians-Universität (LMU)
in Munich
Munich, Germany

Staff Scientist / Bioinformatician
German Cancer Research Center
(DKFZ).
Heidelberg, Germany

Georg-August-Universität Göttingen
Professorship (W2) of Condensed
Matter Theory with a Focus on
Quantum Many-Body Theory
Göttingen, Germany

Professorship for Child and Adolescent
Psychiatry (W3)
Jena University Hospital
Jena, Germany

LESERMEINUNG

- › zu: [Toxische Gewächse](#) (1 Kommentar)
- › zu: [Bayerns Bierschnecke wurde wiederentdeckt](#) (2 Kommentare)
- › zu: [Die größten Vögel aller Zeiten](#) (2 Kommentare)
- › zu: [Bizarre Rekordserie geht weiter](#) (1 Kommentar)
- › zu: [Menschen können einzelne Photonen erkennen](#) (1 Kommentar)

LESERBRIEF EINSENDEN

UNS FINDEN SIE AUCH HIER

OFFENE STELLEN

sprechen von einem frequenzabhängigen Selektionsdruck. Im Fall der Schuppenfresser pendelte sich offenbar ein Gleichgewicht ein: Die Hälfte der Fische hat das Maul leicht rechts, die andere Hälfte leicht links sitzen.

Aber nicht nur der Erfindungsreichtum bei der Nahrungsbeschaffung ermöglichte der gesamten Buntbarschfamilie, auch den ostafrikanischen Linien, ihre diversen Lebensweisen in verschiedensten Habitaten. Daß dies eine der artenreichsten Gruppen aller Wirbeltiere ist, verdankt die Fischfamilie wesentlich auch ihrem facettenreichen Fortpflanzungsverhalten, sowohl was die Paarungsformen als auch was die Brutpflege betrifft. Mehr als in allem anderen dürften sich Cichliden von anderen Fischen durch ihr Elternverhalten unterscheiden: Alle Arten kümmern sich äußerst aufwendig um ihren Nachwuchs noch lange nach dessen Schlupf.

Das elterliche Verhalten variiert stark. Bei manchen Arten versorgt der Vater die Brut, bei manchen nur die Mutter, bei anderen machen dies beide Eltern. Zwar vermag die Eier oft ein Elternteil allein zu schützen. Doch zum Hüten der Jungenschar bedarf es vielfach der Hilfe des Partners. Ein solches enges Familienleben erfordert allerdings eine ausgefeilte Kommunikation aller Mitglieder untereinander, vor allem auch der beiden Eltern und der Jungen mit den Eltern. Aus diesem Anpassungsdruck ist bei den Cichliden eine Palette von hochentwickelten Paarungssystemen entstanden, von denen viele auch bei ostafrikanischen Arten vorkommen, bis hin zur Monogamie (Einehe) und Polygynie (Vielweiberei).

Die Partnerwahl gewährleistet bei vielen Buntbarschen die Artgrenzen. Einerseits lassen die tarnfarbig grau-oliv gefärbten Cichlidenweibchen ihre Eier typischerweise nur von Männchen befruchten, die farblich genauestens ihrem "Ideal" entsprechen; schon deswegen entstehen Arthybride selten. Gleiches gilt für das männliche Balzverhalten.

Viele Cichliden sind außerdem Maulbrüter, darunter die meisten ostafrikanischen Arten: Einer der Eltern – in den Seen Ostafrikas fast immer nur die Mutter – nimmt die Eier während deren Entwicklung zum Schutz in die Mundhöhle. Auch die Jungen wachsen dort geborgen heran und finden später, wenn sie bereits Ausflüge unternehmen, im elterlichen Maul immer wieder Zuflucht. Das Elterntier kann für die Kinder sogar Algen abweiden oder andere Nahrung aufnehmen. Einige Arten sind sogar Brutschmarotzer: Sie schmuggeln ihre Eier oder Jungen manchmal anderen Buntbarsch-Eltern unter, ähnlich wie bei den Vögeln die Kuckucke.

Die Maulbrüter haben für Fische ausgesprochen kleine Gelege; einige Arten produzieren kaum mehr als zehn Eier. Die Eltern machen diese geringe Anzahl aber dadurch wett, daß sie pro Jungtier wesentlich mehr Zeit und Energie einsetzen, als sie es bei einer großen Jungenzahl könnten, und ihrem Nachwuchs dadurch deutlich größere Überlebenschancen geben.

Hinzu kommt, daß bei vielen maulbrütenden Arten die Gesamtpopulation auffallend individuenarm ist. In manchen Felsengruppen scheinen bereits ein paar hundert Tiere die komplette Spezies auszumachen. So geringe Individuenzahlen begünstigen evolutive Veränderungen und damit die Ausbildung neuer Arten, denn in kleinen Populationen pflegen sich Mutationen schneller in allen Individuen zu fixieren als in großen. Die Maulbrüter-Lebensweise könnte somit deutlich zur atemberaubend schnellen und umfangreichen Artbildung der Buntbarsche beigetragen haben.

Anders als etwa bei manchen südamerikanischen maulbrütenden Buntbarschen helfen bei den Maulbrütern der ostafrikanischen Seen die Männchen meist nicht bei der Aufzucht der Jungen. Vielmehr setzen sie all ihre Zeit und ihre Energie daran, möglichst viele Eier zu befruchten, also untereinander um Weibchen zu wetteifern.

Die Männchen einiger dieser afrikanischen Arten suchen Weibchen durch gemeinschaftliche Showbalz auf freien Plätzen, etwa auf Sandstränden,

- > Spektrum der Wissenschaft sucht [Redaktionspraktikanten für alle Redaktionen](#).
- > Wir bieten auch [Praktika in der Schlussredaktion](#).

anzulocken. In solchen Ansammlungen können mehrere Dutzend Männchen mitbalzen. Bestimmte Arten bilden gelegentlich sogar Balzschwärme von mehr als 50000 Fischen. Andere Arten, etwa die strahlend pfauenblauen Männchen der Gattung *Ophthalmotilapia*, verführen Weibchen, indem sie aus Sand und Kies große geschützte Höfe, regelrechte Sandkrater, errichten. Dazu bewegt ein Fisch von weniger als 300 Gramm Gewicht ohne weiteres 10 Kilogramm Material. Laichbereite Weibchen bevorzugen typischerweise besonders große oder besonders günstig gelegene Sandburgen. Sobald eines einige Eier in seinem Krater ablegt, besamt der Burgbesitzer diese sofort. Gleich darauf nimmt das Weibchen die Eier ins Maul und sucht sich für die nächsten, die es legen wird, eine andere Festung. Wie so oft im Tierreich sind bei den Buntbarschen hauptsächlich die Männchen prächtig gefärbt; die Weibchen tragen häufig schlichtes Grau oder Braun. Evolutionsbiologen vermuten, daß hierbei sexuelle Selektion mitwirkt. Das bedeutet für die Buntbarsche, daß die Weibchen sich bevorzugt mit möglichst stark kolorierten Partnern paaren. Die Weibchen fördern dadurch das auffällige Aussehen des anderen Geschlechts, denn ihre männlichen Nachkommen dürften dieses Merkmal des Vaters erben – und deswegen ihrerseits von Weibchen selektiert werden. Die kräftige Färbung muß nicht einmal ein reines Erbmerkmal sein. Ebenso gut könnte sie, genauso wie eine herausragende Körpergröße, unter anderem auch darauf beruhen, daß das Männchen besonders viel und gutes Futter findet, also beim Nahrungserwerb besonderes Geschick beweist. Auch dann würde die Anlage – als Voraussetzung, sehr farbig auszusehen – in der Population im Laufe der Generationen immer häufiger: Die entsprechenden Gene – die Währung der Evolution – würden im Vergleich zu anderen Genen (genauer: Allelen oder Genvarianten) zunehmen.

Weil die Buntbarsch-Weibchen außerdem gewöhnlich auf eine bestimmte Färbung fixiert sind, wären sie zugleich eine treibende Kraft für die Palette der Arten in dieser Fischgruppe: Eine falsche Farbe kann für ein Weibchen ein ernstliches Paarungshindernis bedeuten – ein Tropheus-Weibchen, das gelbe Männchen bevorzugt, würde sich wahrscheinlich nicht mit einem andersfarbigen Männchen einer anderen Tropheus-Art paaren. Sollte eine zuvor einheitliche Population eine zeitlang räumlich getrennt worden sein, könnten die Teilpopulationen sich in der Farbe der Männchen soweit auseinanderentwickeln, daß die Weibchen Männchen der anderen Population später, beim Wiederzusammentreffen, nicht mehr akzeptieren. Dann wäre eine Paarungsschranke zwischen zwei Farbmorphen etabliert, auch wenn die Fische ansonsten praktisch völlig gleich sind. Und es ist dann nur eine Frage der Zeit, bis aus den Morphen verschiedene Arten geworden sind – immer vorausgesetzt, daß zwischen den Farbvarianten auch in der Folge kein Genaustausch mehr stattfindet.

Noch Anfang der neunziger Jahre kannten die Biologen die genaueren verwandtschaftlichen Beziehungen der Hunderte ostafrikanischer Buntbarsch-Arten nicht. Inzwischen konnten wir aber dank der modernen molekulargenetischen Analysemethoden – bei denen wir bestimmte Abschnitte des Erbguts vergleichen, die regelmäßig mutieren – einen Teil der evolutionären Fragen klären. Oft ergeben sich durch diese Forschungen allerdings mindestens ebenso viele neue und unerwartete Aspekte. Einige der neuen Ergebnisse passen vorzüglich zu früheren, auf anatomische Vergleiche gestützten Annahmen über die Verwandtschaftsverhältnisse. Andere Resultate allerdings widersprechen manchen älteren Hypothesen völlig (siehe hierzu auch: *Spektrum der Wissenschaft*, Juni 1991, S. 22).

Schon vor fast zehn Jahren hatte Mutsumi Nishida von der Fukui Prefectural University (Japan) postuliert, daß frühe Buntbarsch-Linien, die aus Westafrika stammten, von den drei großen ostafrikanischen Seen zuerst den Tanganjika-See besiedelt haben, den ältesten der drei. Erst sehr viel später sollten Abkömmlinge aus dem Tanganjika-See entwichen und über Flüsse in den Malawi- und den Viktoria-See eingewandert sein. Dieses Szenario haben molekulargenetische Studien von meinen Mitarbeitern und mir (Meyer) bestätigt.

Wir analysieren Abschnitte der Erbsubstanz, die für die Selektion neutral sind.

Hauptsächlich untersuchen wir entsprechende Sequenzen aus dem mitochondrialen Genom. (Mitochondrien sind DNA-haltige große Zellorganellen, die nur von der Eizelle an die nächste Generation weitergegeben werden.) An den sich mit statistischer Regelmäßigkeit anhäufenden molekularen Veränderungen – Mutationen – können wir wie von einer "molekularen" Uhr die Evolutionszeit, das Alter von Arten, ablesen.

Die Cichliden-Arten vom Tanganjika-See differieren, so haben wir dabei herausgefunden, genetisch beträchtlich voneinander. Das heutige Muster läßt auf elf getrennte Evolutionslinien schließen; demnach dürften die modernen Arten auf wahrscheinlich weniger als ein Dutzend Stammarten zurückgehen (Bild auf Seite 42 oben). Ganz anders die Buntbarsche im jungen Viktoria-See: Diese Fische sind einander genetisch ausgesprochen ähnlich. Auch der Artenschwarm der Buntbarsche des Malawi-Sees stimmt in diesen Erbsequenzen weniger in sich überein als die Viktoria-See-Bestände.

Die gut 400 Cichliden-Arten des Viktoria-Sees stammen demzufolge praktisch alle von einer einzigen Linie von Maulbrütern ab, in wie verschiedenen ökologischen Nischen sie heute auch leben. Diese Zusammenhänge haben meine Kollegen und ich (Meyer) durch vergleichende Untersuchungen an der Erbsubstanz der Mitochondrien herausgefunden. Uns verblüfft immer wieder der Grad der Konvergenz (rein anpassungsbedingten Ähnlichkeit): wenn ein bestimmter Fisch aus dem Viktoria- oder dem Malawi-See fast genauso aussieht wie einer zum Beispiel aus dem Tanganjika-See, jedoch seine Erbsequenzen nicht dessen Mustern ähneln, sondern denen von äußerlich völlig anderen Buntbarschen aus seinem eigenen Heimatgewässer (Bild Seite 41 unten).

Anders ausgedrückt besagt der Befund, daß fast zum Verwechseln gleiche Anpassungen mehrfach unabhängig stattfanden – und daß dies bei diesen Fischen sogar recht oft geschah, und sei die Lebensweise noch so speziell und unvermutet. In allen drei Seen leben Buntbarsche, die besonders daran angepaßt zu sein scheinen, Fische zu fressen; oder welche, die anderen mit einer besonderen Überfalltechnik Eier oder Jungfische aus dem Maul saugen; wieder andere, die Flossen anknabbern; Arten, die Algen von Steinen schaben; die Schuppen fressen; die Muschel- oder Schneckenschalen knacken, Zooplankton filtern und dergleichen mehr.

Viele dieser Spezialisierungen wirken selbst auf Evolutionsbiologen so unwahrscheinlich und einzigartig, daß mancher Wissenschaftler sich eine mehrfache, unabhängige (fachlich: konvergente oder parallele) Evolution mit dem gleichen Ergebnis überhaupt nicht vorstellen konnte. Solange unsere molekulargenetischen Analysen nicht vorlagen, waren deswegen einige unter uns Cichlidenforschern überzeugt, daß Fische mit gleicher hochspezifischer ökologischer Strategie einfach nah miteinander verwandt sein mußten, auch wenn sie jetzt in verschiedenen Seen zu Hause sind.

Wenn diese Forscher recht gehabt hätten, dann müßte ein Verhalten wie Algenabschaben ein einziges Mal, in einer einzigen Linie, entstanden sein; sämtliche Algenkratzer würden von diesen Pionieren abstammen und hätten sich später in verschiedene Seen ausgebreitet. Der Verwandtschaftsanalyse dieser DNA-Sequenzen zufolge sind die entsprechenden Arten im Viktoria- und im Malawi-See aber unabhängig von denen des Tanganjika-Sees evolviert, und zwar wahrscheinlich aus Vorfahren mit weniger spezialisierter Ernährungsweise. Durch die genetischen Studien wissen wir nun, daß sich in der Evolution bei gleichen ökologischen Herausforderungen durchaus gleiche Lösungen unabhängig voneinander wiederholen.

Gelernt haben wir aus den genetischen Vergleichen auch, wie unglaublich die Evolutionsgeschwindigkeit morphologischer Merkmale von Fall zu Fall variiert. Der Wandel im Erscheinungsbild verliert mitunter jedes Ebenmaß mit genetischen Veränderungen. Die molekulare Uhr "tickt" viel regelmäßiger als die morphologische, die bald schnell, bald langsam geht, oft sogar für lange

Zeiträume stillzustehen scheint. Einerseits sehen einige Arten im Tanganjika-See heute noch fast genauso aus wie ihre Vorfahren vor Jahrtausenden: insbesondere die ursprünglicheren Tilapias und Tylochromini haben sich in der Zeit kaum verändert. Von ihrer Färbung einmal abgesehen, sind auch die Tropheus-Arten seit mehreren Millionen Jahren morphologisch im Grunde gleich geblieben.

Das andere Extrem sind die Cichliden des Viktoria-Sees. Die dortige breite Palette an Körpermaßen, Gestalten und Lebensformen entstand in erstaunlich kurzer Zeit. Ich (Meyer) fand, daß die mehr als 400 Arten des Sees sich genetisch sogar weniger voneinander unterscheiden als die heutigen Menschen, die doch nur eine gemeinsame Spezies – Homo sapiens – darstellen. Die vielen Arten im Viktoria-See müßten, das besagen zumindest die molekularen Sequenzen der Mitochondrien-DNA, in weniger als 200000 Jahren evolviert sein.

Anscheinend sind sie sogar noch wesentlich jünger. Erst vor wenigen Jahren fanden Thomas C. Johnson von der Universität von Minnesota in Duluth und seine Kollegen geologische Hinweise für eine noch viel spätere und damit schnellere Auffächerung: Der Viktoria-See ist vor ungefähr 14000 Jahren fast vollständig trockengefallen. Nach dieser Katastrophe wären aber höchstens ein paar wenige Fische übrig geblieben, also keinesfalls viele Arten. Dieser klägliche Restbestand hätte später, als der See sich wieder füllte, neue Arten in Rekordgeschwindigkeit hervorgebracht, wenigstens für Wirbeltiere (Spektrum der Wissenschaft, März 1997, S. 24).

Wie schnell Artbildung ablaufen kann, erweisen fünf Cichliden-Arten, die nur im Nabugabo-See leben, einem kleinen Ausläufer des Viktoria-Sees, von dem er seit nicht einmal 4000 Jahren durch einen Sandwall abgeschnitten ist. Nach Meinung einiger Wissenschaftler leben deren jeweils engste Verwandte im Viktoria-See. Sie unterscheiden sich von ihren Vettern im großen See hauptsächlich in der Balzfärbung der Männchen.

Nach neuesten Erkenntnissen lag der Südteil des Malawi-Sees sogar erst vor zweihundert Jahren trocken. Trotzdem beherbergt er heute eine Fülle von Cichliden-Arten und -Farbmorphen, die nirgends sonst vorkommen.

Diese Beispiele – und genauso neuere molekulargenetische Befunde für den Tanganjika-See von Christian Sturmbauer von der Universität Innsbruck und mir (Meyer) – lassen erkennen, daß an der Artbildung bei den ostafrikanischen Buntbarschen eine wiederholte räumliche Isolation innerhalb eines jeden der Seen als evolutiver Mechanismus beteiligt war – und ist –, die den Genfluß zwischen Populationen verhinderte. Auch die vielen Arten der Gattung Tropheus im Tanganjika-See dürften dem Umstand zu verdanken sein, daß der Wasserspiegel in der Vergangenheit mehrmals nacheinander um 500 Meter oder mehr sank (Kasten links unten). Dadurch wurde das Seebecken in drei oder noch mehr, allerdings immer noch sehr große, Seen geteilt. Dieser Vorgang hat nach Sturmbauers und meinen (Meyers) gemeinsamen Untersuchungen wohl ebenfalls die Evolution sämtlicher anderer Cichliden im See beschleunigt, die dort im Felsbiotop leben. Durch solche Ereignisse wurden Populationen getrennt, die vorher Gene ausgetauscht hatten, als Individuen noch von einer zur anderen überwechseln konnten. Solange die Isolation dauerte, war ein genetischer Austausch zwischen den Fraktionen aber nicht möglich. Jede Teilpopulation machte darum ihre eigene Evolution durch. Später, als der höhere Wasserpegel wieder Kontakte (Genfluß) erlaubte, waren die Fische einander so fremd geworden, daß sie sich nicht mehr miteinander paarten.

Leider bricht nicht nur die Geschwindigkeit der Artbildung der Cichliden vom Viktoria-See alle bisherigen Rekorde. Neuerdings sterben sie auch in Rekordschnelle aus. Noch vor 50 Jahren stellten sie in dem See die meisten Fischarten und die meiste Biomasse dar. Viele der Arten sind heute bereits verschwunden und andere derart dezimiert, daß ihre Bestände sich wohl kaum noch erholen werden.

Wie so oft trägt der Mensch auch an diesem Artensterben Schuld. Ein ökologisches Desaster hat der bis zwei Meter lange Nilbarsch angerichtet. Fischereibiologen haben diesen gefräßigen Raubfisch in den fünfziger Jahren in den Viktoria-See eingesetzt, in der Annahme, dadurch im gesamten See den Fischertrag zu steigern. Die neuen Bewohner vermehrten sich rasant; ihre Zahl explodierte Mitte der achtziger Jahre geradezu. Gleichzeitig gingen die Buntbarsche um den Faktor 10000 zurück. (Bei uns zum Verzehr angebotene Viktoria-Barsche stammen aus Aquakulturen.) Den großen Nilbarsch können die Anwohner nicht einfach durch Trocknen in der Sonne konservieren, wie sie es mit den Buntbarschen taten: Sie müssen ihn räuchern, wozu sie in den Wäldern der Umgebung Holzkohle gewinnen. Regengüsse waschen das Erdreich seitdem von den gerodeten Flächen in den See, der dadurch eutrophiert.

Heute ist die Artenvielfalt der Buntbarsche des Viktoria-Sees nur noch ein Schatten ihrer früheren Pracht. Es ist eine tragische Situation, daß dieses außergewöhnliche Theaterstück der Evolution jetzt schon schließt, bevor wir es auch nur annähernd im Detail studieren konnten.

Literaturhinweise

Darwins Traumsee. Nachrichten von meiner Forschungsreise nach Afrika. Von Tijs Goldschmidt. C. H. Beck, München 1997.

Genetic Divergence, Speciation and Morphological Stasis in a Lineage of African Cichlid Fishes. Von Christian Sturmbauer und Axel Meyer in: Nature, Bd. 358, S. 578-581. (1992).

An Overview of Freshwater Biodiversity: With Some Lessons from African Fishes. Von Melanie L. J. Stiassny in: Fisheries, Bd. 21, Heft 9, S. 7-13, (1996).

Phylogenetic Relationships and Evolutionary Processes in East African Cichlid Fishes. Von Axel Meyer in: Trends in Ecology and Evolution. Bd. 8, Heft 8, S. 279-284 (1993)

Aus: Spektrum der Wissenschaft 6 / 1999, Seite 36
© Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH

DIESEN ARTIKEL EMPFEHLEN



Dieser Artikel ist enthalten in
Spektrum der Wissenschaft 6 / 1999

Login für Abonnenten

[Noch kein Abonnent? Jetzt abonnieren!](#)

Leider noch nicht verfügbar!

THEMEN



Evolution

Die Entwicklung der Arten



Fische

Die sprichwörtlichen Wesen im Wasser

DAS KÖNNTE SIE AUCH INTERESSIEREN



"Es geht nicht darum, immer Lust zu haben"

Frauen gelten oft als die größeren Sexmuffel. Was ist dran an dem Vorurteil? Ein Gespräch mit der Sexualforscherin Kirsten von Sydow.



Der weibliche Orgasmus

Damit Frauen den Höhepunkt erreichen, bedarf es eines fein abgestimmten Zusammenspiels von Physiologie und Psyche.



Das Kernproblem der Erde

Messungen der Wärmeleitfähigkeit von Eisen bei extremen Drücken und Temperaturen werfen ein neues Licht auf die Eigenschaften des Erdkerns – und auf seine Vergangenheit.



Bizarre Rekordserie geht weiter

Die globale Temperaturanomalie erreicht auch im Juni ein Monatshoch - das erste Halbjahr 2016 erschreckt sogar abgebrühte Fachleute.

[hier werben](#)

powered by plista

BLEIBEN SIE AUF DEM LAUFENDEN

[RSS](#) [Alles zum Thema Evolution](#)

[RSS](#) [Alles zum Thema Fische](#)

Abonnieren Sie unseren kostenlosen Newsletter - fünf Mal die Woche von Dienstag bis Samstag!

LESERMEINUNG

Noch keine Beiträge vorhanden.

Wir freuen uns über Ihre Beiträge zu unseren Artikeln und wünschen Ihnen viel Spaß beim Gedankenaustausch auf unseren Seiten! Bitte beachten Sie dabei unsere Kommentarrichtlinien. [» weiter](#)

SPEKTRUM.DE AKTUELL

- > [Ur-Diät aus Kohlendioxid und Wasserstoff](#)
355 Genfamilien lassen sich zum Vorfahren aller heutigen Lebewesen zurückverfolgen
- > [Noch 'n Pilz!](#)
In Flechten steckt mehr als gedacht
- > [Neuseeland will rattenfrei werden](#)
Ambitionierter Plan gegen invasive Arten bis 2050
- > [Was treibt Amokläufer an?](#)
Täter werden aus einer Reihe von Gründen zu Mördern
- > [Wenn das Bauchgefühl trügt](#)
Wer analytisch denkt, erkennt Gefühle besser


NACH OBEN 

MAGAZINE

Spektrum der Wissenschaft
Sterne und Weltraum
Gehirn&Geist
Spektrum - Die Woche
Spektrum Neo

SERVICES

Newsletter
Kontakt
Spektrum Shop
Im Handel kaufen
Presse

INFO

Mediadaten
Datenschutz
Nutzungsbedingungen
Nutzungsbasierte Onlinewerbung
Alle Artikel
Impressum

WEITERE ANGEBOTE

Spektrum CP
Angebote für Schulen
Angebote für Institutionen
Lexika
Stellenmarkt
Autor werden

WEITERE WEBSEITEN

Wissenschaft in die Schulen
SciLogs
SciViews
NaWik
AcademiaNet