



BILD E. SCHRAML

Das Buntbarschmännchen hat drei ausgeprägte Flecken an der Afterflosse. Das sind raffinierte Kopien der Eier ihrer Weibchen.

## Buntbarsche brüten ihre Eier im Maul aus

Walter Salzburger erforscht, warum ausgerechnet die Buntbarsche zahlreiche Arten hervorgebracht haben. Seine Methoden sind modern, das Fundament stammt von Darwin.

Von Anke Fossgreen

Es wird gerade umgebaut, gehämmert, gebohrt, angepasst. Walter Salzburger, der seit einem Jahr an der Universität Basel forscht, bekommt im Kellergeschoss neue Labore für seine Mitarbeiter und neue Aquarien für seine Forschungsobjekte. Der Evolutionsbiologe arbeitet mit dem «faszinierendsten Modellorganismus», wie er sagt, mit Buntbarschen. Die etwa fingerlangen Süßwasserfische stört die Unruhe im altherwürdigen Universitätsgebäude nicht. «Sie sind sehr pflegeleicht», so Salzburger.

Die Männchen sind auffällig gefärbt, glitzern blau fluoreszierend oder schillern in Rot und Grün. Doch faszinierend ist nicht nur das Aussehen der Buntbarsche. Einige Arten haben zudem ein ungewöhnliches Brutverhalten entwickelt. Die Weibchen tragen die befruchteten Eier in ihren Mäulern, bis die Jungen schlüpfen.

Tatsächlich zappelt und zuckt es in der Kehle zweier Buntbarschweibchen verächtlich, als sie nahe an die Glasscheibe des

Aquariums heranschwimmen. Bei den Männchen sind deutlich gelbliche Flecken an der Afterflosse erkennbar. Diese auffällige Zeichnung hängt mit dem Verhalten der maulbrütenden Weibchen zusammen. Denn nachdem die Weibchen ihre Eier gelegt haben, sammeln sie sie flink mit dem Maul auf. Da die Flecken an der Flosse des Männchens wie Eier aussehen, schnappt das Weibchen in diese Richtung. Das Männchen gibt daraufhin seine Spermien ab und befruchtet die Eier. «Diese Eiflecken sind gute Beispiele für die sexuelle Selektion», erklärt Salzburger. Die Männchen mit einer besonders deutlichen Färbung haben mehr Nachkommen.

### Ein Paradies für Evolutionsbiologen

Die Fische, an denen Salzburger in Basel forscht, stammen zum Teil aus der Tierhandlung, meist aber direkt aus Afrika. Denn dort in den drei grossen ostafrikanischen Seen, dem Tanganjika-, dem Malawi- und dem Victoriasee, haben sich Hunderte Arten dieser Buntbarsche entwickelt. Ein Paradies für Evolutionsbiologen.

Die drei Seen sind unterschiedlich alt, und deshalb können die Biologen zurückrechnen, innerhalb welcher Zeit, sich dort die verschiedenen Arten ihrer Forschungsobjekte gebildet haben müssen. Der Victoriasee ist der jüngste See, zudem trocknete das riesige, aber flache Gewässer zeitweilig aus. Dort entstanden die 500 verschiedenen Buntbarscharten innerhalb

der letzten 100 000 bis 200 000 Jahre. Im Malawisee kam die Vielfalt von gar 1000 Arten innerhalb der letzten 2 bis 4 Millionen Jahre auf. «Der Tanganjikasee ist der älteste See. Die dort lebenden etwa 250 Arten entwickelten sich innerhalb der letzten 9 bis 12 Millionen Jahre», erklärt Salzburger in seinem kleinen Büro im ersten Stock, dessen Tür stets offen steht.

Seit zehn Jahren besucht der erst 33-jährige Assistenzprofessor regelmässig die ostafrikanischen Seen. Von einer Exkursion zum Tanganjikasee ist er zusammen mit vier Mitarbeitern vor wenigen Wochen zurückgekommen. Die Buntbarsche fingen sie mit 15 Meter langen Nylonnetzen, beim Tauchen und Schnorcheln oder erwarben sie auf Fischmärkten. «Wir arbeiten eng mit dem dortigen Fischereidepartement zusammen», sagt Salzburger. Von dem Amt hat er auch seine Forschungserlaubnis.

Warum ausgerechnet die Buntbarsche diese beträchtliche Artenvielfalt entwickelt haben, ist eine der grossen Fragen, die die Evolutionsbiologen beschäftigen. Immerhin leben in den Seen schätzungsweise 20 weitere Fischfamilien, die jeweils nur 10 bis 20 Arten hervorbrachten.

Die Buntbarsche haben sich an ganz unterschiedliche Lebensräume angepasst, ihre ökologischen Nischen gefunden. Sie sehen unterschiedlich aus und verhalten sich auch anders, je nachdem, ob sie im Sand leben, an Felsen oder im offenen Wasser. Eine Buntbarschart, die Salzburger in Basel züchtet, versteckt sich synchron wie ein Wasserballett in leeren Schneckengehäusen auf dem Grund des Aquariums, sobald er die Hand hebt.

### Vielleicht ist das Erbgut besonders

Die abgeschlossenen Lebensräume in den grossen Seen sind – ebenso wie Inseln – ein Paradebeispiel, um die Evolution von Arten zu erforschen. «Hier können wir beispielhaft nachvollziehen, wie sich die natürliche Selektion auf eine Population auswirkt», sagt Salzburger. Die Forscher vergleichen auch das Leben in den Seen miteinander. «Zum Teil sind in verschiedenen Seen, die nie zusammenhängen, dennoch ganz ähnliche Arten entstanden», erklärt der Biologe. Sie haben sich an die gleiche ökologische Nische angepasst. «Man nennt das parallele Evolution.»

Salzburger untersucht mit modernen molekularbiologischen Methoden, worüber sich schon Charles Darwin vor mehr als 150 Jahren den Kopf zerbrach, wie verschiedene Arten entstehen (siehe Kasten). Vielleicht ist das Erbgut der Buntbarsche besonders variabel, ist eine der Vermutungen. Derzeit sind US-Forscher dabei, das komplette Genom von vier Buntbarscharten zu sequenzieren. Eine Art, Tilapia,

ist ein wirtschaftlich wichtiger Speisefisch. Die anderen drei sind interessanter für die Evolutionsbiologen. Die Arten stammen jeweils aus einem der drei grossen ostafrikanischen Seen.

### Verborgene Zähne im Schlund

Salzburger wartet gespannt auf die Ergebnisse. Er selbst hat mit seinem Team bereits einige Regionen vom Erbgut von rund 1000 verschiedenen Buntbarschen aus Ostafrika untersucht. Aus dem Vergleich der DNA-Daten konnte er komplizierte Stammbäume entwickeln, oder wie er sagt «die Evolution rekonstruieren». Daraus können Evolutionsbiologen beispielsweise ableiten, wann ein Merkmal mehrfach entstanden ist oder welche Arten die «ursprünglichen» sind und welche sich später entwickelt haben.



Walter Salzburger.

Salzburgers Forschung zeigt, dass Darwins Theorien im Laufe der Jahre nicht angestaubt sind. Im Gegenteil: «Darwins Arbeit ist noch immer das Fundament für jeden Evolutionsbiologen», sagt Salzburger. «Und an diesem Fundament hat sich nichts geändert.»

Salzburger hat sich mit seinem Team auf zwei Merkmale bei den Buntbarschen spezialisiert und sucht im Erbgut nach den Genen, die diese beeinflussen. Ein Merkmal ist der Eifleck an der Flosse der Männchen. «Wir haben kürzlich ein Gen für das Pigment gefunden, das diesen gelblichen Fleck bildet», sagt Salzburger. Ein anderes Merkmal sind merkwürdige Zähne, die Buntbarsche entwickelt haben. Sie haben neben ihren Zähnen im Maul noch weitere, tiefer im Schlund, nahe den Kiemenbögen gebildet. Diese verborgenen Kauapparate dienen dazu, die Nahrung nach dem Verschlingen zu zerkleinern.

In einer Schublade unten im Labor liegen unterschiedliche präparierte Schlundzähne dieser Fische. Manche sind klein und rundlich, andere in spitzen Reihen angeordnet. Noch hat Salzburgers Team nicht die Gene gefunden, die an den Kiemenbögen Zähne spriessen lassen. «Aber wir haben schon einen Kandidaten», sagt Salzburger.

Vielleicht wird ihm die Analyse der neuesten schuppigen Mitbringsel aus Afrika dabei helfen. Die Fische lagern – in Alkohol eingelegt und inzwischen ausgebleichen – in Plastikflaschen.

Der gebürtige Österreicher hat als «Startkapital» für seine Forschung kürzlich 1,2 Millionen Franken vom EU-Forschungsrat zugesprochen bekommen, eine besondere Auszeichnung. Noch ist Salzburger Professor auf Probe. Er hat noch vier Jahre Zeit, sich zu bewähren. Die Chancen für eine Festanstellung sieht Salzburger positiv. Schliesslich finanziert ihm die Universität Basel schon jetzt den grosszügigen Umbau seiner Labore.

## Wie Schwimmanzüge immer trocken bleiben

Zürich. – Forschern der Universität Zürich ist ein entscheidender Durchbruch in der Veredelung von Textilstoffen gelungen. Das neue Gewebe ist das weltweit wasserabweisendste Material, wie die Forscher im Journal «Advanced Functional Materials» berichten.

Die Schweizer Forschungsgruppe unter der Leitung von Stefan Seeger beschichtete Polyesterstoff mit Milliarden von Silikon-Nanofilamenten. Wassertropfen bleiben auf diesem Gewebe als sphärische Kugeln stehen und kommen so praktisch nicht mit den darunterliegenden Fasern in Kontakt. Schon bei der geringsten Neigung rollen die Wassertropfen wie Kugeln rückstandsfrei ab. Laut Seeger hätten Belastungstests gezeigt, dass der Effekt ausserordentlich dauerhaft sei. So habe das Material während zweier Monate unter Wasser gehalten werden können und sei trotzdem trocken geblieben. Grösstes Potenzial sehen die Forscher bei Anwendungen für wasserabweisende Sportbekleidung, zum Beispiel trocken bleibende Schwimmanzüge, oder für Industrietextilien wie beispielsweise zur Abdeckung von Flachdächern, zur umweltschonenden Imprägnierung von Holz oder zum Fassenschutz. (AP)

## Wirbelkörper von unten verschrauben

Aarau. – Chronische Rückenschmerzen sind vielfach durch Probleme mit der Bandscheibe zwischen dem fünften Lendenwirbelkörper und dem Kreuzbein bedingt. Um diese Schmerzen zu beheben, versuchen die Chirurgen, beide Knochen aneinander zu fixieren. Dies geschieht üblicherweise über einen Zugang von hinten, bei dem unter anderem die Rückenmuskeln etwas in Mitleidenschaft gezogen werden müssen.

Der niederländische Neurochirurg Dick Zeilstra aus Zwolle dagegen schon die Muskeln, indem er auf einem bisher ungewohnten Weg eine Schraube einbringt. Seit rund zwei Jahren nützt Zeilstra die zwischen dem Mastdarm und dem Ende der Wirbelsäule verlaufende, rund zwei Zentimeter dicke Fettschicht. Darin schiebt er eine Operationshülse vor, bohrt sie durch die entsprechenden Wirbelkörper, räumt von unten her kommend die Bandscheibe aus und fixiert die beiden Knochen mit Schraube sowie Fixationsmaterial.

Die Komplikationsrate liege bei unter einem Prozent, sagte Zeilstra letzten Donnerstag an der Herbstversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für Neurochirurgie in Aarau. Überdies sei die «Axialif» genannte Methode «sehr schnell» zu erlernen. Unter den anwesenden Zuhörern war ein Arzt, der bereits Erfahrungen mit der Methode gemacht hatte. Er sei anfangs zögerlich gewesen, berichtete er, dann aber «erstaunt, wie gut das ging und wie schnell die Patienten wieder nach Hause gehen konnten». Studien, bei denen die Methode genau untersucht wurde, fehlen bislang allerdings. (mfr)

## Weiche Knochen durch Softdrinks

Bonn. – Jugendliche, die häufig Limonade trinken, haben weniger stabile Knochen. Zu diesem Schluss kommt eine deutsche Studie. Im Alter könne dies eine erhöhte Osteoporose-Gefahr bedeuten, befürchten die Experten. Die Forscher der Universität Bonn untersuchten Daten über die Ernährungsgewohnheiten von Kindern und Jugendlichen seit 1985. Bei einer Vielzahl von Teilnehmern massen sie mit einer Computertomografie ausserdem den Knochenmineralgehalt. Diese Daten setzten sie in Bezug zum Softdrinkkonsum.

«Je mehr derartige Limonaden Jugendliche zu sich nehmen, desto geringer der Mineralgehalt ihrer Knochen», fasste Studienleiter Thomas Remer zusammen. «Zumindest bei koffeinhaltigen Softdrinks haben wir eine direkte Auswirkung auf den Knochenstoffwechsel festgestellt – worauf genau diese beruht, wissen wir allerdings noch nicht.»

Ein hoher Softdrinkkonsum sei dabei wahrscheinlich auch Ausdruck einer generell unausgewogenen Ernährung. Wer seinen Durst meist mit Cola, Apfelschorle oder Zitronenlimo stillt, nehme im Schnitt weniger Protein mit der Nahrung zu sich, schreiben die Forscher im «American Journal of Clinical Nutrition» (online vorab). Eiwisse seien bei einer ausgewogenen Ernährung aber wichtig für die Knochenentwicklung. (SDA)

## Weshalb neue Arten entstehen

Die Theorien von Charles Darwin, die er 1859 in seinem berühmten Buch «Über die Entstehung der Arten» vorstellte, sind heute wissenschaftlich anerkannt und mit den modernen Methoden der Biologie immer wieder bestätigt worden. Darwin beschrieb als Erster, dass sich alle Arten von Lebewesen stetig, langsam verändern. Er hatte Fossilien mit noch lebenden Tieren verglichen. Bereits 1837 kam Darwin zudem zum Schluss, dass alle auf der Erde lebenden Organismen von einem gemeinsamen Ursprung abstammen. Den Beweis dieser These lieferte die Molekularbiologie. Die Prozesse, die in den Zellen von Pflanzen, Tieren, Pilzen und sogar Bakterien ablaufen, sind verblüffend ähnlich.

Laut Darwins Theorie zur natürlichen Auslese produzieren alle Individuen mehr Nachkommen, als überleben können. Die Nachkommen unterscheiden sich leicht voneinander. Diese Variationen entstünden durch Zufall, postulierte Darwin. Es überdauern nur die Individuen, die am besten an die vorherrschenden Umweltbedingungen angepasst sind: Survival of the fittest, die Tauglichsten überleben. Nach welchem Mechanismus hingegen die Varianten

aufreten und wie bestimmte Merkmale an die Nachkommen weitergegeben werden, konnte Darwin nicht erklären.

Erst in den 1930er- und 40er-Jahren vereinigten Experten Darwins Theorien mit den Gesetzen zur Vererbung, die der Klosterbruder Gregor Mendel im Jahr 1865 aufstellte. Mendels Arbeiten kannte Darwin vermutlich nicht. Sie gerieten bis zu ihrer Wiederentdeckung im 20. Jahrhundert in Vergessenheit. Die Vereinigung von Darwins und Mendels Ideen nennen die Experten synthetische Evolutionstheorie.

Heute ist bekannt, dass Varianten bei den Nachkommen durch die Vermischung des elterlichen Erbgutes auftreten, die sogenannte Rekombination. Hinzu kommen zufällige Mutationen, die auch «still» geschehen können. Das heisst, in Regionen des Erbguts, wo sie zunächst nicht gebraucht werden. Die meisten Mutationen schädigen den Organismus und werden nicht weitergegeben. Einige können aber – je nach Umwelt – von Vorteil sein. Verändern sich die Umweltbedingungen, dann können sich derartige Mutationen durchsetzen. Das Erbgut einer Population verändert sich. Eine neue Art kann entstehen. (af)