

Der Blaue Fadenmaulbrüter (*Ophthalmotilapia ventralis*) kommt ausschließlich im Tanganjikasee vor, wo er entlang des Ufers lebt. Das Weibchen legt seine Eier zunächst in eine vom Männchen vorbereitete Grube im Sand und nimmt sie dann mit dem Maul auf, um sie auszubrüten. Schnappt das Weibchen nach den an Eier erinnernden Flecken auf den verlängerten Bauchflossen des Männchens, stößt dieses sein Sperma aus, und die Eier werden befruchtet. Das Weibchen behält sie bis zum Schlupf der Jungen im Maul – da sind sie vor Feinden geschützt.



# BARSCHE TREIBEN'S BUNT

TEXT: CARLA AVOLIO

Der Tanganjikasee in Ostafrika ist vor zehn Millionen Jahren entstanden und hat eine enorme Artenvielfalt hervorgebracht. Seit Jahrzehnten pilgern deshalb Forschende zu seinen Ufern. Auch für Alex Jordan vom Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie in Konstanz ist der See ein Paradies. Mithilfe moderner Technik will er das Verhalten der Buntbarsche des Tanganjikasees analysieren.

Die Afrikanischen Großen Seen – neben dem Tanganjikasee etwa auch der Malawi- und der Victoriasee – gehören zu den ältesten Seen der Erde. Die Evolution hat die Zeitspanne seit ihrer Entstehung genutzt und eine Fülle an Arten hervorgebracht. Ganz besonders artenreich ist eine Familie kleiner Fische, die als Buntbarsche bekannt sind. Mehr als 250 Buntbarscharten leben heute im Tanganjikasee, jede von ihnen in einer eigenen ökologischen Nische. Wegen ihres Artenreichtums werden die Seen auch als „Darwins Traumteiche“ bezeichnet. Für die Wissenschaft sind sie Parade-

beispiele für die Entstehung neuer Arten und deshalb ein Ziel für all jene, die diese Entstehungsgeschichte verstehen wollen.

Seit Jahren versuchen Forschende, die komplexen Wege der Evolution zu entschlüsseln, die zu der spektakulären Vielfalt der Buntbarsche geführt haben. Viele beschreiben die Farbmuster der Fische oder analysieren Veränderungen im Körperbau. In gewisser Hinsicht setzt Alex Jordan diese Tradition fort. Allerdings untersucht er keine Knochen – er untersucht Verhalten. „Tanganjikasee-Buntbarsche besitzen das vielfältigste Verhalten aller Buntbarsche, vielleicht sogar aller Fische“, sagt der Gruppenleiter am Konstanzer Max-Planck-Institut. Manche der Arten sind Einzelgänger, andere leben in festen Familiengruppen mit Geschwistern und Cousins, die bei der Aufzucht der Jungen helfen. Jede Art drückt darüber hinaus Aggression, Unterwerfung und Kooperation anders aus: Der Tanganjika-Schnecken-

barsch scheint zu brüllen, sobald er mit einem Rivalen konfrontiert wird, während der Große Fadenmaulbrüter wie in einem Tanz herrliche Farben aufblitzen lässt, um Eindringlinge abzuschrecken.

Für Alex Jordan ist die Vielfalt an Verhaltensweisen der Buntbarsche so faszinierend wie die Vielfalt an Arten. Doch auf welche Weise das Verhalten der Fische entstanden ist, das ist bislang kaum bekannt. Hier mehr Klarheit zu schaffen, ist ein Ziel des Verhaltensökologen: „Wir wollen die unterschiedlichen Verhaltensweisen der Fische messbar machen, damit wir das Verhalten der einzelnen Arten vergleichen können.“

Zunächst einmal müssen sich die Forschenden aber eine scheinbar simple Frage stellen: Was ist eigentlich eine Verhaltensweise? Eine Definition besagt, dass das Verhalten eines Lebewesens jede seiner beobachtbaren Bewegungen umfasst. Ein zentrales Pro-





Alex Jordan (vorne) untersucht die Buntbarsche des Tanganjikasees mit seinem Team am liebsten in ihrem natürlichen Lebensraum. Nur dann erschließt sich ihm die ganze Vielfalt ihres Verhaltens, denn der Austausch mit Artgenossen und anderen Fischarten sowie diverse Umweltfaktoren bestimmen maßgeblich, wie ein Fisch sich verhält.

64

blem ist die richtige Interpretation der Funktion der einzelnen Verhaltensweisen. Nehmen wir als Beispiel diejenigen, die Alex Jordan untersucht. Einige – wie etwa der Bau eines Nestes zur Aufzucht der Jungen, die sorgfältige Pflege einer Balzlaube oder auch die verschiedenen Fütterungsmethoden – dienen einem klar erkennbaren Zweck. Aber es gibt auch Verhaltensweisen, deren Bedeutung sich uns Menschen nicht erschließt. Genau diese faszinieren Jordan. „Zu den komplexesten und interessantesten Verhaltensweisen gehört zum Beispiel das Sozialverhalten. Von diesem Austausch zwischen den Individuen einer Art sind wir Menschen jedoch ausgeschlossen – wir können deshalb die zugehörigen Verhaltensweisen nicht korrekt interpretieren.“

## Expedition in die Wildnis

Zweimal im Jahr macht sich Jordans Team auf die viertägige Reise von Konstanz an das sambische Ufer des Tanganjikasees. In dem Gewässer wollen die Forschenden die Verästelungen untersuchen, in die sich das Verhalten der Buntbarsche auffächert – ein ehrgeiziges Unterfangen, aber das Konzept dafür ist ganz einfach: Zunächst will das Team die gesamte

Bandbreite des Verhaltens eines Tieres messen – einst eine unmögliche Aufgabe, heute aber dank moderner Technologie zur Bewegungsanalyse durchaus machbar. „Schwieriger als das ist es, die Technik überhaupt an diesen entlegenen Ort zu transportieren und die Bewegungen der Fische unter Wasser aufzuzeichnen“, erklärt Jordan.

Bevor die Forschenden das Sozialverhalten der einzelnen Arten untersuchen und miteinander vergleichen können, müssen sie wissen, was die Verhaltensweisen ausmacht und wozu diese dienen. Jordan vergleicht das Problem mit dem eines Paläontologen, der ein Sammelsurium aus Knochen in Kisten aus der Ferne erhält: „Ohne ein klares Bild davon zu haben, wann, wo und warum dieses Verhalten auftrat, kann es passieren, dass wir unwissentlich einen Brontosaurus aus den Knochen eines T-Rex zusammenbauen.“ Jordan ist sich dieses Problems bereits seit dem Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn bewusst. „Schon mein Doktorvater hat mich gewarnt, dass Verhalten eine schwer zu fassende Angelegenheit ist.“ Seitdem versucht er, sie in den Griff zu bekommen. Im Jahr 2019 sorgten Jordan und seine Kollegen von der Osaka City University für Aufsehen, als sie nachwiesen, dass Putzerfische den sogenannten Spiegeltest bestehen – einen

Test, der seit Jahrzehnten als ein Hinweis auf die Selbstwahrnehmung nichtmenschlicher Tiere gilt. Bis zu diesem Zeitpunkt hatten nur einige Säugetiere und Krähnen den Spiegeltest bestanden. „Das Ergebnis hat alle überrascht und der Frage nach Bewusstsein bei anderen Tieren als dem Menschen neue Bedeutung verliehen“, sagt der Wissenschaftler.

Gleichzeitig stellten sich dem Forscher neue Fragen. Dass ein Fisch den Spiegeltest besteht, ohne ansonsten Anzeichen von Selbstwahrnehmung zu zeigen, macht, Jordans Meinung nach, deutlich, dass scheinbar gleichartige Verhaltensweisen unterschiedliche Ursachen und Funktionen haben können. Ein Fisch und ein Schimpanse bestehen beide den Spiegeltest, aber laut Jordan bedeutet das nicht dasselbe: „Das Problem ist, dass wir nicht wissen können, aus welchem Grund die Tiere den Fleck entfernen. Der Schimpanse könnte zum Beispiel eine innere Vorstellung davon besitzen, wie er aussehen sollte, während der Fisch vielleicht nur einen Parasiten entfernen möchte – oder andersherum.“

Die Doktorandin Mariana Rodriguez aus Jordans Team hat 2020 herausgefunden, dass Dominanz eine Rolle bei der sozialen Beeinflussung spielt. Sie brachte Buntbarschen (*Astatotilapia*

## AUF DEN PUNKT GEBRACHT

Im Tanganjikasee hat die Evolution eine große Zahl unterschiedlicher Arten von Buntbarschen hervorgebracht, die sich nicht nur äußerlich, sondern auch in ihrem Verhalten unterscheiden.

Die Forschenden untersuchen das Verhalten der Fische in deren natürlichem Lebensraum, um das ökologische und das soziale Umfeld der Tiere besser berücksichtigen zu können.

Der Einsatz künstlicher Intelligenz soll helfen, einen Atlas der verschiedenen Verhaltensweisen der Buntbarsche zu erstellen, ohne dass eigene Vorannahmen die Erfassung beeinflussen. So wollen die Forschenden herausfinden, wie die Verhaltensweisen im Laufe der Evolution entstanden sind.

*burtoni*) bei, anhand von Lichtsignalen vorherzusagen, wo es etwas zu fressen geben würde. Kamen diese Tiere danach in eine neue Gruppe, lernten die dominanten männlichen Fische aus dieser Gruppe zwar diese Fähigkeit von den Neulingen, und sie konnten den anderen Gruppenmitgliedern auch vorführen, wie die Aufgabe zu lösen war, aber sie waren da-

bei nicht so effektiv wie untergeordnete Männchen. Verhaltensanalysen von Doktorand Paul Nührenberg ergaben allerdings, dass dominante und untergeordnete Männchen die Lösung auf genau dieselbe Weise vorführen. Was also ist der Unterschied? „Wenn das dominante Männchen auf eine Futterbelohnung zustürmt, weichen alle anderen Fische aus, weil sie dies als bedrohliches Verhalten empfinden“, erklärt Jordan. „Wenn jedoch ein untergeordnetes Männchen das macht, reagieren die Artgenossen genau umgekehrt: Sie bleiben in seiner Nähe und lernen dadurch die Lösung schneller.“ Für Jordan ist dies ein weiterer Beweis dafür, dass ein und dasselbe Verhalten verschiedene, ja sogar entgegengesetzte Funktionen haben kann, je nachdem, wo, wann und wie es zum Ausdruck kommt. „Das macht evolutionäre Verhaltensvergleiche so schwierig.“ Und das umso mehr, je weiter wir uns im Stammbaum der Evolution vom Menschen entfernen, da uns die Form und die Funktion von Signalen immer fremder werden. „Als Menschen haben wir vielleicht ein intuitives Gespür dafür, was ein Affe oder ein anderes Säugetier ‚meint‘ oder ‚beabsichtigt‘, wenn es ein Verhalten ausführt, bei anderen Tieren versagt diese Intuition jedoch“, sagt Jordan. Der Flossenschlag eines Fisches oder eine schnelle Änderung der Augenfarbe sind Signale, die der Empfänger

unmittelbar versteht, für uns Menschen haben sie jedoch keine Bedeutung. Aber nur wenn wir diese Signale richtig verstehen, sind wir in der Lage, das Verhalten zwischen Arten miteinander zu vergleichen: Was ist gleich, was ist anders, und wie können wir als externe Beobachter diese Unterscheidung treffen?

## Distanziertes Verhältnis

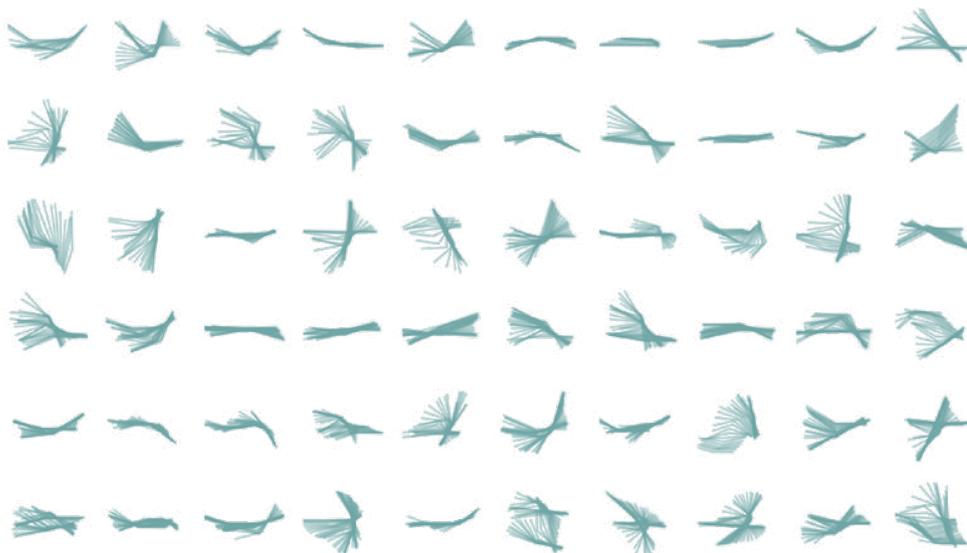
Andererseits könnte die evolutionäre Distanz weniger ein Hindernis als vielmehr der Schlüssel zur Lösung sein: wenn sie uns eine objektivere Sicht ermöglicht. „Vielleicht bietet uns gerade das, was uns am schwersten fällt, die größte Chance, Verhaltensweisen zu verstehen, die wir selbst nicht haben. Dafür müssen wir allerdings noch genauer hinschauen, um das, was wir nicht verstehen, besser interpretieren zu können.“

Helfen soll dabei moderne Technik. Dank künstlicher Intelligenz kann Jordans Team die Körperhaltungen, Bewegungen und Interaktionen der Buntbarsche in ihren natürlichen Lebensräumen verfolgen, analysieren und alle Verhaltensweisen eines Individuums beschreiben. „Dies ist ein sehr wichtiger Schritt auf dem Weg, zu verstehen, wie die Evolution das

65



GRAFIK: PAUL NÜHRENBERG



Die Einzelbilder zeigen die zu einem Verhaltenselement gehörenden Körperhaltungen, die die Forschenden zuvor im See gefilmt haben. Ziel ist, alle Verhaltensweisen verschiedener Arten zu digitalisieren und die Beziehungen zwischen den daran beteiligten Individuen zu analysieren.

Verhalten geformt hat. Allerdings befinden wir uns damit immer noch im Stadium der Katalogisierung“, sagt Jordan. Zusätzlich müssen die Forschenden das soziale und das natürliche Umfeld berücksichtigen, in denen eine Verhaltensweise auftritt. Jordan glaubt, dass ihn diese Methode der Perspektivenübernahme weiterbringen kann: „Wir wollen das Verhalten von Fischen oder anderen Tieren nicht in menschliche Begriffe übersetzen; vielmehr wollen wir ihre Erfahrung und ihre Wahrnehmungen berücksichtigen. Auf diese Weise übernehmen wir die Perspektive der Tiere.“

## Reale und virtuelle Fische

Dafür sind jedoch völlig neue Herangehensweisen erforderlich. Auf der letzten Expedition an den Tanganjikasee führte Jakob Gübel aus Jordans Team einen Kasten mit gewölbter Glasfront mit sich, der dem immensen Wasserdruck in den Tiefen des Sees standhalten konnte. Darin befand sich, sicher und trocken, ein Tablet. Auf dem Bildschirm schwamm ein virtueller Buntbarsch – für einen Menschen optisch kaum von einem echten Fisch zu unterscheiden. „Aber wir sind auch nicht das Zielpublikum“, sagt Alex Jordan lächelnd. „Mit diesem kleinen Fisch verwandeln wir

die Buntbarsche von Studienobjekten in wissenschaftliche Mitarbeiter.“ Während er die Animation eines förmlich tanzenden und mit dem Schwanz schlagenden Fisches abspielt, erklärt der Wissenschaftler: „Mit diesem Verhalten könnte das Tier, je nach Gegenüber, eine Bedrohung oder eine Einladung zur Paarung signalisieren. Vielleicht reagiert es aber auch auf einen Quallenstich. „Ich will, dass die Fische selbst uns sagen, was das Verhalten bedeutet.“

Alex Jordan und sein Team wollen für jede Buntbarschart einen Verhaltensatlas erstellen und dann die Funktion jeder einzelnen Verhaltensweise bestimmen. Manche davon sind neu entstandene, artspezifische Verhaltensweisen, andere sind evolutionär älter und werden von allen Arten benutzt, wieder andere treten je nach Art in unterschiedlichen Ausprägungen auf, erfüllen aber trotzdem dieselbe Funktion. Die Technik soll den Menschen mit seinen womöglich verzerrenden Vorannahmen aus dem Spiel nehmen.

Technologische Lösungen allein reichen Jordan zufolge jedoch für das Verständnis von Verhaltensweisen nicht aus. Sie können diese auch nicht in menschliche Sprache übersetzen. Er möchte die Technik vielmehr nutzen, um grundlegende Erkenntnisse über die Evolution des Verhaltens zu ge-

winnen. „Und wenn diejenigen, die im Besitz der Antworten auf meine Fragen sind, in einem Tausende von Kilometern entfernten See leben, dann nehmen wir eben das nächste Boot und kommen zu ihnen.“ Da es auf der Erde mehr Fischarten gibt als alle anderen Wirbeltierarten zusammengekommen, werden Alex Jordan und sein Team wohl noch eine ganze Weile unter Wasser unterwegs sein.

←

---

### PUTZERFISCH IM SPIEGELTEST

In dem Test haben die Forschenden einem Putzerlippfisch (*Labroides dimidiatus*) einen Farbfleck unter dem Kiefer platziert – an einer Stelle also, die das Tier selbst nicht sehen konnte, und auf eine Weise, dass das Tier es nicht bemerkte. Danach setzten sie einen Spiegel ins Becken.

Als der Fisch verstanden hatte, dass er keinen Rivalen vor sich hatte, verhielt er sich sehr ungewöhnlich: Er schwamm aufrecht, drehte sich um die eigene Achse und rieb seinen Kiefer über den Sandboden, als wollte er den Fleck entfernen.

Er hatte also gelernt, dass er im Spiegel sein Abbild sah.

---

66

Tapferer Fisch: Der Tanganjikasee ist auch die Heimat von *Telmatochromis vittatus*. Der acht Zentimeter große Buntbarsch lebt in der Nähe des Seesufers und nutzt Fels- und Geröllspalten als Verstecke. In der Brutzeit verteidigt das Männchen das Territorium.



FOTO: JAKOB GÜBEL