

WIE ENTSTEHT UND SCHWINDET BIODIVERSITÄT?

Die Entstehung neuer Arten beobachten

Autor: Prof. Dr. Oscar Puebla (GEOMAR - Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel)

Wie sich Arten neu bilden, konnte Charles Darwin im Jahre 1835 erstmals anhand der berühmt gewordenen Darwinfinken und ihrer Schnabelformen dokumentieren. Gelegenheiten, das frühe Stadium der Artenbildung zu beobachten, bieten sich nur selten. Buntbarsche in den Ostafrikanischen Grabenseen oder Heliconius-Schmetterlinge im Amazonasgebiet können es anzeigen. Für die Meere fehlte bisher ein solcher Modellorganismus. Wissenschaftler sind nun fündig geworden.

- Bei der Artenentstehung an Land spielen geografische Barrieren eine wichtige Rolle.
- Im Meer gibt es solche Hindernisse für den genetischen Austausch kaum.
- Gerade deshalb ist es interessant, den Prozess der Artbildung zu verstehen.
- Derzeit sind aufgrund der Einwirkung des Menschen viele Arten bedroht oder bereits verschwunden.
- Auch das ist ein Grund, warum der umgekehrte Effekt, nämlich der der Artenentstehung, untersucht werden .

Die Anzahl der auf der Erde lebenden Arten ist an sich ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Aussterben und Artenbildung – jenem evolutionären Prozess, durch den sich neue Arten entwickeln. Die Aktivitäten des modernen Menschen ziehen gegenwärtig das sechste Massenaussterben nach sich. In diesem Zusammenhang ist es wichtiger denn je, die Entstehung neuer Arten zu betrachten.

Bergketten und Wüsten spielen eine Schlüsselrolle bei der Artbildung

Die überwiegende Mehrheit der Arten ist vor langer Zeit entstanden. Deshalb ist es schwierig, genau die Prozesse zu rekonstruieren, die zu ihrer Entstehung geführt haben. An Land und in der Süßwasserumwelt spielen geografische Barrieren wie Bergketten, Wüsten oder die Isolation von Gewässernetzen eine Schlüsselrolle bei der Artenbildung, da sie den genetischen Austausch zwischen den Populationen reduzieren. In der Meeresumwelt hingegen gibt es solche natürlichen Hindernisse für den genetischen Austausch nur in weitaus geringerem Maße.

Hinzu kommt, dass viele Meeresarten ein planktonisches Larvenstadium haben, das prinzipiell einen genetischen Austausch über große Distanzen hinweg ermöglicht. Isolation als Motivator gesonderter Artbildung entfällt daher. Dennoch gehören einige Meeresumgebungen wie Korallenriffe zu den artenreichsten und damit genetisch diversesten Lebensräumen der Welt. Wie hat sich diese Vielfalt entwickelt, wenn doch umweltbedingte Barrieren fehlen?

Dem Verständnis der Artenbildung auf der Spur

Der Prozess der Artenbildung ist häufig durch die Auffächerung (Radiation) einer wenig spezialisierten Art in mehrere spezialisierte Arten gekennzeichnet. Jüngste evolutionäre Radiationen zeigen die Darwinfinken auf den Galapagos-Inseln, Buntbarsche in den Ostafrikanischen Grabenseen oder auch die Heliconius-Schmetterlinge im Amazonasgebiet. Sie haben bisher als Modellsysteme gedient, um zu verstehen, wie verhältnismäßig schnell neue Arten entstehen können.

Arten in diesen Radiationen befinden sich oft im Frühstadium der Divergenz, d.h. der Auseinanderentwicklung und Spezialisierung, was die Möglichkeit bietet, die genetischen, ökologischen und verhaltensbezogenen Mechanismen der Artbildung zu verstehen. Im Ozean gab es bisher keine Tiergruppe, die Rückschlüsse auf schnelle Artbildungsprozesse ermöglichte.

Farbenreiche Rifffbarsche eignen sich als Modellorganismen

Fündig wurde man nun in der Karibik im Golf von Mexiko. Hier gibt es besondere Rifffbarsche, die sich hervorragend als Studienobjekte eignen. Das hat zwei Gründe: Trotz ihrer Vielfalt besteht zwischen ihnen immer noch eine mehr oder minder stark ausgeprägte genetische Nähe. Es gibt zum einen Arten, die sich genetisch sehr ähnlich sind, zum anderen auch solche, die schon stärkere genetische Unterschiede aufweisen. Dieses breite Spektrum an Artenunterschieden macht sie interessant.

Dabei unterscheiden sie sich im Wesentlichen durch ihre Farbgebung. Farbmuster von Fischen können eine wichtige ökologische Rolle spielen, zum Beispiel, um sich zu tarnen und im Riff zu verstecken. Darüber hinaus ist auch aggressive Mimikry bekannt: Hier ahmen die Individu-

en andere Arten farblich nach. Indem also einzelne Individuen der Gattung der Hamletbarsche anderen Arten ähnlich werden, können sie ihren Beuteerfolg steigern. Sie gliedern sich mühelos in andere, an sich artfremde Gruppen ein und können aus dieser Vergesellschaftung heraus besser Beute fangen.

Die reproduktive Isolation zwischen den Arten basiert letztendlich auf der Partnerwahl. Es gibt eine starke Tendenz als Partner nur Arten mit identischer Farbgebung auszuwählen. Hamletbarsche eignen sich schlussendlich auch deshalb sehr gut als Studienobjekte, weil ihre Ökologie sowie die Mechanismen der reproduktiven Isolation schon gut verstanden sind. Hinzu kommt, dass sich bis zu neun Arten am gleichen Riff finden. So bietet sich hier die seltene Gelegenheit, Meeresarten bei der Entstehung quasi zuzusehen. Aufgrund all dieser Kenntnisse war es möglich, ein umfassendes Modellsystem für die Erforschung mariner Artbildung zu entwickeln (Abb. 1).

Gene zur Erkennung von Farbmustern identifiziert

Um die genetischen Grundlagen der Artbildung zu verstehen, haben wir zunächst 100 Fischgenome entschlüsselt. Wir fanden heraus, dass

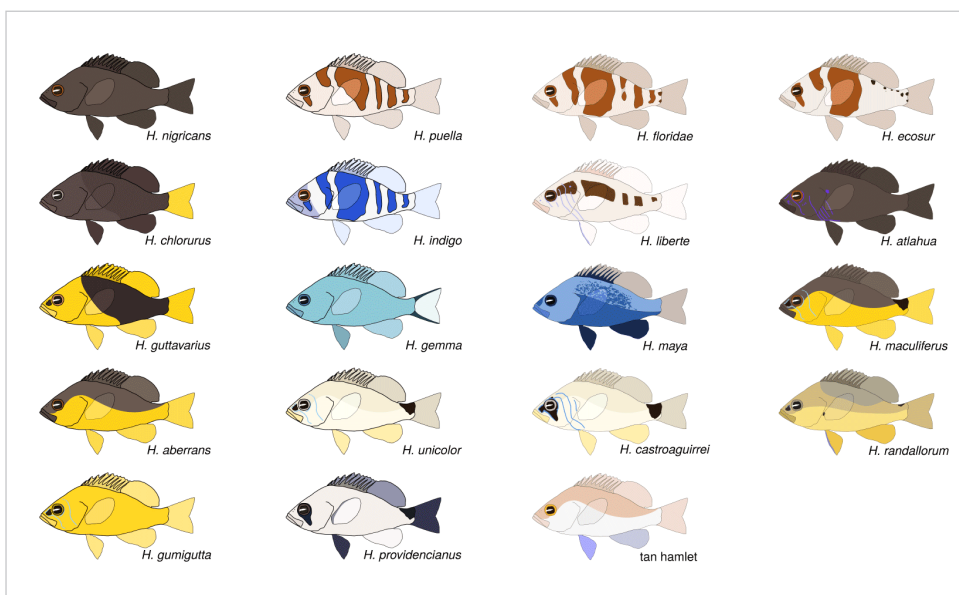


Abb. 1:
 Die Hamletbarsche (*Hypoplectrus* spp.), sind eine Gattung von bunten Rifffischen aus der weiteren Karibik.
Illustration:
 Kosmas Hench

die überwiegende Mehrheit des Genoms zwischen den Arten fast identisch ist. Dennoch haben wir einige Gene identifiziert, die stark und konsequent zwischen den Arten differenziert sind. Im Einklang mit der Ökologie und Reproduktionsbiologie der Hamletbarsche sind diese Gene an der Entwicklung von Farbmustern und deren Wahrnehmung durch das Sehen beteiligt.

Darüber hinaus deuten die genetischen Daten darauf hin, dass sich die Riffbarsche erst vor „kurzem“, sprich nach der letzten Eiszeit, die vor knapp 12.000 Jahren endete, in mehrere Arten aufgespalten haben. Alles in allem deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass es eine kleine Anzahl von Genen mit großen Effekten gibt.

Schlussendlich sind es also vor allem die Gene, die für Nahrungssuche und Partnerwahl verantwortlich sind. Sie führen zu einer reproduktiven Isolation und können damit die Artbildung antreiben. Dieser Prozess kann dann relativ schnell ablaufen.

Artenbildung unterstützen

Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der marinen Biodiversität sollten also nicht nur das Aussterben, sondern auch die Prozesse der ständig ablaufenden Artenbildung berücksichtigen.

Der wichtigste Faktor zur Förderung der Artenbildung ist die Sicherstellung ökologischer und genetischer Vielfalt. Ein effizienter Weg zur Erhaltung der ökologischen Vielfalt ist der Schutz ganzer Ökosysteme und nicht nur einzelner Arten. Die genetische Vielfalt wird am besten erhalten, wenn Wert darauf gelegt wird, Populationen möglichst groß zu halten, d.h. schlussendlich viele Individuen einer Art zu haben, die sich genetisch vielfältig vermehren können.

Quellen

- Moran, B. M., Hench, K., Waples, R. S., Höppner, M. P., Baldwin, C. C., McMillan, W. O. & Puebla, O. (2019). The evolution of microendemism in a reef fish (*Hypoplectrus maya*). *Molecular Ecology*, 28(11), 2872-2885. doi:10.1111/mec.15110
- Picq, S., Scotti, M. & Puebla, O. (2019). Behavioural syndromes as a link between ecology and mate choice: a field study in a reef fish population. *Animal Behaviour*, 150, 219-237. doi:10.1016/j.anbehav.2019.02.016
- Puebla, O., Picq, S., Lesser, J. S. & Moran, B. (2018). Social-trap or mimicry? An empirical evaluation of the *Hypoplectrus unicolor*–*Chaetodon capistratus* association in Bocas del Toro, Panama. *Coral Reefs*, 37(4), 1127-1137. doi:10.1007/s00338-018-01741-0

Impressum

Herausgeber

Helmholtz-Zentrum Potsdam,
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Telegrafenberg
14473 Potsdam

Redaktion

PD Dr. Dierk Spreen
Jana Kandarr
Oliver Jorzik

Layout

Pia Klinghammer

E-Mail: redaktion-eskp@gfz-potsdam.de

Alle Artikel sind auch im Internet abrufbar:

<https://themenspezial.eskp.de/biodiversitaet-im-meer-und-an-land/inhalt-937146/>

Stand: Februar 2020

Heft-DOI: <https://doi.org/10.2312/eskp.2020.1>

ISBN: 978-3-98-16597-4-0

Zitiervorschlag:

Earth System Knowledge Platform (Hrsg.). (2020). *ESKP-Themenspezial Biodiversität im Meer und an Land. Vom Wert biologischer Vielfalt*. Potsdam: Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ. doi:10.2312/eskp.2020.1

Einzelartikel:

[Autor*innen]. (2020). [Beitragstitel]. In Earth System Knowledge Platform (Hrsg.), *ESKP-Themenspezial Biodiversität im Meer und an Land. Vom Wert biologischer Vielfalt* ([Seitenzahlen]). Potsdam: Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ. doi:[DOI]

Die Verantwortung für die Inhalte der Einzelbeiträge der vorliegenden Publikation liegt bei den jeweiligen Autorinnen und Autoren.



Text, Fotos und Grafiken soweit nicht andere Lizenzen betroffen:
eskp.de | [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)