

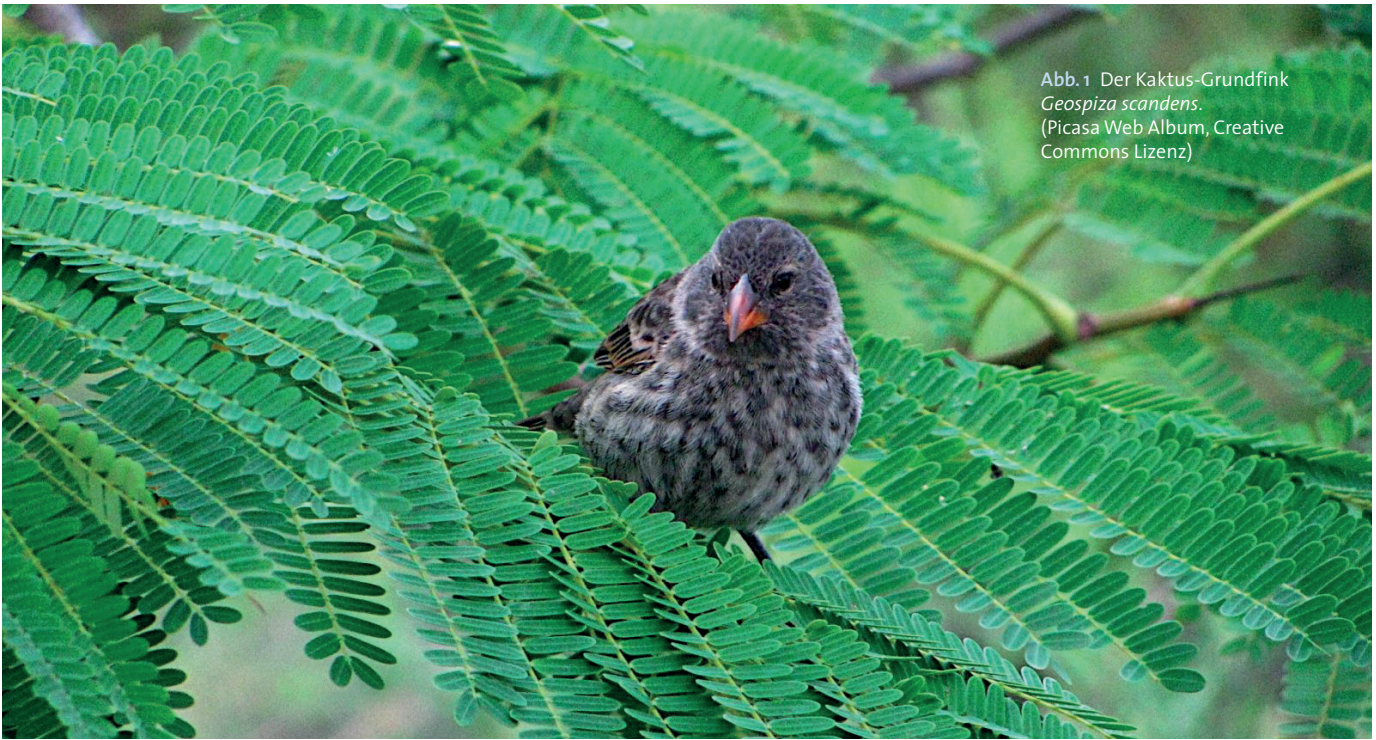


Abb. 1 Der Kaktus-Grundfink
Geospiza scandens.
(Picasa Web Album, Creative
Commons Lizenz)

Schnelle Artbildung live bei Darwinfinken

Die berühmten Darwinfinken sind ein Lehrbuchbeispiel für die Aufspaltung von Arten. Forscher konnten nun in einer Langzeitstudie einen Teilabschnitt eines möglichen Artbildungsvorgangs dokumentieren. Es zeigte sich, dass dabei keine innovativen Veränderungen benötigt werden, sondern dass die Veränderungen auf dem Ausschöpfen vorhandener Variabilität beruhen.

Reinhard Junker

Nach Charles DARWIN sind sie benannt und gelten als Lehrbuchbeispiel für einen grundlegenden evolutionären Prozess, die Aufspaltung der Arten. Gemeint sind die Darwinfinken auf den Galápagos-Inseln. Nach gängiger Vorstellung gehen diese Vögel (es sind in Wirklichkeit Ammern, die teilweise finkenartige Schnäbel haben) auf eine einzige Gründerart zurück, aus der sich 13 Arten aufgespalten haben sollen. Für diese Vorstellung spricht besonders ein biogeographisches Argument: Die Darwinfinken gibt es nur auf dieser Inselgruppe. Man spricht von Entstehungsendemismus. (Arten werden endemisch genannt, wenn sie nur ein räumlich sehr begrenztes Verbreitungsgebiet haben.)

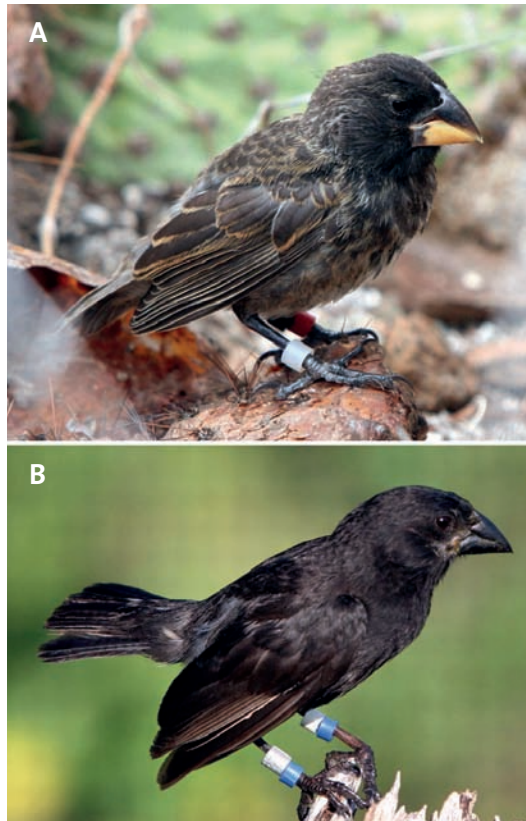
Der Vorgang der Artbildung bei den Darwinfinken (also ihre Aufspaltung in die heutigen Arten) ist hypothetisch. Peter und Rosemary GRANT gehen den Veränderungen der Darwinfinken durch Langzeitbeobachtungen seit fast 40 Jahren auf die Spur. So konnten sie vor einigen Jahren eine Veränderung der durchschnittlichen Schnabelgröße nach mehreren Jahren extremer Trockenheit nachweisen (GRANT & GRANT 1993; 2006). Nun gelang es ihnen kürz-

lich, auch einen Teilabschnitt eines möglichen Artbildungsvorgangs zu dokumentieren.

In einem Ende 2009 erschienenen Artikel berichtet das Forscherehepaar über die Entstehung und Etablierung einer fortpflanzungsmäßig isolierten Population von Darwinfinken auf der kleinen Galápagos-Insel Daphne Major während der sogenannten zweiten Kontaktphase (GRANT & GRANT 2009). Damit ist die Zeit gemeint, in der ehemals geographisch getrennte Populationen wieder überlappen. Diesen Vorgang konnten sie durch Markierungen der Vögel verfolgen.

Die Langzeit-Freilandbeobachtungen begannen im Jahr 1981, als ein besonderer Mittlerer Grundfink (*Geospiza fortis*, vgl. Abb. 2) die Insel Daphne Major erreichte (Individuum Nr. 5110). Dieser Vogel war für seine Art ungewöhnlich groß und schwer (mit knapp 30 Gramm etwa 5 g schwerer als andere *G. fortis*-Individuen auf Daphne Major und an der oberen Grenze der Größenvariation von *G. fortis* auf der Nachbarinsel Santa Cruz, von der er sehr wahrscheinlich herkam, wie genetische Untersuchungen zeigten). Außerdem hatte dieser Einwanderer eine

Abb. 2 Eingewandertes Exemplar der 5. Generation des Mittleren Grundfinks (*Geospiza fortis*, oben) und ein ortsansässiges Exemplar auf der Insel Daphne Major. Aus GRANT & GRANT (2009); Abdruck mit freundlicher Genehmigung.



sehr große Schnabelbreite und einen ungewöhnlichen Gesang; und er trug einige Allele des Kaktus-Grundfinks (*Geospiza scandens*, Abb. 1), was vermutlich von einer früheren Kreuzung herrührt; die Forscher vermuten, dass er ein Hybride (Mischling) war.

Peter und Rosemary GRANT verfolgten das weitere Schicksal dieses Individuums und seiner Nachkommen sieben Generationen lang über einen Zeitraum von 28 Jahren. Der Einwanderer verpaarte sich zunächst mit einem

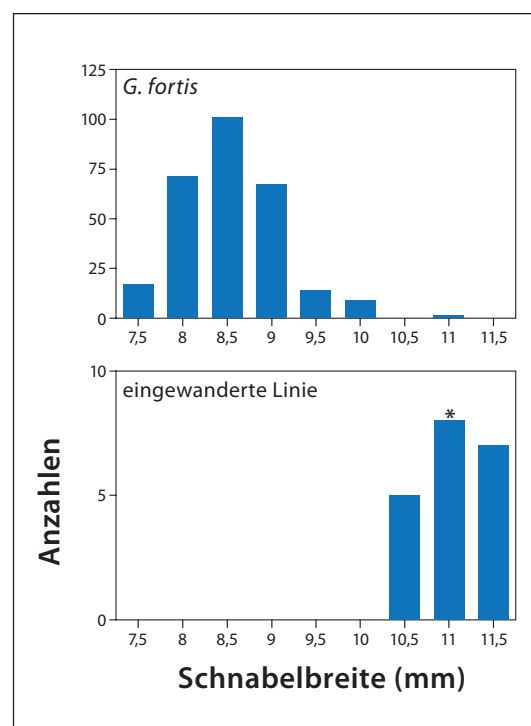
Weibchen von *G. fortis*, das ebenfalls einige Gene von *G. scandens* trug. Nach einer schweren Dürre wurde die daraus entstandene Nachkommenpopulation in der vierten Generation auf ein einziges Geschwisterpaar dezimiert. Dieses verpaarte sich, und seine Nachkommen blieben fortpflanzungsmäßig isoliert; d. h. sie pflanzten sich nur noch untereinander fort (Endogamie) und nicht mehr mit anderen auf der Insel lebenden Individuen von *G. fortis*. Ihr Gesang war weiterhin ungewöhnlich, ebenso ihre Morphologie. Die Variation der Schnabelbreite der auf den Einwanderer zurückgehenden Linie überlappte kaum noch mit der Bandbreite der auf Daphne Major heimischen *G. fortis*-Vögel (Abb. 3), so dass dieses Merkmal heute fast schon einen diagnostisch verwertbaren Unterschied darstellt (GRANT & GRANT 2009, 20143). Beispielsweise hatten 20 der 24 ausgemessenen Mitglieder der endogamen Gruppe breitere Schnäbel als alle anderen 462 Vögel von *G. fortis* auf der Insel seit dem Jahr 2002.

Mögliche Schlussfolgerungen

Die Ankunft des ungewöhnlich großen Individuums 5110 von *G. fortis* auf Daphne Major kann als Beispiel eines sekundären Kontakts im Laufe einer Artbildung (s. o.) interpretiert werden. Die Unterschiede des Neuankömmlings im Körperbau und im Gesang im Vergleich zu den ortsansässigen Individuen dürften die Fortpflanzungsisolierung bewirkt haben, die spätestens seit der Dezimierung auf das erwähnte Geschwisterpaar vollständig verwirklicht war (präzygotische Isolation). Aufgrund der über mindestens drei Generationen währenden genetischen Isolation ist es berechtigt, die auf den Einwanderer zurückgehende Population als neue biologische Art (Biospezies) einzustufen. Allerdings sprechen GRANT & GRANT (2009, 20146) vorsichtig nur von einer „beginnenden Artbildung“ („incipient speciation“; ein Begriff, der auf DARWIN zurückgeht). Das weitere Schicksal dieser Gruppe sei ungewiss.

Während Charles DARWIN glaubte, dass Artbildung zu langsam vor sich geht, um beobachtbar zu sein, zeigen die Beobachtungen von GRANT & GRANT, dass in sehr kleinen Populationen wenige Generationen für wesentliche Schritte genügen können. Dass eine neue Art entstehen konnte oder mindestens eine „beginnende Art“, hängt in diesem Fall mit der speziellen Ökologie des Einwanderers (Nr. 5110) zusammen: Sein ungewöhnlicher Körperbau und sein ungewöhnlicher Gesang ermöglichten eine Isolation von den ortsansässigen Vögeln. Die Artaufspaltung erfolgte in diesem Stadium ohne weitere räumliche Trennung.

Abb. 3 Morphologischer Unterschied in der Schnabelbreite zwischen der eingewanderten Linie von *Geospiza fortis* (unten) und anderen Vögeln dieser Art auf Daphne Major in den Jahren 2005-2009. Die Schnabelgröße des ursprünglichen Einwanderers (Individuum Nr. 5110) ist mit einem Stern gekennzeichnet. Nach GRANT & GRANT (2009).



Dass eine neue Art entstehen konnte oder mindestens eine „beginnende Art“, hängt mit der speziellen Ökologie des Einwanderers zusammen.

Die Artbildung erforderte keine neuen Mutationen oder nennenswerte genetische Änderungen der beteiligten Populationen (GRANT & GRANT 2009, 20146). Dafür genügten zwei Extremereignisse in der Umwelt (Einwanderung eines ungewöhnlichen Individuums und extreme Trockenheit, die zur Dezimierung führte), die zur einer Verringerung des Genpools führten: Artbildung durch Spezialisierung im Rahmen der vorhandenen Bandbreite an Merkmalsausprägungen.

Die beeindruckende Langzeitstudie von GRANT & GRANT (2009) ermöglicht einen bis-

lang kaum möglichen Blick auf Vorgänge in der Natur, indem sie einige Stadien der Artbildung direkt dokumentieren. Sie zeigt aber auch, dass Vorgänge wie die auf Daphne Major keine innovativen Veränderungen benötigen, sondern auf dem Ausschöpfen vorhandener Variabilität beruhen.

Literatur

- GRANT BR & GRANT PR (1993) Evolution of Darwin's finches caused by a rare climatic event. *Proc. R. Soc. Lond. 251B*, 111-117.
- GRANT PR & GRANT BR (2006) Evolution of Character Displacement in Darwin's Finches. *Science 313*, 224-226.
- GRANT PR & GRANT BR (2009) The secondary contact phase of allopatric speciation in Darwin's finches. *Proc. Natl. Acad. Sci. 106*, 20141-20148.

Unser Großhirn – „out of the blue“?

Ringelwürmer (Annelida) sind nicht gerade als Intelligenzbestien verschrien. Ihr Gehirn ist relativ einfach aufgebaut, aber gerade deshalb gut geeignet als Modell zur molekularen Erforschung von Gehirnentwicklung und -funktion. Neue Genexpressions-Analysen am Gehirn von *Platynereis dumerilii*, einem im Meer lebenden Borstenwurm, haben deutliche Gemeinsamkeiten mit der Großhirnrinde der Wirbeltiere belegt, dem komplexesten Organ in der belebten Welt (TOMER et al. 2010). Die Autoren der Studie schließen daraus: „Die Evolutionsgeschichte unseres Großhirns muss neu geschrieben werden.“

Hans-Bertram Braun

Eine auffällige paarige Struktur im Annelidenhirn wie auch im Zentralhirn vieler Insekten ist der sogenannte Pilzkörper. Seine pilzförmige Struktur bildet ein Zentrum mit dicht gepackten Neuronen (Nervenzellen), die tausende bis zu mehreren hunderttausend parallel laufende Nervenfortsätze entsenden. Der Pilzkörper ist vor allem für die Verarbeitung von Geruchsinformationen zuständig, mischt aber auch bei Lern- und Gedächtnisleistungen mit. Aktuell wird z. B. an der Fruchtfliege erforscht, wie Gedächtnis und Lernen molekular im Pilzkörper funktioniert (DAVIS 2011). Es gibt auch Hinweise, dass der Pilzkörper eine Rolle beim Ausfiltern wichtiger gegenüber weniger wichtigen Umgebungsinformationen spielt (FARRIS 2011).

Es war schon länger bekannt, dass es strukturelle, anatomische und funktionelle Ähnlichkeiten des Pilzkörpers mit dem Cortex (oder Pallium, Großhirnrinde) der Wirbeltiere gibt, also mit dem Teil unseres Gehirns, das für komplexe Leistungen zuständig ist,

wie zum Beispiel dem Ersinnen von Experimenten zur Erforschung des Gehirns. Weil Ringelwürmer und Wirbeltiere stammesgeschichtlich sehr weit entfernt stehen (Protostomia vs. Deuterostomia, Urmünder vs. Neumünder), wurden diese Ähnlichkeiten aber bisher nicht als Homologien (Ähnlichkeit durch Verwandtschaft) gedeutet, sondern als konvergent erworben interpretiert (Ähnlichkeiten, die durch funktionelle Notwendigkeit in nicht näher verwandten Gruppen erzwungen wurden). Nachdem nun aber die oben erwähnten Genexpressions-Experimente neben einigen Unterschieden auch viele Parallelen im Muster aktiver Gene im Pilzkörper zu dem entsprechenden Muster im Wirbeltier-Cortex aufdeckten, schließen die Autoren, dass diese Ähnlichkeiten zu komplex und zahlreich sind, um *unabhängig* durch funktionelle Notwendigkeit, also konvergent, erworben zu sein. Stattdessen folgern sie, dass der letzte gemeinsame Vorfahr von Ringelwürmern und Wirbeltieren schon die