

strukturen in der Größe von einigen hundert Nanometern auf den inneren Bereichen ihrer Kronblätter und erzeugen auf diese Weise Strukturfarben in den von den Blütenbesuchern „gern gesehenen“ Farben, mit denen Insekten angelockt werden können. Eine deutsch-britische Forschergruppe hat diesen Effekt an Blüten von zwölf Arten mit flachen Kronblättern genauer elektronenmikroskopisch untersucht (MOYROUD et al. 2017). Sie fanden heraus, dass die feinen Rillen nicht perfekt periodisch angeordnet, sondern leicht ungeordnet sind, indem sie in Breite und Abstand variieren. Doch das scheint kein Nachteil zu sein, sondern gerade die passende Reflexion des Lichts zu ermöglichen. Auf diese Weise entsteht im inneren Bereich der Blüte ein blauer bis ultravioletter Ring (Halo) aus einem relativ intensivem Streulicht, das am besten unter einem schmalen Blickwinkel von bis zu 25 Grad sichtbar ist (Abb. 1).

Die Wissenschaftler setzten künstliche Blüten mit und ohne Haloeffekt ein und konnten damit zeigen, dass die als Versuchstiere eingesetzten Hummeln nach entsprechendem kurzem Training nur auf Blüten mit dem durch Strukturfarben erzeugten Halo flogen, während Blütenmuster mit flacher Oberfläche ohne blau-ultraviolettes Streulicht trotz Einfärbung mit Farbpigmenten verschmäht wurden.

Die untersuchten Blüten stammen von Arten unterschiedlicher systematischer Zugehörigkeit aus allen größeren Gruppen der bedecktsamigen Blütenpflanzen (Angiospermen). Dabei zeigte sich, dass Größe, Höhe und Anordnung der Nanostrukturen auf den Blüten stark variieren, aber letztlich denselben Streulichteffekt verursachen. Nicht eine ganz bestimmte Größe und Anordnung ist für den Schillerglanz entscheidend, sondern der Grad der Unordnung und die Art der Variation der Höhe und Abstände der Nanostrukturen. Die Autoren folgern daraus, dass die optischen Eigenschaft des winkelabhängigen Streulichts vielfach unabhängig, also konvergent entstanden sind, denn insgesamt sind Blüten mit ungeordneten Nanostrukturen selten und werden bei Arten, die als

stammesgeschichtlich ursprünglich angesehen werden, nicht angetroffen. Das konvergente Auftreten ist erstaunlich, denn die strukturellen Anforderungen für die Erzeugung von Strukturfarben sind anspruchsvoll. „Die Entwicklungsbiologie dieser Strukturen ist ein wirkliches Geheimnis“, wird Beverley J. GLOVER, eine der an den Untersuchungen beteiligten Forscherinnen, zitiert (<https://www.sciencedaily.com/releases/2017/10/171018132826.htm>). Je anspruchsvoller eine Struktur, desto unwahrscheinlicher ihre Entstehung durch ungerichtete natürliche Mutations- und Auslesevorgänge; das gilt erst recht bei mehrfach unabhängiger Entstehung.

[MOYROUD E, WENZEL T et al. (2017) Disorder in convergent floral nanostructures enhances signalling to bees. *Nature* 550, 469–474.] R. Junker

■ Schnelle Mikroevolution im Garten

Änderungen der Form bzw. Länge von Vogelschnäbeln aufgrund veränderter Selektionsbedingungen sind schon länger bekannt und durch Langzeitstudien dokumentiert. Viele Untersuchungen dazu gibt es bei den berühmten Darwinfinken der Galápagos-Inseln (z.B. ABZHANOV et al. 2004, LAMICHHANEY et al. 2016).

Doch diesbezüglich gilt durchaus das Motto „Warum denn in die Ferne schweifen, wenn das Gute liegt so nah?“ Denn Veränderungen von Schnäbeln aufgrund veränderter Umweltbedingungen wurden auch in Europa beobachtet. Darüber berichten Wissenschaftler um Mirte BOSSE vom Niederländischen Institut für Ökologie in Wageningen (BOSSE et al. 2017). Sie verglichen in einer Langzeitstudie Kohlmeisen (*Parus major*) aus Wytham in England mit Artgenossen zweier Lokalitäten in den Niederlanden und führten dazu umfangreiche Genomvergleiche mit Blutproben von über 2300 Vögeln durch. Die Ergebnisse verglichen sie mit den ökologischen Bedingungen, unter denen die Vögel lebten. Auf diese Weise wollten die Forscher herausfinden, welche Gene unter Selektionsdruck stehen und welchen Zusammenhang diese Gene mit der Schnabelform haben.

Es zeigte sich, dass u.a. besonders eine bestimmte Variante des Collagen-Gens *COL4A5* bei den britischen Meisen deutlich häufiger vorkommt als bei den Meisen in den Niederlanden und dass dieses Gen im Zusammenhang mit längeren Schnäbeln steht und ihren Trägern in England einen größeren Fortpflanzungserfolg ermöglicht. Allerdings konnten die Forscher keine auffälligen Unterschiede in den natürlichen



Abb. 1 Kohlmeise aus Lancashire. Meisen aus Großbritannien haben längere Schnäbel als ihre Artgenossen in anderen europäischen Ländern. (© Francis C. FRANKLIN / CC-BY-SA-3.0)

Nahrungsquellen finden, die den Vögeln in England und den Niederlanden zur Verfügung stehen, die den Unterschied in den Schnabelgrößen verständlich machen könnten. Anders als in den Niederlanden gibt es in England jedoch eine lange Tradition der Vogelfütterung. In Großbritannien wird etwa doppelt so viel Vogelfutter verfüttert als andernorts und in über der Hälfte der Gärten gibt es Futterstellen für die Meisen. Die Kohlmeisen mit den längeren Schnäbeln sind auch tatsächlich häufiger in den Gärten anzutreffen, in denen sie vom Menschen gefüttert werden. Möglicherweise hilft der längere Schnabel, besser an die Samen in den Futterbehältern

heranzukommen. Die Forscher sind sich allerdings nicht ganz sicher, ob das wirklich der entscheidende Umweltfaktor ist, der die Verlängerung der Schnäbel begünstigt hat, halten es aber für naheliegend.

Bei den Genen, die im Zusammenhang mit der Veränderung der Schnäbel stehen, handelt es sich um Gene, die beim Menschen die Gesichtsform beeinflussen, und es gibt auch Übereinstimmungen der veränderten Gene mit jenen, die für die Vielfalt der Schnabelform bei den Darwinfinken (s.o.) verantwortlich sind.

Die Untersuchung umfasste Museumsmaterial von bis zu 70 Jahren zurück und Beobachtun-

gen im Freiland. Die Änderungen erfolgten hauptsächlich ab den 1970er-Jahren. Das sei eine „wirklich kurze Zeitspanne für eine derartige Veränderung“, wird der Mitautor der Studie, John SLATE von der University of Sheffield, zitiert (<http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-22017-2017-10-20.html>). Dieser Befund bei Kohlmeisen legt wie bereits viele andere nahe oder ist zumindest mit der Vorstellung kompatibel, dass den Arten ein Variationspotenzial innewohnt, das eine Anpassung an veränderte Umweltbedingungen innerhalb kurzer Zeit ermöglicht.

[ABZHANOVA, PROTAS M, GRANT BR, GRANT PR & TABIN CJ (2004) Bmp4 and morphological variation of beaks in Darwin's finches. *Science* 305, 1462–1465 • BOSSE M, SPURGIN LG et al. (2017) Recent natural selection causes adaptive evolution of an avian polygenic trait. *Science* 358, 365–368 • LAMICHHANEY S, HAN F et al. (2016) A beak size locus in Darwin's finches facilitated character displacement during a drought. *Science* 352, 470–474.] R. Junker



Abb. 1 Das Vogelskelett aus der Grube Messel mit Bürzeldrüse (markiert). (© Sven TRAENKNER/Senckenberg)



Abb. 2 Die chemische Analyse der in der Bürzeldrüse konservierten Bestandteile förderte alte Fette zutage, mit dem der Vogel sein Gefieder pflegte. (© Sonja WEDMANN/Senckenberg)

■ Fossiles Pflegemittel für Vogelgefieder

Typischerweise benutzen Vögel ein öliges Sekret aus der Bürzeldrüse (Glandula uropygialis), um ihr Gefieder zu pflegen. Die Bürzeldrüse ist eine Hautdrüse, die sich oberhalb der Schwanzwurzel befindet, von dort nehmen Vögel die fettige Substanz mit dem Schnabel oder den Beinen auf und verteilen sie auf dem Federkleid. An den sehr gut erhaltenen fossilen Überresten eines Vogels hat ein internationales Team von Wissenschaftlern, an dem auch Mitarbeiter des Senckenberg-Forschungsinstituts beteiligt waren, Proben aus dem Bereich der Bürzeldrüse untersucht (O'REILLY et al. 2017; Abb. 1 und 2). Das Fossil stammt aus der Grube Messel, einem UNESCO Weltkulturerbe, und konnte bisher noch nicht genau bestimmt und zugeordnet werden. Der Ölschiefer der Fossilagerstätte wird von Geologen ins Eozän eingeordnet und sein radiometrisches Alter mit ca. 48 Millionen Jahren angegeben.

An der Position, an der im Fossil die Bürzeldrüse zu erwarten ist,