



Hier braucht es also eine recht genaue Feinabstimmung.

Aber es kommt bei den Hahnenfußblüten noch mehr dazu: Die kelchförmigen Blüten folgen in ihrer Ausrichtung dem Stand der Sonne – eine durchaus anspruchsvolle Leistung, müssen doch ständig ein Abgleich zwischen Einstrahlwinkel und Position der Blüte und die Nachführung vorgenommen werden – ein typischer Regelkreis. Die Hohlspiegelform führt dazu, dass das Licht auf die Staub- und Fruchtblätter im Inneren der Blüte gelenkt wird, was dort die Temperatur um einige Grad gegenüber der Umgebung erhöht und damit die Entwicklungsvorgänge beschleunigt (VAN DER KOOI et al. 2017, 7). Das funktioniert sogar bei bedecktem Himmel, wenn die Blüten geschlossen werden, weil auch die Kelchblätter Licht Richtung Zentrum reflektieren.

Interessant ist noch ein weiterer Befund: Unter Zugrundelegung einer aktuell publizierten Phylogenie (Stammbaumrekonstruktion) von

Ranunculus und verwandten Gattungen (inkl. *Ficaria*) sind die Arten mit glänzenden Kronblättern so im System verteilt, dass angenommen werden muss, dass der Glanzeffekt zur ursprünglichen Ausprägung gehört und teilweise verloren gegangen ist (VAN DER KOOI et al. 2017, 7). Wie in vielen anderen Fällen wäre demnach auch hier – entgegen gängigen Evolutionsvorstellungen – die komplexere Situation die ursprüngliche. [VAN DER KOOI CJ, ELZENGA JTM, DIJKSTERHUIS J & STAVENGA DG (2017) Functional optics of glossy buttercup flowers. *J. Roy. Soc. Interface*, doi:10.1098/rsif.2016.0933] R. Junker

■ Blüten-Halo zur Anlockung von Bestäubern vielfach konvergent

Viele Vogelfedern oder Schmetterlingsflügel begeistern durch ihre Farbenpracht. Dabei können die Farben auf unterschiedliche Weise hervorgebracht werden: durch Farbpigmente (Pigmentfarben) oder durch besondere Strukturen im Nano- bis

Abb. 1 Bei der in Südafrika vorkommenden Schönen Bärenkamille (*Ursinia speciosa*, Familie Korbblütler) ist der blaue Halo wegen dunkler Pigmente auch für das menschliche Auge sichtbar, anders als bei heller gefärbten Blüten. (Botanischer Garten der Cambridge University, CC BY-SA 3.0)

Mikrometerbereich auf Oberflächen, an denen einfallendes Licht gestreut wird. Je nach Einfallswinkel und Betrachtungsrichtung führt dies zu unterschiedlichen Farbreflexionen (Strukturfarben). Die Mischung von Pigment- und Strukturfarben kann zusätzliche Farbschattierungen hervorrufen.

Strukturfarben kommen auch auf zahlreichen Blüten vor und können eine wichtige Rolle bei der Anlockung bestäubender Insekten spielen. Bekanntlich sind Insekten in der Lage, UV-Licht optisch wahrzunehmen, und sie reagieren besonders auch auf Blautöne. Zwar sind Pflanzen kaum in der Lage, entsprechende Farbpigmente zu synthetisieren, doch hier helfen Strukturfarben aus. Viele Arten bilden leicht ungeordnete, filigrane Rillen-

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)