

Streiflichter

Der ganz normale Hahnenfuß mit viel Liebe zum Detail

Wer kennt ihn nicht, den im Volksmund oft als „Butterblume“ bezeichneten Hahnenfuß. Viele verschiedene Arten dieser Gattung bereichern die heimische Flora; zu den besonders verbreiteten Arten gehört der Scharfe Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), den das Weidevieh wegen seiner scharf schmeckenden Blätter auf den Wiesen meist stehen lässt, oder der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), der häufig z. B. an Wegrändern zu finden ist. Neben gelb blühenden Arten kommen auch einige Arten mit weißen Blüten vor. Weltweit sind über 500 Arten bekannt.

Der Name „Butterblume“ kommt nicht von ungefähr, sehen doch die gelben Kronblätter in der Sonne aus, als wären sie mit Fett eingerieben, sie wirken wie lackiert. Was dazu führt, hat Botaniker schon lange interessiert. Bisher bekannt war, dass die Epidermis (Oberhaut) durch Carotinoide kräftig gelb gefärbt ist und sich darunter eine weiße, stärkeführende, reflektierende Schicht befindet. Wie der aufmerksame Beobachter leicht merken kann, fehlt der „Lackglanz“ im inneren Teil der Kronblätter (Abb. 1); dort wird kaum UV-Licht reflektiert, was die Blüten für die UV-sichtigen Insekten gleichsam bunter macht und Saftmal-Wirkung ausübt, also Wegweiser-Funktion ermöglicht.

Forscher um Casper VAN DER KOOI von den Universitäten Groningen und Lausanne wollten es genauer wissen und sind dem Glanz der Butterblumen näher auf den Grund gegangen. Sie untersuchten die glänzenden Kronblätter verschiedener Hahnenfuß-Arten und des nahe verwandten Scharbockskrauts (*Ficaria verna* = *Ranunculus ficaria*) fotografisch und unter dem Elektronenmikroskop; zum Vergleich untersuchten sie auch die nicht glänzenden Blüten der verwandten Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*). Dabei stellten sie bei

ersteren eine spezielle Oberflächenstruktur fest: Die obere Epidermis ist mit nur 0,003 mm Dicke extrem dünn, sehr glatt und hyalin; sie enthält in hoher Konzentration in Öl gelöste Pigmente (Karotinoide), die blaues Licht stark absorbieren und gelbe Wellenlängen reflektieren. Unter der Epidermis befindet sich eine Luftschicht. Dies alles führt dazu, dass hier Interferenzeffekte auftreten, also Strukturfarben, wie man sie aus der Physik für sehr dünne, optisch transparente Schichten kennt, und die hier für den Glanz verantwortlich sind. Außerdem werden die nicht von der epidermalen Pigmentschicht reflektierten Lichtwellen an der Stärkeschicht gestreut und zurückreflektiert. Dadurch wird ebenfalls blaues Licht gefiltert, was den Gelbeffekt deutlich verstärkt. Der besondere Farbeffekt entsteht also durch eine geschickte Kombination von Struktur- (bzw. Interferenz-) und Pigmentfarben. Die Bestäuber erkennen durch diese Effekte die Blüten auch aus weiter Entfernung und werden so zielsicher zum Zentrum der Blüte geleitet.

So zeigen die glänzenden Blüten der Hahnenfuß-Verwandschaft gleich mehrere Besonderheiten, die aus dem übrigen Pflanzeneich nicht bekannt sind. Das ist zum einen die Stärkeschicht, die im Zusammenwirken mit dem hohen Pigmentgehalt der Epidermis die Farbe stark intensiviert, zum anderen die extrem dünne und glatte Epidermis, die durch Interferenz für den Glanz sorgt. Auf jeden Fall ist diese Kombination aus Pigment- und Strukturfarben im gesamten Pflanzenreich einmalig – also „typisch Hahnenfuß“. Strukturfarben kommen aber öfter im Tierreich vor, so bei den Schillerfarben von Vogelfedern oder Schmetterlingsflügeln – es liegen sehr ähnliche physikalische Prinzipien und passende Feinstrukturen zugrunde.

Damit Struktur- bzw. Interferenzfarben entstehen können, müssen die betreffenden Oberflächen besondere Nano-Strukturen haben, die regelmäßig angeordnet sind oder auch weniger geordnet sein können und deren Abstände etwa den Wellenlängen des Lichts entsprechen.



Abb. 1 Blüte des Wolligen Hahnenfußes (*Ranunculus languinosus*) mit dem auffälligen Lackglanz, der zur Blütenmitte hin von einer matteren Zone abgelöst wird. (Foto: R. JUNKER)



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-