

Bittersüße Evolution

Zusammenfassung: Bittersüßer Nachtschatten und Tomate sprengen das allgemein bei Stammbaumrekonstruktionen angewandte Prinzip des „evolutiven Geizes“. Demnach sollten gleichartige Strukturen, hier die Staubblatt-Formation dieser eng verwandten Arten, in der Evolution nur einmal entstanden (homolog) sein. GLOVER et al. (2004) zeigen jedoch in einer neuen Studie, daß man eine zweifache evolutive Entstehung derselben Staubblatt-Struktur, also Konvergenz, annehmen muß.

Staubblatt-Formation bei Nachtschattengewächsen.

In der Gattung *Solanum* (Nachtschatten) gibt es eine spezielle Anordnung von Staubblättern, die Pfefferstreuer genannt wird. Die sechs einzelnen Staubblätter sind aneinander gelagert und miteinander verbunden (Abb. 1). An der Spitze jedes Staubblatts befindet sich eine kleine Öffnung. Die ganze Struktur erinnert dadurch an einen Pfefferstreuer. Sie ermöglicht eine effektive Übertragung von Pollen auf Bienen oder Hummeln, die andere Blüten damit bestäuben. Beim „Pfefferstreuer“ wird der Pollen konzentriert an einer Stelle der Staubblatt-Formation ausgeschüttet und landet damit vorzugsweise auf dem Hinterleib der pollensammelnden Biene. Bei losen, einzelnen Staubblättern kann Pollen verlorengehen, die Pflanze streut „daneben“ (Abb. 2). Deswegen wird die letztere Anordnung als die evolutionsgemäß ursprünglichere gesehen, aus der heraus sich der „Pfefferstreuer“ wegen eines selektiven Vorteils entwickelt haben soll.

Kleben oder Kletten? Nach diesen Überlegungen sollten alle Staubblatt-Formationen des Pfefferstreuer-Typs innerhalb der *Solanum*-Arten homolog sein, d.h. nur einmal im Laufe der Evolution entstanden sein. Denn alle *Solanum*-Arten sind zweifellos miteinander verwandt.

Das Problem ist nun die keineswegs gleichartige Bildung der Pfefferstreuer zweier näher untersuchter *Solanum*-Arten: Der Bittersüße Nachtschatten (*Solanum dulcamara*) formt seinen Pfefferstreuer, indem er seine Staubblätter durch ein klebriges Sekret zusammenhält. Einen ganz anderen Weg geht die Wildtomate (*Solanum lycopersicum*), die statt eines Klebstoffs Härchen benutzt, die wie ein Klettverschluß wirken. Mit bloßem Auge betrachtet sehen beide Formationen gleich aus und funktionieren auch auf dieselbe Weise; untersucht man die Pfefferstreuer aber genauer, so sieht man den Unterschied: Kleben oder Kletten (Abb. 3).

GLOVER et al. (2004) haben experimentell untersucht, ob Kleb- oder Klettverschluß als unvereinbar zu bewerten sind. Bei der Tomate gibt es eine Mutante, durch welche die Ausbildung der Härchen auf den Staubblättern unterdrückt wird. Tatsächlich weist diese Mutante voneinander abstehende Staubblätter auf (Abb. 4). Hier sind also die ineinander greifenden Härchen zur Ausbildung des Pfefferstreuers absolut notwendig.

Umgekehrt hat man ein Gen (MIXTA) in den Bittersüßen Nachtschatten transferiert, dessen Staubblätter normalerweise durch eine Art Klebstoff zusammengehalten werden. Dieses zusätzliche Gen bewirkt, daß auf der sonst glatten Oberfläche der Staubblätter Härchen ausgebildet werden. Obwohl diese Haare denen der Tomaten ähnelten, wurde die Ausbildung des Pfefferstreuers verhindert. Die zusätzlichen Haare unterbinden



Abb. 1: Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*).

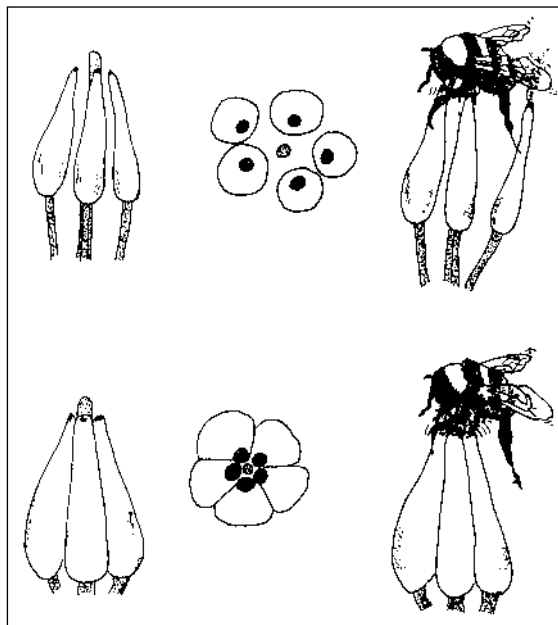


Abb. 2: Bestäubungsvorgang an losen (oben) und an miteinander verbundenen Staubblättern („Pfefferstreuer“, unten). (Nach GLOVER et al. 2004)

Abb. 3: Klettverschluss bei der Tomate mit ineinandergreifenden Haaren (oben) und Klebverschluss beim Bittersüßen Nachtschatten (unten). (Aus GLOVER et al. 2004)

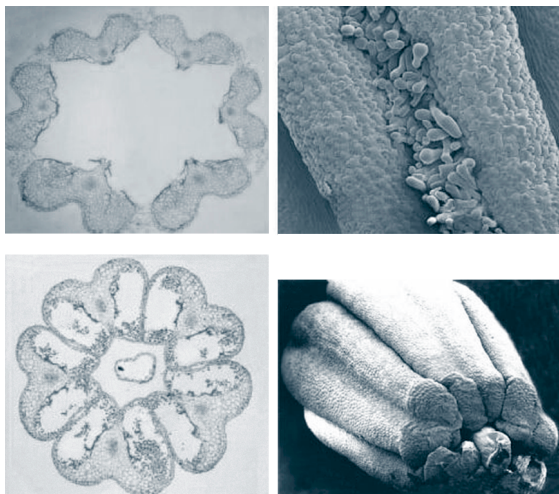


Abb. 4: Tomaten-Mutante ohne Härchen an den Staubblättern. (Aus GLOVER et al. (2004)



die Anheftung der Staubblätter untereinander und damit die Ausbildung des Pfefferstreuer durch den Klebstoff (Abb. 5). GLOVER et al. (2004) folgern, daß die *Solanum*-Pfefferstreuer entweder durch Klett- oder durch Klebverbindung entstehen, aber beide Varianten einander ausschließen.

Zweimal entstanden? Evolutionstheoretisch gesehen bedeutet dies aber, daß die zwei unterschiedlichen Staubblatt-Formationen nicht auseinander hervorgegangen sein können: Möglich wäre, daß die Pfefferstreuer-Konstruktion in dem Vorfahren der Gattung *Solanum* schon vorhanden war und dort durch Klebstoff verursacht wird. Die Verwendung von Härchen evolvierte später, wobei die betroffenen Arten gleichzeitig die Fähigkeit verloren, Pfefferstreuer mit Klebstoff auszubilden. Der Mutationsversuch beim Bittersüßen Nachtschatten zeigt aber, daß das Hinzufügen eines zweiten Verschluss-Mechanismus zum bereits funktionierenden die Staubbeutel auseinanderfallen läßt. Der umgekehrte Weg ist genausowenig gangbar, nämlich daß der Klettverschluss ursprünglich sei und die Klebe-Variante später entwickelt wurde. Ein weiterer, zusätzlich zum vorhandenen und funktionierenden Verschluss bringt zum Zweck einer effektiven Pollenausschüttung keinen Selektionsvorteil – im Gegenteil!

Aufgrund ihrer Daten folgern GLOVER et al. (2004), daß die Pfefferstreuer-Varianten wenigstens zweimal innerhalb der Gattung *Solanum* evolvierten. Die vorausgesetzte Evolution hat also dasselbe Ziel auf zwei unterschiedlichen Wegen

erreicht. Dieser Befund widerspricht dem Prinzip des „evolutiven Geizes“. Unterstützt wird diese Annahme durch die geographisch unterschiedliche Herkunft: Tomaten und andere Klettverschluss-Arten stammen aus Amerika, Bittersüßer Nachtschatten und seine Verwandten aus Europa. *Solanum*-Arten mit losen Staubblättern werden als Vorfahren beider Pfefferstreuer-Konstruktionen angesehen, denn sie kommen in beiden Verbreitungsgebieten vor.

Das übliche Vorgehen von Evolutionsbiologen, gemeinsame Eigenschaften bei verwandten Arten auf einen gemeinsamen Ursprung zurückzuführen, schlägt hier fehl. Erst eine Überprüfung des zugrundeliegenden genetischen Mechanismus enthüllt, ob Ähnlichkeiten in der äußeren Form auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückzuführen (homolog) oder unabhängig voneinander auf verschiedenen Wegen (konvergent) entstanden sind. Die Konvergenz zwischen Tomate und Bittersüßem Nachtschatten wurde früher nicht bemerkt, weil die Analyse von Ähnlichkeiten normalerweise mit einem „evolutionären Geiz“ rechnet. Das heißt, in einer Stammesgeschichte ist eine möglichst geringe Anzahl von Konvergenzen anzunehmen. Denn jedes Ereignis, bei dem etwas Neues erklärt werden muß, senkt die Wahrscheinlichkeit für dessen Entstehung.

Evolution? Das häufige Auftreten von Konvergenzen bedeutet für Evolutionstheoretiker aus den oben genannten Gründen ein Problem. Ein Kommentator schreibt deshalb zu den Studien von GLOVER et al. (2004): „Das Potential des Lebens, komplexe Strukturen zu erfinden, mag mehr als einmal die Systematiker plagen, die sich auf zuverlässige Merkmale stützen müssen, um die Verwandtschaft von Lebewesen zu rekonstruieren. Doch es wird jeden erfreuen, der die innovative Kraft der Natur bewundert“ (THEISSEN 2004; Übersetzung vom Verfasser). Ähnliches schreibt PAULUS in seinem Brief an die Römer: „Gott ist zwar unsichtbar, doch an seinen Werken, der Schöpfung, haben die Menschen seit jeher seine göttliche Macht und Größe sehen und erfahren können.“

Anita Günther

Literatur

- GLOVER BJ, BUNNEWELL S & MARTIN C (2004) Convergent evolution within the genus *Solanum*: the specialised anther cone develops through alternative pathways. *Gene* 331, 1-7.
 PAULUS (O.J.) Der Brief des Paulus an die Christen in Rom. Hoffnung für alle. Die Bibel. Brunnen Gießen 1996, S. 246-274.
 THEISSEN G (2004) Bittersweet evolution. *Nature* 428, 813.