

## Coevolution: Blumenformen und Bestäuber



Biene an den Blüten eines Salbeis.

*Definition Blüte:* Die Blüte ist das gestauchte Ende eines Sprosses, dessen Blattorgane direkt oder indirekt im Dienst der Fortpflanzung stehen.

*Definition Blume:* Die Blume ist die funktionelle Einheit bei der Bestäubung. Sie kann aus einer Einzelblüte oder aus einem Blütenstand bestehen.

### Biotische – abiotische Bestäubung

Man unterscheidet zwischen abiotischer und biotischer Bestäubung. Bei der biotischen Bestäubung übertragen Lebewesen, tierische Organismen den Pollen. Die abiotische Bestäubung erfolgt nicht über Lebewesen, sondern mit Hilfe von Wind und Wasser.

### Biotische Bestäubung

Der Begriff „Biotische Bestäubung“ kann sehr schön dem der „Abiotischen Bestäubung“ gegenübergestellt werden. Genauer ist jedoch die Bezeichnung Zoophilie – Freundschaft mit Tieren – . Diese Freundschaft zwischen Pflanzen und Tieren basiert auf Leistungen von beiden Seiten. Nur so konnte sie zu einem Faktor der Evolution werden: die Pflanzen paßten sich den tierischen Bestäubern an und die Tiere den zu bestäubenden Pflanzen. Es kam zur Coevolution, deren faszinierende Phänomene wir heute beobachten können.

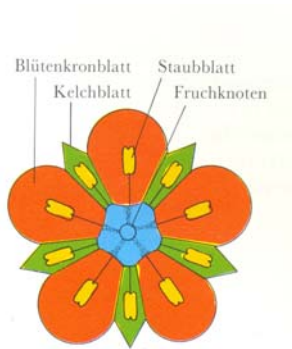
Welche Freundschaftsdienste leisten die Tiere, welche die Pflanzen? Die Tiere übertragen den Pollen, die Pflanzen nutzen dabei die Beweglichkeit der Tiere. Die Pflanzen ihrerseits können den Tieren nahezu alles bieten, was sie benötigen z.B. Unterkunft usw.. Am wichtigsten bleibt jedoch die Nahrung.

### Was hat die Blüte als Nahrung zu bieten?

Pollen, Nektar und vielfach auch fette Öle.

### Welchen Vorteil hat die Produktion von Nektar?

Der Einsatz von Nektar hat zwei Vorteile: Zum einen dient er bei getrenntgeschlechtlichen Blüten als Lockstoff der weiblichen Blüten. Welche Veranlassung hätte ein Bestäuber sonst eine weibliche Blüte (fehlender Pollen!) anzufliegen? So würde die



Bau einer Blüte in Aufsicht.

Bestäubung der Narben unterbleiben. Für die Pflanze ist die zwittrige Blüte der Ausweg. Denn dann bietet jede Blüte den Pollen feil und lockt so Bestäuber an. Zum zweiten erschließt man sich mit ihm einen neuen Bestäuberkreis, der alle Formen mit leckend-saugenden Mundwerkzeugen umfasst, die Pollen nicht verwenden können.

Die Pflanze hat also im wesentlichen zwei Möglichkeiten: einmal zwittrige Blüten und zum anderen eingeschlechtliche Blüten mit einer Attraktion in den weiblichen Blüten. Aber warum sollte man diese beiden Möglichkeiten alternativ nebeneinander stehen lassen? Sie zu kombinieren würde eine doppelte Absicherung der Bestäubung bedeuten und eben das ist in der Natur realisiert. Die typische Tierblüte ist zwittrig und produziert außerdem noch Nektar oder andere für die Tiere attraktive Substanzen.

### Das Angebot der Blüten – Nektar

Der Nektar wird von besonderen Drüsengeweben ausgeschieden. Florale Nektarien können sich an allen Blütenorganen befinden. Die betreffenden Organe können dabei als Ganzes oder auch nur teilweise zu Nektardrüsen umfunktioniert werden.

Charakteristisch für Nektar ist der hohe Zuckergehalt. Die drei wichtigsten Zucker im Nektar sind: Saccharose, Fructose und Glucose. Die Zuckerkonzentration liegt im allgemeinen bei 25 bis 75%. Diese Werte können aber in Extremfällen auch über- bzw. unterschritten werden. Auch die abgegebenen Nektarmengen können stark variieren.



Längsschnitt durch die Blüte des Feuersalbeis (*Salvia splendens*).

Wie kommt es zu diesen Unterschieden in den Zuckerkonzentrationen und Nektarmengen?

### Die verschiedenen Bestäuber

Es liegt natürlich nahe, die Ursachen für diese Unterschiede bei den verschiedenen Bestäubern zu suchen. Verschiedene Bestäuber haben unterschiedliche Präferenzen, was die Nektarzusammensetzung, -konzentration und -mengen angeht. Zudem gibt es natürlich blütenmorphologische Anpassungen an



Die Biene sammelt Nektar...



...für ihre eigene Ernährung  
und die der Larven. (Foto:  
Kastberger)

bestimmte Bestäubergruppen und hier kommen nun Farbgebungen, Gestalttypen und morphologische Besonderheiten zum Tragen. Die typischen Merkmalsmuster sind Ausdruck einer Wechselbeziehung, einer ökologischen Beziehung zwischen Blumen und Bestäubern. Man spricht auch von ökologischen Blumentypen. Ökologische Blumentypen sind beispielsweise: Käfer-, Fledermaus-, Wespen-, Fliegen-, Nachtfalter- und Tagfalterblumen. Zwei artenreiche Gruppen von ökologischen Blumentypen sollen hier näher vorgestellt werden:

1. Bienenblumen
2. Vogelblumen

### **Bienenblumen**

Unter Bienen werden hier die Bienenartigen (Apoideae) verstanden. Zu ihnen gehören z.B. die Bienen, Hummeln, Prachtbienen, Sandbienen oder auch Schmalbienen. Das Spektrum ist damit sehr weit. Das gilt auch für die Größe und die blütenmorphologisch sehr wichtige Länge des leckend-saugenden Rüssels. Unter den einheimischen Immen weist die Maskenbiene nur 1 mm und auch die Honigbiene nicht mehr als 6 mm Rüssellänge auf. Den Längenrekord halten Hummeln, bei denen die Weibchen der Gartenhummele 22 mm Rüssellänge erreichen. So unterschiedlich können natürlich auch die Aktivitätsphasen, das Sozialgefüge und der Nahrungsbedarf sein, was sich genauso unmittelbar auf die Blume auswirken kann, z.B. auf die produzierte Nektarmenge oder die Blütenmorphologie.

Schmetterlingsblütler wie die Edelwicke (*Lathyrus odoratus*) bieten auf dem Schiffchen der Blüte eine Landefläche, Pollen und Narbe gelangen bei genügend schweren Tieren von unten an den Hinterleib. Das Löwenmaul (*Antirrhinum*) hat eine maskierte Blüte: nur wer kräftig genug ist, kann sie öffnen und eindringen, wer zu groß ist, bleibt stecken.

Da Bienen im Violettbereich besonders gut sehen, reflektieren Bienenblumen UV und sind auch sonst meist purpurn (rot mit Blauanteil) bis violett gefärbt. Auch Gelb ist sehr attraktiv.

### Vogelblumen

Vogelblumen sind in den Tropen und Subtropen konzentriert. Vögel sind ganz auf ihren Gesichtssinn ausgerichtet. Sie wollen kontrastreiche, knallige, möglichst reine Farben. Blau und Rot sind die Farben, die sie am besten sehen. Vogelblumen sind meist rot (bis orange oder knallig rosa), da Blau auch Bienen anlocken würde. In der Art der Nahrungsaufnahme unterscheiden sich die verschiedenen nektarfressenden Vögel. Auf dem amerikanischen Doppelkontinent sind es vorwiegend Kolibris. Wie Nachtfalter stehen sie vor der Blüte in der Luft. Sie besuchen daher vorwiegend seitlich abspreizende Blüten und wollen von Kronröhren gezielt zum Nektar geführt werden.

In Afrika setzen sich Nektarvögel auf die Pflanzen. Sie brauchen Halt am Blütenstand und hängen so oft kopfüber an Aloe oder Fackellilie (*Kniphofia*), um ihren gebogenen Schnabel von unten in die hängenden Blüten einzuführen.

Weniger spezialisierte Vögel aber sind nicht so akrobatisch. Sie wollen was handfestes: Zweige, auf denen sitzend sie problemlos an die Blüten kommen, oder steife Blätter, die aus dem Blütenstand ragen, wie beim Löwenohr (*Leonitis leonurus*), einer schönen Kübelpflanze.



Ein Kolibri an Blüten von *Centropogon*.

### Schülerexperiment

Es werden verschiedene Vertreter der Lamiaceen (Lippenblütler) vorgestellt, anhand derer coevolutive Mechanismen – Blüte-Bestäuber – nachvollzogen werden. Die SchülerInnen untersuchen vergleichend Nektarmengen und -konzentrationen sowie blütenmorphologische Ausprägungen. Sie erarbeiten, in welchem Zusammenhang die unterschiedlichen Meßwerte und Beobachtungen mit dem Bestäuber der untersuchten Art stehen.



Blütengrundriß eines Lippenblütlers (Lamiaceae), *Lamium*.

### Versuchsablauf

Die SchülerInnen bekommen in Zweiergruppen 2-4 Salvia-Arten für ihre Untersuchungen.

Ein Teil des Versuchs beinhaltet die Präparation der Blüten, die mit Hilfe von Binokularen vergrößert betrachtet werden können. Es sollen von jeder Zweiergruppe mindestens zwei Zeichnungen angefertigt werden und die einzelnen Blütenorgane beschriftet werden.

Der andere Teil des Versuchs beinhaltet die Nektarmessungen. Die SchülerInnen bekommen für die Messung Einmal-Kapillarpipetten und ein Universal-Refraktometer mit sehr breiter Skala zur Präzisionsbestimmung des Zuckergehaltes zur Verfügung gestellt. Die Kapillarpipetten dienen zum einen dem Nektargewinn, zum anderen der Messung der Nektarmenge. Die SchülerInnen sollen pro Art min. 10 Messungen durchführen und jeweils den Mittelwert bilden. Diese Ergebnisse werden dann miteinander verglichen.



Universal-Refraktometer

(Foto: Neolab)

### Auswertung

Die SchülerInnen sollen anhand ihrer Ergebnisse begründete Hypothesen zum ökologischen Blumentyp (Vogel- oder Bienenblume) der von ihnen untersuchten Arten formulieren und folgende Fragen beantworten:

- Wie funktioniert in den einzelnen Fällen die Bestäubung?
- Wie kommen die Unterschiede in Nektarmengen und -konzentrationen zustande? Welche Bedeutung hat dies für den Bestäuber?

Hierfür steht ihnen die entsprechende Literatur und die Möglichkeit zur Diskussion mit den betreuenden StudentInnen zur Verfügung.



Einmal-Kapillarpipetten

(Foto: Roth)

### Diskussion

Zusätzlich können folgende Fragen (je nach verbleibender Zeit) anhand eines Stammbaums der Samenpflanzen diskutiert werden:

- Sind abiotische und biotische Bestäubung im Laufe der Evolution jeweils einmal oder mehrmals unabhängig entstanden?

- Was sind die Voraussetzungen für Windbestäubung? Beispiel!
- Was sind die Vorteile von Zoophilie? Unter welchen Voraussetzungen, in welchen Lebensräumen ist Zoophilie günstiger als Anemophilie (Windbestäubung)?
- Handelt es sich bei den ökologischen Blumentypen um Gruppen mit einem nur ihnen gemeinsamen Vorfahren, d.h. sind diese Gruppierungen monophyletisch?

**Was die SchülerInnen bereits kennen sollten**

- Grundlagen der Blütenmorphologie, Funktion der einzelnen Organe
- Unterschied Blüte - Blume
- Unterschiede eingeschlechtliche/zweigeschlechtliche Blüten
- Warum ist Fremdbestäubung wünschenswert?

**Was die SchülerInnen mitbringen sollten**

Taschenrechner, Bleistift, Radiergummi, Anspitzer, Lineal, weißes Papier

**Empfohlene Literatur und Quellennachweis**

Heß D. (1990): Die Blüte. Eine Einführung in die Struktur und Funktion, Ökologie und Evolution der Blüten. Mit Anleitungen zu einfachen Versuchen. 2. Aufl. Stuttgart. Ulmer.

Soweit nicht anders gekennzeichnet sind alle Abbildungen aus diesem Buch entnommen.

**Kontakt:**

Nadine Mohr  
FU Berlin  
Institut für Biologie/Zoologie  
AG Evolutionsbiologie  
Königin-Luise-Str. 1-3  
14195 Berlin  
Email: [Nwoyda@zedat.fu-berlin.de](mailto:Nwoyda@zedat.fu-berlin.de)

Dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit mit Markus Ackermann  
(Institut f. Biologie/Systematische Botanik und  
Pflanzengeographie, FU Berlin) konzipiert.

