

**N B B**

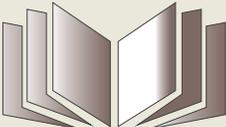
die neue  
brehm  
bücherei

Michael Schwerdtfeger  
Hans-Joachim Flügel

# Blütenökologie

Band 2: Sexualität und Partnerwahl im Pflanzenreich



  
VerlagsKG Wolf

# Blütenökologie

## **Band 2: Sexualität und Partnerwahl im Pflanzenreich**

**Michael Schwerdtfeger**

**Hans-Joachim Flügel**

Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 43/2  
VerlagsKG Wolf · 2015



VerlagsKG Wolf

mit 334 Farbfotos, 23 Grafiken und 4 Tabellen

**Titelbild:** Königin der Nacht, *Selenicereus grandiflorus*.

Foto: MICHAEL SCHWERDTFEGER.

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere die der fotomechanischen Vervielfältigung oder Übernahme in elektronische Medien, auch auszugsweise.

© 2015 VerlagsKG Wolf · Magdeburg · [www.vkgw.de](http://www.vkgw.de)

ISSN: 0138-1423

ISBN: 978-3-89432-265-6

Lektorat: Dr. Günther Wannemacher · [www.lektorat-wannemacher.de](http://www.lektorat-wannemacher.de)

Satz und Layout: ISM Satz- und Reprstudio GmbH

Herstellung: Westarp & Partner Digitaldruck. Printed in Serbia.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>Danksagung</b>	<b>8</b>
<b>1 Sexualität bei Pflanzen</b>	<b>13</b>
1.1 Ein geschichtlicher Rückblick: Haben Pflanzen Sex?	13
1.2 Auf der sicheren Seite – ungeschlechtliche Fortpflanzung	16
1.3 Nützlicher Sex – vom Vorteil der Geschlechtlichkeit	19
1.4 Geschlechtlichkeit – genetisch betrachtet	21
1.5 Von der Alge zur Eiche – Geschlechtlichkeit im Pflanzenreich	24
1.5.1 Algen	25
1.5.2 Moose	27
1.5.3 Farnpflanzen	29
1.5.4 Samenpflanzen	34
<b>2 Was ist eine Blüte?</b>	<b>37</b>
2.1 Definitionen	37
2.2 Die Blattorgane der Blüte	39
2.2.1 Staubblätter	39
2.2.2 Fruchtblätter	44
2.2.3 Blütenhüllblätter	48
2.3 Eingeschlechtliche und sterile Blüten	51
2.3.1 Eingeschlechtliche Blüten und Geschlechterverteilung	52
2.3.2 Sterile Blüten	57

---

2.4	Farbwechsel der Blüten	58
2.5	Blütenbewegungen	63
2.6	Überproduktion von Blüten	65
2.7	Das Altern von Blüten	66
<b>3</b>	<b>Blütengenetik – Fremdbestäubung und Selbstbestäubung</b>	<b>69</b>
3.1	Herkogamie und Dichogamie	69
3.2	Selbstinkompatibilität	71
3.3	Heterostylie	74
3.4	Enantiostylie	76
3.5	Das Blumenballett	78
<b>4</b>	<b>»Nektar und Ambrosia« – Angebote in Blüten</b>	<b>81</b>
4.1	Pollen	81
4.2	Nektar	88
4.3	Öl	98
4.4	Parfüm	101
4.5	Harz	106
4.6	Wachs	108
4.7	Pseudopollen und Futtergewebe	108
4.8	Wärme	110
4.9	Rauschmittel	114
4.10	Nicht konsumierbare Lockmittel	115
4.10.1	Blütenfarbe	116
4.10.2	Ultraschall	120
4.10.3	Duft	121
4.10.4	Form	123

---

<b>5</b>	<b>Blütenökologische Systeme – Bauplan, Gestalttyp und Stil</b>	<b>125</b>
5.1	Der Bauplan der Blüten	126
5.2	Gestalttypen	131
5.2.1	Scheiben- und Schalenblumen	132
5.2.2	Trichterblumen	134
5.2.3	Glockenblumen	136
5.2.4	Stieltellerblumen	139
5.2.5	Röhrenblumen	142
5.2.6	Bürsten- und Pinselblumen	142
5.2.7	Zygomorphe Blumen: Lippen-, Rachen- und Fahnenblumen	146
5.2.8	Köpfchenblumen	154
5.3	Blütenökologische Stiltypen	160
5.3.1	Bienenblumen (Melittophile)	162
5.3.2	Tagfalterblumen (Psychophile)	164
5.3.3	Nachtfalterblumen (Sphingophile)	166
5.3.4	Vogelblumen	172
5.3.5	Fledermausblumen	180
5.3.6	Käferblumen	184
5.3.7	Fliegenblumen	187
5.3.8	... und was übrig bleibt: Blüten für unspezialisierte Besucher	192
<b>6</b>	<b>Die unfeinen Seiten der Bestäubung – Betrug und Täuschung</b>	<b>195</b>
6.1	Nektar- und Pollentäuschblumen	195
6.2	Brutsubstrattäuschblumen	199
6.2.1	Fliegentäuschblumen	199

---

6.2.2	Pilzmückentäuschblumen	210
6.2.3	Käfertäuschblumen	214
6.3	Sexualtäuschblumen	216
6.4	Beute- und Alarmtäuschblumen	218
<b>7</b>	<b>Eine Welt für sich: Orchideen</b>	<b>223</b>
7.1	Bau und Orientierung der Orchideenblüte	224
7.2	Pollen, Pollinien und Pollinarien	226
7.3	Blütenökologische Stiltypen bei Orchideen	230
<b>8</b>	<b>Abiotische Bestäubung: Wasser und Wind</b>	<b>245</b>
8.1	Wasserblütigkeit (Hydrogamie)	246
8.2	Windblütigkeit (Anemogamie)	247
8.2.1	Charakteristische windblütige Pflanzengruppen	251
8.2.2	Die Entwicklung der Windblütigkeit	256
<b>9</b>	<b>Literatur</b>	<b>260</b>
<b>10</b>	<b>Register</b>	<b>268</b>

## 2 Was ist eine Blüte?

### 2.1 Definitionen

Die für den Laien vielleicht nächstliegende Definition einer Blüte wäre wohl: »Die Blüte ist die auffällige, bunte Struktur an der Pflanze, die mit Farbe und Duft Bestäuber anlockt.« Auf den ersten Blick treffend, würde diese Definition aber die unscheinbaren Blüten von windbestäubten oder selbstbestäubten Pflanzen ausschließen und andererseits die bunten Köpfchen der Korbblütler als Blüten begreifen, obwohl sie, wie wir sehen werden, ganze Blütenstände darstellen.

Man könnte also vielleicht besser sagen: »Die Blüte ist der Teil der Pflanze, in dem die Samen gebildet werden.« Diese Definition würde immerhin, statt sich auf die Optik zu beschränken, die Funktion der Blüte für die geschlechtliche Fortpflanzung berücksichtigen. Was ist aber dann mit den männlichen Blüten, die Staubblätter, aber keine Fruchtblätter haben und daher zwar Pollen produzieren, aber keinen empfangen und auch keine Samen bilden?

Auch wenn sie sehr sperrig und akademisch klingt, ist die folgende Definition die umfassendste: »Die Blüte ist ein Spross mit begrenztem Wachstum, der spezialisierte Blattorgane trägt, die die Geschlechtsprodukte bilden.« Oder, um uns wieder des Vokabulars aus dem vorangegangenen Kapitel zu bedienen: Die Blüte ist ein Sporophyllstand. Aber wir werden diese trockenen Formulierungen mit Leben füllen.

Wir haben in Kapitel 1 gesehen, dass die Pollen den Mikrosporen und die Embryosack-Mutterzelle der Megaspore der Farnpflanzen entsprechen. Die Blattorgane, die sie produzieren, sind die Mikrosporophylle bzw. Megasporophylle, die wir bei den Samenpflanzen als Staubblätter bzw. Fruchtblätter bezeichnen. Aber erklären wir damit nicht jeden mit Sporophyllen besetzten Spross, auch bei den Farnpflanzen, automatisch zur Blüte? Wichtig sind hier die Formulierungen: »Spross *mit begrenztem Wachstum*« bzw. *Sporophyllstand*. Bei den Blüten trägt die Sprossachse nicht abwechselnd Sporophylle und dann wieder normale Laubblätter (Trophophylle). Vielmehr stellt die Blütenachse nach Ausbildung von Staubblättern

und Fruchtblättern ihr Wachstum ein, sodass in jeder Blüte endständig die Fruchtblätter bzw. der Fruchtknoten stehen. Nur ausnahmsweise und als Folge eines regulatorischen Fehlers setzt der Vegetationspunkt der Blüte sein Wachstum fort; ein solches seltenes Kuriosum war die »durchwachsende Rose«, die GOETHE so faszinierte (Abb. 13).



**Abb. 13:** Die »durchwachsende Rose« nach einer Zeichnung von GOETHE.

Normalerweise stellt der Vegetationspunkt der Blüte nach der Ausbildung von Staubblättern und Fruchtblättern sein Wachstum ein; ein solcher seltener Ausnahmefall einer »durchwachsenden« Blüte hat GOETHE für seine Studien zur Metamorphose der Pflanzen sehr fasziniert.

Wenn die Blüte ein Sporophyllstand ist, dann hätten ja streng genommen auch die Bärlappe Blüten, denn auch bei ihnen stehen die Sporophylle am Ende eines Sprosses, der danach sein Wachstum einstellt. Aber das ist natürlich eine Spitzfindigkeit; nach allen sonstigen Kriterien gehören die Bärlappe selbstver-

ständiglich nicht zu den Blütenpflanzen, sondern zu den Farnverwandten.

Und die »spezialisierten Blattoorgane«, die Sporophylle (von griechisch »phýllon = Blatt«)? Bei den Blütenblättern mag es noch angehen, aber was haben Staubbeutel und Fruchtknoten mit Blättern zu tun?

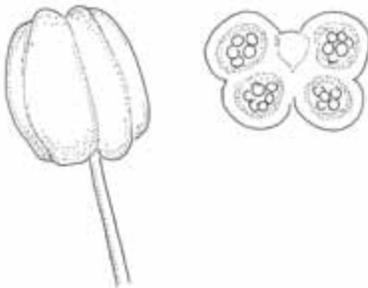
Nun, schon GOETHE erkannte, dass die Blütenorgane modifizierte Blätter sein müssen (GOETHE 1790). Inzwischen wissen wir, dass die Blütenbildung durch diverse Gene ausgelöst und reguliert wird. Nachdem durch entsprechende Gene (Heterochroniegene) das Meristem vom vegetativen in ein generatives Meristem umgewandelt wurde, treten nacheinander verschiedene weitere Gene in Aktion. Die Symmetriegenen legen die Struktur und Symmetrieebene der Blüten fest. Die Blütenidentitätsgene sorgen für das richtige Timing, sodass Langtagpflanzen erst ab einer bestimmten Tageslänge zu blühen beginnen. Dann werden die Blütenorgane festgelegt durch die Organidentitätsgene (PURVES et al. 2006, Wikipedia 2014c). Hier ist ein Modell entwickelt worden, das zuerst als ABC-Modell beschrieben wurde. Verschiedene Unzulänglichkeiten und neuere Erkenntnisse führten zur Erweiterung in das ABCDE-Modell, das allerdings immer noch nicht für eine vollständige, befriedigende Erklärung aller Blühphänomene genügt (LEINS & ERBAR 2008, THEISSEN & MEL-

ZER 2007). So ist die scharfe Trennung in Blüten-, Staub- und Fruchtblätter bei den ursprünglichen Blütenpflanzen noch nicht voll ausgeprägt: Beispielsweise gibt es bei Seerosen Übergänge zwischen Blüten- und Staubblättern. Und während bei den ursprünglichen Blütenpflanzen fast alle Blüten zwittrig und vorweiblich (proterogyn) sind, gibt es bei den höheren Mono- und Dicotylen sehr viel differenziertere Ausprägungen (ENDRESS 2010).

## 2.2 Die Blattorgane der Blüte

### 2.2.1 Staubblätter

Die Staubblätter (Stamina, Einzahl Stamen) produzieren die Pollenkörner (Mikrosporen) und entsprechen daher den Mikrosporophyllen. Bei den meisten modernen Blütenpflanzen lassen sie jedoch wenig Blattartiges erkennen, sondern zeigen in der Regel den typischen Aufbau aus Staubfaden (Filament) und Staubbeutel (Anthere, Abb. 14). Zum Verständnis der Blattnatur der Staubblätter, deren Gesamtheit man als Androeceum (griechisch »Männerhaus«) bezeichnet, hilft der Blick in die Blüte einer Seerose (*Nymphaea*). Sowohl Blütenhüllblätter wie Staubblätter liegen hier in großer Zahl vor, und wir finden, von außen nach innen, einen fließenden Übergang von Blütenhüllblättern zu Staubblättern (Abb. 15). Die äußersten Blätter sind die größten, nach innen werden sie immer kleiner und schmaler, tragen schließlich an ihren Rändern schmale Antheren, und endlich ist der weiße, blattartige Teil zum Staubfaden, sind die pollenproduzierenden Ränder zum Staubbeutel geworden. Auch bei der Blüte des Blumenrohrs (*Canna*, Abb. 16), auf den im Übrigen sehr komplizierten Blütenbau sei hier nicht eingegangen), sind einige Staubblätter »petaloid«, also blütenblattartig ausgebildet oder gar zur Hälfte Blütenblatt, zur Hälfte Staubblatt. Und bei *Calothamnus rupestris* ist der Grund der Staubfäden wieder blattartig verbreitert, außerdem leuchtend rot gefärbt und übernimmt so die Rolle der Blütenblätter (Abb. 17). Ähnlich bei den Ingwergewächsen (Zingibe-



**Abb. 14:** Der Staubfaden (Filament) setzt sich in den Staubbeutel (Anthere) fort; dieser trägt an einem sterilen Konnektiv beidseitig je eine Theke, die wiederum aus je zwei Pollensäcken besteht. Im Querschnitt ergibt sich daraus eine oft schmetterlingsförmige Struktur. Die Pollensäcke entsprechen den Mikrosporangien (Kap. 1.5.4); in ihnen entstehen aus einem diploiden Pollenmuttergewebe durch Meiose die haploiden Sporen = Pollenkörner).

raceae): Hier ist von den ursprünglich sechs Staubblättern nur eines voll entwickelt. Die übrigen sind teilweise reduziert, teilweise umgewandelt zu blütenblattähnlichen Gebilden und locken so die Besucher an.

Der Staubfaden (Filament) setzt sich in den Staubbeutel (Anthere) fort; dieser trägt an einem sterilen Konnektiv beidseitig je eine Theke, die wiederum aus je zwei Pollensäcken besteht. Im Querschnitt ergibt sich daraus eine oft schmetterlingsförmige Struktur. Die Pollensäcke entsprechen den Mikrosporangien (Kap. 1.5.4); in ihnen entstehen aus einem diploiden Pollenmuttergewebe durch Meiose die haploiden Sporen = Pollenkörner).

Wie nahe Blütenblätter und Staubblätter entwicklungsgeschichtlich und genetisch beieinander liegen, beweisen vor allem die gefüllten Blüten, die der Mensch besonders liebt und die in den Gärten eine so große Rolle spielen. Es handelt sich grundsätzlich um Mutationen, bei denen »versehentlich« einige oder alle Staubblätter als Blütenblätter ausgebildet sind. Aus Sicht der Pflanze sind diese Mutationen nichts als Behinderungen, die die normale Funktion der Blüte, nämlich Pollen abzugeben und zu empfangen, unmöglich machen. Der Mensch jedoch liebt die gefüllten Blumen seit Tausenden von Jahren, und so wurden seit dem klassischen Altertum wie auch – Tausende von Kilometern weiter östlich – seit den ältesten Dynastien in China gefüllte Ranunkeln, Nelken, Rosen, Kirschen und Paeonien, wann immer sie als Laune der Natur auftraten, weiter vermehrt und als gefüllte Gartensorten eingeführt. Heute existieren bei zahllosen Gattungen von Wild- und Gartenpflanzen gefüllte Sorten (Abb. 18, 19), wobei man über deren Schönheit und Attraktivität geteilter Meinung sein kann. Für den Freund duftender Blumen mag ein voll gefülltes Maiglöckchen oder eine gefüllte Rose eine Steigerung darstellen, da hier die Blütenblätter den Duft produzieren und dieser bei mehr Blüten-

**Abb. 15:** *Nymphaea colorata* (Nymphaeaceae).

Die erdgeschichtlich alten Seerosengewächse zeigen einen »archaischen Blütenbau«: Die vielen Blütenhüllblätter und Staubblätter sind spiralig gestellt, und die äußeren Staubblätter zeigen teilweise blattartig verbreiterte (»petaloide«) Staubfäden.

**Abb. 16:** Bei der kompliziert gebauten, asymmetrischen Blüte von *Canna indica* (Cannaceae, hier eine Gartenform) beruht die optische Wirkung auf den »petaloiden« (kronblattartigen) Staubblättern. Nur eines der sechs Staubblätter trägt hier eine Anthere.

**Abb. 17:** Bei dem in Südwest-Australien endemischen Myrtengewächs *Calothamnus rupestris* ist der Grund der Staubfäden stark verbreitert und leuchtend rot gefärbt und übernimmt so die Rolle der Blütenblätter. Foto: TINA GASCH.

**Abb. 18:** Ein Zufallsfindling des Gelben Windröschens (*Anemone ranunculoides*): Einige Staubblattanlagen werden hier regelmäßig als zusätzliche Blütenhüllblätter ausgebildet, sodass statt der fünfblättrigen eine »halbgefüllte« Blüte mit zehn oder mehr Blütenhüllblättern resultiert.

**Abb. 19:** Gefüllte Blüten, bei denen sich die vielen Staubblattanlagen zu Kronblättern entwickeln. Stark gefüllte *Rosa-gallica*-Abkömmlinge sind als »*Rosa centifolia* (die »Hundertblättrige«) bekannt und für ihren starken Duft berühmt.



te, dass diese Sporne nicht Nektar, sondern Öl enthalten. Und passend zu der Blumengattung *Diascia* gibt es die Bienengattung *Rediviva*, die bei der Ölernte mit kurios verlängerten Vorderbeinen »beidhändig« in je einen der Ölsporne hineinfasst (Abb. 43d, VOGEL 1984).

Bei all den oben genannten Ölblumen findet sich in der Blüte kein Nektar. Die Larven der Ölbienen wachsen allein auf dem fetten Pollen-Öl-Kuchen heran, die erwachsenen Bienen jedoch müssen sich für ihren eigenen Energiebedarf an anderen Blüten mit Nektar versorgen. In dieser Hinsicht eine Ausnahme unter den Ölblumen stellen die Kürbisgewächse der Gattungen *Thladiantha* und *Momordica* dar. Nur bei ihnen findet sich in den Blüten zusätzlich zum Öl, freilich getrennt davon, auch Nektar, mit dem sich die ölsammelnden Bienen versorgen können. Die Gattung *Momordica* können wir in den Gewächshäusern botanischer Gärten sehen, wo sie aber nicht wegen ihrer kleinen Ölblüten, sondern wegen ihrer bunten Früchte gezo-gen werden, die auf den aufgesprungenen Klappen ihrer orangefarbenen Früchte leuchtend rote Samen präsentieren.

## 4.4 Parfüm

Dieses Anlockungsprinzip wurde, wie das Ölsammeln, ebenfalls erst in den letzten 50 Jahren aufgeklärt und verstanden. Auch hier wird kein Nektar geboten und dient kein Pollen dem Anlocken der Bestäuber, sondern mit Wasser nicht mischbare, ölige Substanzen. Allerdings mit dem Unterschied, dass wir es hier nicht mit »fetten Ölen« (bei Zimmertemperatur flüssig), sondern mit ätherischen Ölen zu tun haben, also leicht flüchtigen und stark duftenden Substanzen. Der zweite beachtenswerte Unterschied ist, dass hier ausschließlich die Männchen bestimmter Bienenarten in das Bestäubungsgeschehen eingebunden sind, während sich die dazugehörigen Weibchen überhaupt nicht für das Blütenparfüm als Sammelgut interessieren und daher niemals an den Blüten zu sehen sind.

Der Begriff »Parfümblume« beschreibt gut den Charakter der Duftstoffe: Es sind auch für unsere Nase stark riechende und über einige Entfernung als »Fahne« wahrnehmbare Gerüche, etwa nach Eukalyptus- oder »Teebaum«öl, Gewürznelken, Kümmel oder Vanille, nach kitschig-künstlichem »Bonbonaroma«, aber auch nach Mottenkugeln, und schließlich können selbst die schlimmen Stinkstoffe Indol und Skatol eine Rolle spielen (aber immerhin können diese interessanterweise als kaum wahrnehmbare Nuancen auch zur Abrundung selbst der teuersten menschlichen Parfüms zum Einsatz kommen). Chemisch gehören diese Substanzen den verschiedens-

ten Stoffgruppen an (Terpenoide, Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ketone, Aldehyde, Ester, Benzenoide). Auf der Blüte werden sie dabei nicht wie die üblichen Blütenduftstoffe gasförmig, sondern in Form kleinster, abwischbarer Tröpfchen freigesetzt.

Bestäuber der Parfümblumen sind ausschließlich die Männchen der Biengruppe der Prachtbienen (Euglossini, Bd. 1, S. 40), die es nur in den warmen Tieflagen des tropischen Mittel- und Südamerika gibt. Die Prachtbienen gehören zu den schönsten Insekten der Welt (Abb. 44a-d, 45c). Die *Euglossa*-Arten sind etwa so groß wie Honigbienen, die Vertreter der Gattungen *Eulaema* und *Euplusia* können die Größe von Hummeln und Holzbienen erreichen. Die Körper der Bienen sind weitgehend unbehaart und tragen die herrlichsten metallischen Schillerfarben: malachitgrün, stahlblau, rotviolett oder golden, sodass sie den Namen »Prachtbienen« wahrhaft zu Recht tragen. Der wissenschaftliche Name *Euglossa* (»wahre, echte Zunge«) bezieht sich übrigens nicht auf die prachtvollen Farben, sondern auf die enorme Länge des Saugrüssels. Dieses überkörperlange Organ befähigt die Tiere zum Saugen aus engen, tiefen Röhren, rollt sich jedoch nicht wie bei Schmetterlingen im Ruhezustand uhrfederartig zusammen. Stattdessen hängt es im Anflug grotesk herab oder ist unter dem Körper nach hinten umgeklappt, sodass die fliegende Biene wirkt wie eine auf einem Besen reitende Hexe.

In jedem einigermaßen intakten Lebensraum der feuchten amerikanischen Tropen ist es ein Leichtes, sozusagen »auf Bestellung« Prachtbienen zu sehen. Man braucht nur ein Fläschchen der bewährten Substanzen Cineol (Eukalyptusöl), Methylsalicylat (das Wintergreen-Aroma der Amerikaner, bei uns z.B. im Gurgelmittel Hexoral), Benzylacetat oder Eugenol (Nelkenöl) zu öffnen und einen einzigen Tropfen auf ein Blatt zu tropfen. Oft kaum fünf Minuten später steht man in einer hektisch summenden und brausenden Wolke von Prachtbienen. Stiche braucht man nicht zu befürchten, da man auf diese Weise ausschließlich Männchen anlockt. Die Reichweite der Duftfahnen kann einige Kilometer betragen, und in rasantem Flug fliegen die Bienenmännchen dem Duftgradienten entgegen, um das Duftöl einzusammeln.

Unter natürlichen Bedingungen sammeln die Tiere das Öl an bestimmten Parfümblumen vor allem aus der Familie der Orchideen sowie einiger weniger anderer Pflanzenfamilien. Die für die Tropen typischen hohen Artenzahlen bei geringen Populationsdichten bereiten den Tieren keine Schwierigkeiten: Zielgenau finden sie entlang der Duftfahnen auch einzelne Orchideen, die verstreut in den Baumkronen blühen. Das Öl wird mit wischenden Bewegungen der pinselartig behaarten Vorder- und Mittelfüße aufgewischt und in die Sammelbehälter an den Hinterbeinen verfrach-



**Abb. 44a-e:** Parfümblumen und Prachtbienen.

**a** *Stanhopea anfracta* (Orchidaceae, Ecuador) mit parfümsammelndem *Euglossa*-Männchen. Deutlich sind die auf dem Rücken angeklebten gelben, keulenförmigen Orchideen-Pollinarien zu erkennen. **b** Zwei *Euglossa*-Männchen an *Peristeria ephippium* (Orchidaceae, Ecuador). **c** *Euglossa deceptrix* an *Peristeria pendula* (Orchidaceae, Panama). **d** *Euglossa alleni* an *Spathiphyllum friedrichsthali* (Araceae, Costa Rica). **e** *Eulaema meriana* ist so groß wie eine Hummelkönigin; hier parfümsammelnd an *Gloxinia perennis* (Gesneriaceae, Peru). (Standortaufnahmen, Fotos: GÜNTER GERLACH).

tet. Diese erinnern in Größe und Position fast an die Pollenhöschen der Honigbienen und Hummeln, sind aber keine außen sitzenden Haarstrukturen (»Körbchen«; Bd. 1, S. 35), sondern tatsächlich hohle, aus Chitin bestehende »Parfümfläschchen«, wie sie zum Transport von Flüssigkeiten nötig sind.

Wozu brauchen die Bienenmännchen das Parfüm? Der naheliegende Schluss, dass die Duftstoffe zum Anlocken der Weibchen dienen, ist falsch und richtig zugleich: Die Weibchen interessieren sich ja offensichtlich gar nicht für die Duftstoffe; weder für die chemischen Reinsubstanzen aus der Flasche noch für die duftenden Blüten, an denen man ja nie Prachtbienenweibchen beobachtet. Dennoch steht fest, dass die Männchen mithilfe dieser Parfüms – teilweise in großen Versammlungen – ihre komplizierten Balzrituale vollführen, zu denen sich auch die Weibchen einstellen. Ob die Duftstoffe den Stoffwechsel der Männchen durchlaufen oder sonstwie durch die Tiere verändert oder bereichert werden, um erst dann für die Weibchen anziehend zu wirken, ist derzeit ein spannendes Feld blütenökologischer Forschung, wie sie z.B. von THOMAS ELTZ (Bochum) und GÜNTER GERLACH (München) betrieben wird (GERLACH & SCHILL 1991, KAISER 1993).

Bereits jetzt steht jedoch fest: Obwohl sich relativ viele Bienenarten mit den oben genannten »Standardsubstanzen« ködern lassen, stellen die natürlichen Duftstoffbukets jedoch komplexere, aus mehreren Substanzen zusammengesetzte Kompositionen dar, und die Spezialisierung geht oft so weit, dass das spezifische Parfüm einer Orchideenart nur eine einzige Art von Prachtbienen anlockt (RAMÍREZ et al. 2011). Und fest steht auch, dass diese Blütenparfüms im Fortpflanzungsritual dieser Bienen eine zentrale und unverzichtbare Rolle spielen, dass die Bienen sich beim Fehlen dieser Blüten weder an anderen Quellen versorgen noch auf andere Parfüms »umdisponieren« können und dass daher – dramatisch gesprochen – das Verschwinden ein paar einzelner Orchideen in den Baumkronen das Aussterben einer ganzen Prachtbienenpopulation zur Folge haben kann.

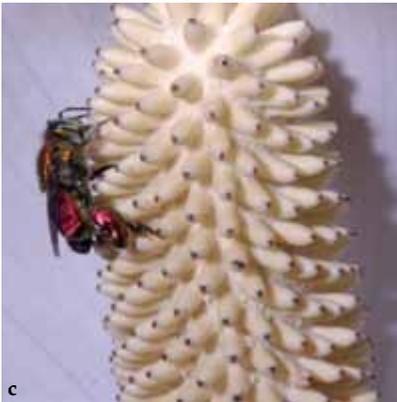
Prachtbienen und ihre Parfümblumen sind, wie beschrieben, in ihrer natürlichen Verbreitung auf die warmen Gebiete des tropischen Amerika beschränkt. In den Gewächshäusern unserer botanischen Gärten sind die Parfümblumen aber gut vertreten. Dabei stellen nur wenige Pflanzenfamilien Parfümblumen: Unter den Orchideen sind es vor allem die Gruppen der Stanhopeinae und Catasetinae, unter den Aronstabgewächsen *Spathiphyllum* und eine kleine Minderheit aus der Riesengattung *Anthurium* (SCHWERDTFEGER et al. 2002, Abb. 45a-c), ferner einige Vertreter der Gesneriaceae (Abb. 44d), unter den Nachtschattengewächsen die mit *Solanum* nahe verwandten Arten der Gattung *Cyphomandra* (»Baumtomaten«, Abb. 45d) und aus der Familie der Wolfsmilchgewächse einige *Dalechampia*-Arten. Der Vollständigkeit halber seien noch folgende in verschiedenen Famili-



a



b



c



d

**Abb. 45a-d:** Parfümblumen und Prachtbienen.

**a** *Anthurium lindenianum* (Araceae), **b** *Spathiphyllum wendlandii* (Araceae), **c** *Spathiphyllum friedrichsthali* (Araceae) mit *Euglossa allenii* (Standortaufnahme, Costa Rica, Foto: GÜNTER GERLACH), **d** *Cyphomandra hartwegii* (Solanaceae).

*tunia* oder *Brunfelsia* als ökologisch bedingte Konvergenz in verblüffender Ähnlichkeit auch bei Vertretern anderer Pflanzenfamilien entwickelt (Abb. 73a-f).

Umfangreiche Ausführungen dazu finden sich bei VOGEL 1954: Das Buch mit dem etwas sperrigen Titel »Blütenökologische Typen als Elemente der Sipplgliederung« ist die Dissertation des brillanten Blütenökologen und wurde zu einem Klassiker blütenökologischer Literatur. Der Autor stellt hier anhand der äußerst interessanten Flora Südafrikas Divergenzen und Konvergenzen bei den einzelnen Pflanzenfamilien dar und illustriert dies mit zahlreichen Abbildungen. Auch wenn in den sechzig Jahren nach dieser Veröffentlichung zahlreiche weitere hochinteressante blütenökologische Phänomene entdeckt wurden (nicht wenige davon durch VOGEL selbst!) so bleiben seine Überlegungen, Einteilungen und Terminologien zu Bauplan, Gestalttyp und Stil bis heute gültig und werden weitgehend auch im vorliegenden Buch benutzt.

## 5.1 Der Bauplan der Blüten

Der Bauplan (englisch »groundplan«, ENDRESS 1994) ist das, was die Blüte an morphologischer Grundausrüstung mitbringt. Er ist vor allem durch die systematische Zugehörigkeit zur jeweiligen Pflanzenfamilie bestimmt und in der Regel relativ starr festgelegt.

So haben Angehörige der Rosengewächse nahezu immer fünfzählige Blüten und einen becher- oder scheibenförmig verbreiterten Blütenboden, die Kronblätter sind nicht miteinander verwachsen, die Staubblätter meist zahlreich, die Fruchtblätter oft frei; die Letzteren können bei den Rosengewächsen ober- oder unterständig sein. Im Kontrast dazu haben die Korbblütler immer einen unterständigen, einsamigen Fruchtknoten und darauf eine fünfzählige, zu einer engen Röhre verwachsene Krone. Innerhalb dieser sind die fünf Staubblätter angewachsen, deren Staubbeutel ihrerseits zu einer Röhre verbunden sind. Die Frucht kann mit einem fedrigen Flugoran (Pappus) ausgestattet sein, immer aber reift sie zur einsamigen Schließ-

---

**Abb. 51a-f:** Blütenökologische Divergenzen innerhalb einer Pflanzenfamilie – Nachtschattengewächse (Solanaceae). All diese Pflanzen haben ein und denselben Blütenaufbau, aber vollkommen unterschiedliche blütenökologische Gestalt- und Stilmerkmale. **a** *Brugmansia versicolor* (Trichterblume, nachtaktive Schwärmer), **b** *Juanulloa aurantiaca* (Röhrenblume, Kolibris), **c** *Hyoscyamus niger* (leicht zygomorphe Trichterblüte, Bienen), **d** *Solanum bonariense* (Scheibenblume mit Streukegel-Antheren, pollensammelnde Bienen), **e** *Schizanthus pinnatus* (zygomorphe Fahnenblume, Bienen), **f** *Markea neurantha* (Glockenblume, Fledermäuse; Costa Rica).



frucht (Achaene, WAGENITZ 1976), und die Blüten stehen grundsätzlich in mehr oder weniger reichblütigen Köpfchen, worauf der deutsche Familienname Korbblütler Bezug nimmt.

Und so fort. In Form einer solch langatmigen Aufzählung ist der Blütenaufbau kaum zumutbar und auch wenig anschaulich. Da er jedoch der unverzichtbare Schlüssel zum Erkennen und Vergleichen der Pflanzenfamilien ist, verwenden die Botaniker zu seiner Darstellung seit langem Blütenformeln und Blütendiagramme:

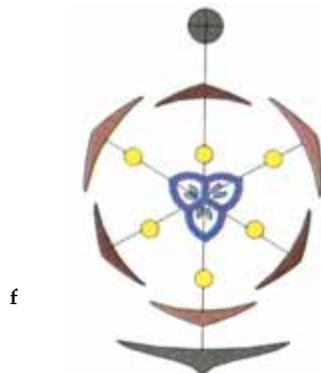
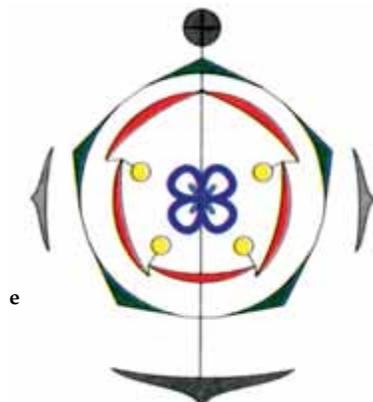
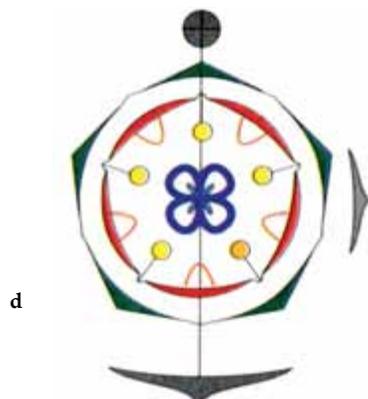
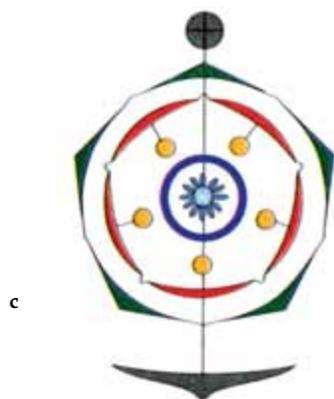
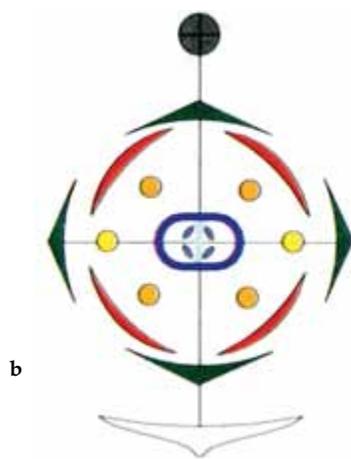
**Tab. 2:** Blütenformeln

Artname	Symmetrie	Blütenhülle		Androeceum	Gynoeceum
<i>Anemone nemorosa</i>	*	P 6-8		A ∞	G (∞)
<i>Malva sylvestris</i>	*	K (5)	C 5	A ∞	G (∞)
<i>Oxalis acetosella</i> , <i>Geranium robertianum</i>	*	K 5	C 5	A 5+5	G (5)
<i>Cardamine pratensis</i>	*	K 2+2	C 4	A 2+4	G (2)
<i>Lathyrus vernus</i>	↓	K (5)	C 5	A (9)+1	G (1)
<i>Primula elatior</i> , <i>Pulmonaria officinalis</i>	*	K (5)	[C (5)]	A5]	G (5)
<i>Lamium album</i>	↓	K (5)	[C (5)]	A4]	G (2)
<i>Bellis perennis</i>	*		[C (5)]	A5]	G (2)
<i>Allium ursinum</i> , <i>Luzula luzuloides</i>	*	P 3+3		A3+3G	G (3)

Blütenformeln informieren tabellarisch über Symmetrie-, Zahlen- und Verwachsungsverhältnisse. Der vorangestellte Stern weist auf eine radiäre, der senkrechte Pfeil auf eine spiegelsymmetrische (»zygomorphe«, Kap. 5.2.7) Blüte hin. K und C stehen für die Blattorgane von Kelch (Kalyx) und Krone (Corolla), A und G für Androeceum und Gynoeceum, also Staubblatt- und Fruchtblattkreis. Sind die Blattorgane innerhalb eines Kreises verwachsen, werden sie mit einer runden Klammer eingefasst; eckige Klammern drücken Verwachsungen zwischen verschiedenen Kreisen von Blütenorganen aus – häufig z.B. sind die Staubblätter im Inneren der verwachsenen Kronröhre angewachsen. Ein Querstrich unter oder über dem Gynoeceum symbolisiert die Ansatzstelle von Blütenhülle und Staubblättern und drückt somit einen ober- bzw. unterständigen Fruchtknoten aus.

**Abb. 52a-f:** Blütendiagramme.

**a** radiäre Blüte (*Oxalis*), **b** disymmetrische Blüte (*Cardamine*), **c** verwachsenkronige radiäre Blüte (*Primula*), **d** verwachsenkronige radiäre Blüte (*Pulmonaria*), **e** zygomorphe Blüte (*Lamium*), **f** radiäre Blüte (*Allium*) (aus: HOFMANN & SCHWERDTFEGER 1998).



## 7 Eine Welt für sich: Orchideen

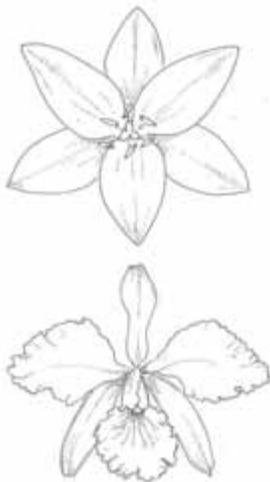
In den vorangegangenen Kapiteln wurden bereits in verschiedenem Zusammenhang die Orchideen erwähnt, sei es bei den Parfümblumen, den Sexualtäuschblumen oder dem unglaublich langen Nektarsporn des »Stern von Madagaskar«. Die Familie der Orchidaceae muss wohl etwas ganz Besonderes sein, wenn sie mit weit über 20 000 Arten mit den Korbblütlern um den Titel der größten Pflanzenfamilie wetteifert, sonst aber in vielerlei Hinsicht das genaue Gegenteil zu den Korbblütlern darstellt (WAGENITZ 1981). Während die Korbblütler erfolgreich die Vegetation der Prärien und Steppen, Halbwüsten, Sandstrände, Wiesen, Ödländer und Hochgebirge bestimmen und teils als flexible Generalisten weltweit als sogenannte Unkräuter Karriere gemacht haben, sind die ebenso formenreichen Orchideen immer Spezialisten geblieben: auf besondere, oft bedrohte Standorte beschränkt, von einer bestimmten Mikroflora von Boden und Substrat abhängig und in ihrer Bestäubung oft streng an eine einzige, spezifische Tierart gebunden. Orchideen sind und bleiben etwas Rares, Kostbares, Spezielles. An der globalen Phytomasse haben sie im Vergleich zu den Korbblütlern oft nur verschwindend geringen Anteil, und dennoch gibt es kaum ein blütenökologisches Phänomen, zu dem die Orchideen nicht ein besonderes Kabinettstückchen beizutragen hätten. Grund genug, sie in diesem Zusammenhang noch einmal gesondert vorzustellen.

Der Name der heimischen Gattung *Orchis* (»Knabenkraut«) und der ganzen Familie leitet sich von dem griechischen Wort für »Hoden« her, da viele unserer heimischen Arten unter der Erde zwei hodenähnliche Speicherknöllchen haben – weshalb man seit der Antike hierin ein Mittel zur Stärkung der Manneskraft vermutete. Die meisten Arten wachsen allerdings nicht als Erdorchideen, sondern als Aufsitzerpflanzen (Epiphyten) in den Ästen der Bäume der tropischen Tiefland- und Bergregenwälder. Die »herrlich blühenden Schmarotzerpflanzen«, von denen frühe Forschungsreisende wie HUMBOLDT und DARWIN begeistert nach Hause schrieben, waren vor allem solche epiphytischen Bromelien und Orchideen. Wenn auch die Mannigfaltigkeitszentren in den feuchten Tropen liegen, so ist doch die Gesamtverbreitung der Familie weltweit: von Alaska bis Feuerland, von

Island bis ans Kap, von Sibirien und China bis Neuseeland. Die Vielfalt der Wuchsformen reicht von der moosartig winzigen *Pleurothallis sertularioides* bis zum zentnerschweren *Grammatophyllum speciosum* mit meterhohen Trieben und tausenden von Blüten; es gibt blattlose, mit grünen Wurzeln ausgestattete Orchideen und solche, deren Vegetationskörper sich unterirdisch von Pilzen ernähren lässt, ohne eine Gegenleistung zu erbringen (mykoheterotrophe Ernährung).

## 7.1 Bau und Orientierung der Orchideenblüte

Allen Orchideen gemeinsam – mit Ausnahme der Frauenschuhorchideen – ist der charakteristische und unverwechselbare Blütenbau (Abb. 93, 94). Als Angehörige der Einkeimblättrigen Pflanzen (Liliopsida = »Monokotyledonae«) haben die Orchideen dreizählige Blüten mit drei äußeren (Sepalen) und drei inneren Blütenhüllblättern (Petalen). Das im Knospenstand zum Stängel gerichtete (adaxiale) Blütenhüllblatt ist als Lippe (Labellum) besonders gestaltet und oft größer, bunter oder gekräuselter als die übrigen Blütenhüllblätter. Ihm gegenüber steht im Zentrum der Blüte die Säule (Columna), die sich aus den Enden der drei Fruchtblätter mit der Narbe und dem einzigen Staubblatt zusammensetzt. Der Komplex aus Lippe und Säule bildet in der geöffneten Blüte eine zygomorphe Struktur aus Ober- und Unterlippe etwa nach Fingerhut- oder Taubnesselart, wobei das große, bunte Labellum als Landeplattform die »Unterlippe« bildet, die Säule sich aber dachartig als »Oberlippe« darüber wölbt, um den Pollen z.B. auf Stirn oder Rücken des Bestäubers anzubringen (Abb. 95b). Da das in der Knospe



**Abb. 93, 94:** Aufbau der Orchideenblüte (*Cattleya*, unten) im Vergleich mit einer »normalen« einkeimblättrigen Pflanze (*Tulipa*, oben). Beide haben zwei Kreise mit je drei äußeren (Sepalen) und inneren Perigonblättern (Petalen). Bei der Tulpe ist die Blüte radiär, alle Sepalen und Petalen sind gleich gestaltet und sechs freie Staubblätter umgeben den dreiteiligen Fruchtknoten. Bei der Orchidee ist die Blüte zygomorph, und eines der Petalen ist als Lippe (Labellum) besonders geformt. Darüber wölbt sich dachförmig die Säule (Columna, Gynostemium), ein Komplex aus Griffel, Narbe und dem einzigen Staubblatt. Säule und Lippe funktionieren zusammen wie Ober- und Unterlippe z.B. einer Taubnesselblüte. Im Beispiel sind die Bestäuber große Bienen, die in die Lippe hineinkriechen und beim Zurückkriechen die Pollenpakete auf dem Rücken angeheftet bekommen.



**Abb. 95a-e:** Bau und Orientierung der Orchideenblüte.

**a, b** *Cattleya gaskelliana*, Gesamtansicht und Blick in den Eingang der Lippe. Die meisten Orchideenblüten sind »resupiniert«, die Lippe wird also zum Zeitpunkt des Blühens nach unten gedreht. **c-e** Bei einer Minderheit von Orchideenarten bleiben die Blüten unresupiniert, sodass die Lippe nach oben weist. **c** *Encyclia cochleata*, **d** *Encyclia fragrans*, **e** *Epidendrum radicans*.



## Dr. Michael Schwerdtfeger

Diplom-Biologie, Jahrgang 1964, wissenschaftlicher Leiter (Kustos) des Alten Botanischen Gartens der Georg-August-Universität Göttingen; wissenschaftliche und populäre Veröffentlichungen und Vorträge über Blütenökologie und Botanische Gärten, Universitätsdozent, engagierter Didaktiker, Gärtner, Naturreisender, Terrarianer und „Vollblutbiologe“.



## Hans-Joachim Flügel

Diplom-Biologe, Jahrgang 1949, Leiter des Lebendigen Bienenmuseums Knüllwald; zahlreiche Veröffentlichungen zur Regionalfaunistik und Blütenökologie; Einrichtung eines „Blütenökologischen Spaziergang“-Pfades im Rahmen der Bundesgartenschau in Berlin sowie mehrerer blütenökologischer Schulgärten; vertritt die Interessen der blütenbesuchenden Insekten über ihre Rolle als Vogelfutter hinaus im NABU-Bundesverband.



Die Blütenökologie erforscht die Beziehungen zwischen den Blüten und ihren Bestäubern. Während im ersten Band dieses Werks die tierischen Partner im Fokus standen, beleuchtet der zweite Band das Sexualleben der Pflanzen. Er geht der Frage nach, wie es überhaupt zur Sexualität bei den Pflanzen kam, wie sie den Wechsel aus dem Wasser ans Land bewältigt und wie sie ihre Liebesboten gefunden und

geformt haben, um zum Ziel zu kommen: die Produktion neuer Nachkommen mit neuen Eigenschaften, um den ständig wechselnden Anforderungen des Lebens nachzukommen. Dabei zeigen sich die Pflanzen erstaunlich einfallreich: Sie locken und belohnen ihre Bestäuber mit Nektar und Ambrosia, aber auch mit Betrug und Täuschung sichern sie sich die Dienste ihrer tierischen Partner.

### Aus dem Inhalt:

- » Sexualität im Pflanzenreich
- » Blüten-Genetik
- » Nektar und Ambrosia – Angebote in Blüten
- » Die unfeinen Seiten der Bestäubung – Betrug und Täuschung
- » Orchideen und Korbblütler – zwei Wege zum Glück



www.vkgw.de  
ISSN 0138 1423  
ISBN 978 3 89432 265 6