

## **Blütenökologie – Praxisanleitung**

### **1. Vorstellung des Unterrichtsmodells**

Das vorgestellte Unterrichtsmodell ist sowohl für den Einsatz im Botanischen Garten als auch für den Schuleinsatz konzipiert, wobei besonders für die Bearbeitung der Arbeitsaufträge eine Durchführung im Freiland wünschenswert ist. Die Besprechung der Projektabschnitte umfasst neben einer Beschreibung des Unterrichtskonzepts, auch Hinweise zur Durchführung und mögliche bzw. angestrebte Ergebnisse.

#### **1.1. Einführungsteil – Besprechung der Grundorgane einer Zwitterblüte**

In der fachlichen Klärung wurde der Begriff Bestäubung als die Übertragung des Pollens auf die Narbe definiert. Für SchülerInnen, die mit diesem Thema zum ersten Mal konfrontiert werden, steckt allein diese Definition voller Rätsel. Was ist eine Narbe? Welche Funktion hat der Pollen und woher stammt dieser? Man kommt daher nicht umhin, einführend die einzelnen Grundorgane einer Zwitterblüte zu besprechen. Dies ist auch nötig, da die Gestalt der einzelnen Blütenorgane eine entscheidende Rolle für das Aussehen und die blütenökologischen Eigenschaften einer Blume spielt.

Es empfiehlt sich erst zu klären, wodurch eine Blüte charakterisiert ist. Anschließend können die einzelnen Blütenorgane besprochen und der Vorgang der Bestäubung erklärt werden. Bei der Diskussion der Blütenorgane sollte deren Funktion im Mittelpunkt stehen. Die Kenntnis der Begrifflichkeiten Narbe, Fruchtknoten, Staubblatt etc. sind dabei notwendige, aber keineswegs hinreichende Voraussetzungen für ein Verständnis der blütenbiologischen Zusammenhänge. Die angesprochenen Schwierigkeiten (Blüte vs. Blume; Stempel vs. Fruchtblatt; Bestäubung vs. Diasporenausbreitung, etc.) können direkt angesprochen werden um spätere Unklarheiten zu vermeiden.

An dieser Stelle wird eine Möglichkeit vorgestellt, wie ein Einstieg in das Thema aussehen könnte. Je nachdem, ob der Blütenaufbau bereits behandelt wurde oder ob es sich um völliges Neuland handelt, muss dieser Ansatz entsprechend variiert werden.

Ein Einstieg sollte nicht nur rein fachlich an das Thema heranzuführen, sondern soll auch Emotionen und Interesse bei den SchülerInnen wecken. Dadurch wird die Bereitschaft der SchülerInnen erhöht, sich auf den Lernprozess einzulassen (vgl. GRAF, 2004).

Da der Fokus einer Einheit zur Blütenökologie nicht auf der Morphologie der Blüte liegt, ist es nicht angebracht eine zu lange Zeit für diesen Einleitungsteil zu

verwenden. Er sollte dennoch ausführlich genug sein, dass die SchülerInnen, die nötigen Begrifflichkeiten verstehen und ihr Wissen auf eine (einfache) Blume anwenden können. Da Sozialformen, wie Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit einer längeren Arbeitszeit und einer Nachbesprechung bedürfen, wird in diesem Teil dem Klassen- oder Plenumsunterricht der Vorzug gegeben. Dieser bietet hier eine fruchtbare Lösung an, solange die SchülerInnen selbst aktiv werden können und der Klassenunterricht nicht zu einem reinen Frontalvortrag degradiert.

Blüten sind meist relativ klein, wodurch es sich empfiehlt, für diesen Abschnitt besonders große Blüten und/oder zusätzliche Medien hinzuzuziehen. Die Frage, ob reale Objekte oder deren Abbilder eingesetzt werden, muss sorgfältig überlegt werden. Da dieser Aspekt in 1.2 nochmals von Bedeutung sein wird, ist eine Klärung zweier Begriffe, der Primär- bzw. Sekundärerfahrung, nötig:

*Von Primärerfahrung spricht man, wenn Lernende mit ihren Sinnen [...] mit originalen Gegenständen in Kontakt treten. Bei der Sekundärerfahrung begegnet man nicht unmittelbar dem Naturgegenstand, sondern Nachbildungen, Bildern, Modellen, Schemata, Texten oder Symbolen. (GROPENGIESSER et al., 2010)*

Im Falle der Blütenökologie wären Primärerfahrungen Begegnungen mit Blüten und/oder Insekten. Dadurch wird die Realität *erfahren* und *erlebt*, zusätzlich werden die SchülerInnen motiviert. Sekundärerfahrungen hingegen bieten den Vorteil, dass vom Einzelfall abgerückt wird, Abstand zum Realobjekt gewonnen wird, und allgemeinere Gesichtspunkte im Mittelpunkt stehen (vgl. ESCHENHAGEN et al. 2001). Konkret bedeutet dies, dass SchülerInnen beispielsweise beim Blütenaufbau vom Aufbau eines Einzelexemplars hin zu einem allgemeinen Schema geleitet werden. Durch die Abstraktion sollen die wesentlichen Dinge hervorgehoben werden und allgemeine Erkenntnisse gewonnen werden. Diese Abstraktion kann aber auch Schwierigkeiten bringen, wenn sie nicht für die SchülerInnen erkennbar mit der Realität verknüpft wird.

In dem vorgeschlagenen Einstiegsabschnitt sollen Primär- und Sekundärerfahrungen verschränkt werden, um die Vorteile beider Seiten zu nutzen.

**Praxis:**

Die SchülerInnen erhalten jeweils eine Blüte, welche den „Grundbauplan einer Zwitterblüte“ (siehe fachliche Klärung) möglichst gut repräsentiert (z.B. Blüten der Gattungen *Prunus*, *Primula* oder *Geranium*). Zusätzlich wird ein Plakat bzw. eine Tafelzeichnung mit einem schematischen Blütenaufbau als Medium verwendet. In einem Klassengespräch wird nun erläutert, welche verschiedenen Teile sich erkennen lassen und welche Funktion diese besitzen. Diese Ergebnisse (Name des Blütenorgans + Funktion) werden mithilfe von Kärtchen an die entsprechende Stelle auf dem Plakat geheftet. Die Eigenaktivität und Motivation der SchülerInnen kann zudem erhöht werden, indem sie die Kärtchen selbst aufkleben dürfen.

Die SchülerInnen werden durch diese Vorgehensweise angehalten, reale Objekte mit einer schematischen Darstellung in Verbindung zu setzen. Zusätzlich stellt das Betrachten und Untersuchen unbewegter Objekte klassische Arbeitsweisen in der Biologie dar (vgl. OTTENI, 2010a: 76; GRAF, 2004: 122ff.; ESCHENHAGEN et al., 2001: 215ff). Die SchülerInnen können die ausgeteilte Blüte mit den verschiedensten Sinnen erfahren: Sie können die Farben, Saftmale, Strukturen sehen, die Robustheit der Kelchblätter und die Zartheit der Kronblätter ertasten, den Blütenduft riechen und könnten sogar den Nektar schmecken. Zu diesen verschiedenen Primärerfahrungen kommt die Veranschaulichung durch das Plakat hinzu, auf welchem die Ergebnisse gesichert werden. Eine solche Vorgehensweise, die möglichst viele Aspekte eines Lerninhaltes beleuchtet, lässt sich auch mit Ergebnissen aus der Hirnforschung begründen: Inhalte können besonders gut gelernt werden, wenn sie in möglichst vielen „Schubladen“ abgelegt werden (vgl. ROTH, 2003).

Bei der Besprechung der Funktion der Blüte und ihrer Organe schwingt die Bestäubung stets implizit mit. Dennoch ist eine Definition der Bestäubung unerlässlich. Dabei muss auch eine klare Abgrenzung zur Befruchtung und zur Samenausbreitung erfolgen, da es ansonsten zu Missverständnissen bei den SchülerInnen kommen kann. Es können in diesem einleitenden Abschnitt verschiedene Problemfelder (Biologische Hintergründe des Blütenbesuchs; Blüte vs. Blume) bereits angesprochen werden, welche in den nächsten Unterrichtsabschnitten eingehend untersucht werden.

## **1.2. Einsatz blütenbiologischer Modelle**

Nach diesem vorwiegend vom / von der Unterrichtenden gesteuerten Unterrichtseinstieg, der den SchülerInnen nur beschränkten Handlungsfreiraum lässt, folgt ein stark schülerzentrierter Abschnitt. Als Basis dienen unterschiedliche selbst gebastelte bestäubungsbiologische Modelle.

### **Gesamtkonzept:**

Der grundlegende Gedanke ist, dass die SchülerInnen in die Rolle von Insekten schlüpfen und selbst auf „Nektarsuche“ gehen. Die SchülerInnen werden dabei in „Insekten-Gruppen“ zu je vier SchülerInnen unterteilt. Die Mitglieder einer Gruppe unterscheiden sich jeweils in der Rüssellänge. Die „Rüssel“ werden dabei durch Strohhalme in unterschiedlichen Längen symbolisiert. Eine mögliche Zusammensetzung wären je ein Schmetterling (langer Strohalm-„Rüssel“), eine Hummel (mittlerer „Rüssel“), eine Biene (kurzer „Rüssel“) und ein Käfer (kein „Rüssel“).<sup>1</sup> Eine weitere Option ist, dass die unterschiedlichen Rüssellängen als Variation eines Merkmals innerhalb einer Bienenpopulation gesehen werden.

Der Nektar, den die Insekten holen sollen, befindet sich dabei in verschiedenen Blumenmodellen, die der Reihe nach ausprobiert und besprochen werden.

---

<sup>1</sup> Um die Leserlichkeit zu verbessern, wird im Folgenden auf die Anführungszeichen verzichtet, wenn von „Rüsseln“, „Kronröhren“, „Insekten“ etc. des Rollenspiels die Rede ist.

### 1.2.1. „Einfache“ Röhrenblüten

**Aufbau:** Es gibt drei verschiedene Röhrenblütenmodelle, die sich jeweils in der Kronröhrenlänge unterscheiden, was durch Plastikbecher in unterschiedlichen Größen symbolisiert wird (siehe Abbildung 1). Diese Modelle sind realen Vertretern nachempfunden: die langröhrigen Blüten lassen sich mit verschiedenen Nelken (z.B. *Dianthus sp.*) vergleichen, Blüten mit mittlerer Röhrenlänge kommen bei Primeln vor (z.B. *Primula sp.*), während sich scheibenförmige Blüten bei vielen Rosengewächsen (z.B. *Prunus sp.*) finden lassen.



Abbildung 1: Röhrenblütenmodelle mit unterschiedlicher Kronröhrenlänge

Die Kronblätter bestehen aus buntem, laminiertem Papier. Die Staubblätter werden symbolisiert durch innen am Becher befestigte Strohhalme (= Staubfäden) mit daran angeklebten Wattebäuschen (= Staubbeutel). Der Stempel besteht aus einem Tischtennisball (= Fruchtknoten), der auf dem Boden des Bechers (= Blütengrund) befestigt wird und einem Strohalm (= Griffel). Die Narbe kann je nach Blütentyp durch Aufschneiden des Strohhalms (= lappenförmige Narbe) oder durch Ankleben eines Plättchens (= köpfchenförmige Narbe) gestaltet werden.

**Vorbereitung der Modelle:** Der/die Unterrichtende muss zur Vorbereitung der Modelle in alle Modelle Fruchtsaft (=Nektar) einfüllen, sowie die Staubblätter mit Curry-oder Gelbwurz-Pulver (=Pollen) bestreuen. Beim Einfüllen des Nektars ist darauf zu achten, dass die eingefüllte Menge auf die jeweilige Kronröhren- bzw. Rüssellänge abgestimmt ist. Es sollte nur so viel Nektar hineingegeben werden, damit in den langröhrigen Blüten nur die Insekten mit den langen Rüsseln zum Nektar gelangen, usw. Entscheidend ist, dass das Bestreuen der Staubblätter mit Pollen unbemerkt von den SchülerInnen erfolgt. Ansonsten besteht die Gefahr den angestrebten Überraschungs- und Lerneffekt nicht im gewünschten Maße zu erreichen (siehe unten).

**Durchführung:** Die SchülerInnen sollen als Insekten nun die verschiedenen Blumenmodelle besuchen und versuchen mithilfe ihrer Mundwerkzeuge an den Nektar zu gelangen. Durch die unterschiedlichen Rüssellängen können nicht alle Insekten überall an den Nektar gelangen. Zum Abschluss an diese „Nektarsuche“, sollen sich die SchülerInnen zu ihrem bevorzugten Blütenmodell stellen. Die Ergebnisse dieser Aktivität werden schließlich in der Klasse diskutiert. Es empfiehlt sich zudem reale Blüten und wenn möglich auch Insekten als Vergleich zu zeigen (Becherlupen sind im Garten vorhanden), damit der Bezug zur Realität verstärkt wird.

**Erwartete Ergebnisse:** Als erstes Resultat wird der Zusammenhang zwischen Kronröhre und Rüssellänge evident. Die SchülerInnen haben durch ihre vorherige Tätigkeit selbst erfahren, dass nicht alle Mundwerkzeuge im gleichen Maße geeignet sind, Nektar aus langröhrigen Blüten zu holen: Während die langrüssligen Insekten bei allen Blütenmodellen den Nektar erreichen konnten, gelang es den Insekten mit dem kurzen Rüssel nur in der entsprechend flachen Scheibenblüte den Nektar herauszuholen. Individuen ohne erkennbaren Rüssel (Käfer) waren bei keiner Blüte erfolgreich.

Da es mehrere Gruppen und somit mehrere gleiche Insekten gibt, ergibt sich bei der Wahl der bevorzugten Blütenmodelle automatisch eine weitere Erkenntnis. Die SchülerInnen mit „kurzen Rüsseln“ wählen mit hoher Wahrscheinlichkeit die flachen Scheibenblüten, da sie nur hier an den Nektar gelangen. Probanden mit mittellangem Rüssel werden sich bevorzugt an Blütenmodellen mit mittlerer Kronröhrenlänge aufhalten. Theoretisch könnten sie auch die Scheibenblumenmodelle wählen, jedoch müssten sie hier mit den kurZRüssligen Insekten konkurrieren. Somit werden auch die SchülerInnen mit dem langen Rüssel die langröhrigen Blütenmodelle bevorzugen, da sie die einzigen sind, die hier an den Nektar gelangen und der Konkurrenz so aus dem Weg gehen. Diese Konkurrenzvermeidung, die jeder selbst erfahren hat, führt nahezu unweigerlich zum biologischen Konzept der Einnischung in einen Lebensraum.

Ein entscheidendes Ergebnis der Nektarsuche wurde bis jetzt noch nicht diskutiert. Durch den Arbeitsauftrag, nach Nektar zu suchen und sich zu überlegen, welche Blumen geeignet sind, wurde die Aufmerksamkeit vom Blütenstaub abgelenkt. Ohne es zu merken, wurde den SchülerInnen bei ihrer eifrigen Nektarsuche der Pollen (Currypulver) im Gesicht platziert. Mit einem Spiegel können die Spuren des Pollens im Gesicht betrachtet werden. Das Handeln der SchülerInnen während der Nektarsuche entspricht der Vorgangsweise der Insekten. Der Grund für den Blütenbesuch war der Nektar, nicht die Übertragung des Pollens. Die Mitnahme des Pollens ist ein Nebeneffekt, der von den SchülerInnen nahezu unbemerkt bleibt. Denkfiguren, bei welchen Insekten den Pflanzen bei der Bestäubung helfen wollen, werden durch die Selbsterfahrung in Zweifel gezogen: Es benötigt keine „sozialen“ Gründe, damit die Tierbestäubung klappt, es genügt ein entsprechender Anreiz (z.B. Nektar) und die Bestäubung passiert nebenbei.

**Nachbesprechung:** Folgende Fragen sollten hier diskutiert werden:

- Welche Insekten besuchen bevorzugt welche Blütentypen?
- Warum wurde so gewählt?
- Wer hat bemerkt, dass er mit Pollen eingestäubt wurde?

Die mit den Blütenmodellen gemachten Erfahrungen müssen dabei immer mit der „blütenökologischen Realität“ verknüpft werden!

Es kann auch eine kurze Modellkritik einfließen: Was zeigen die Modelle gut? Wo vereinfachen sie? Etc...

Anmerkung: Mithilfe eines ähnlichen Settings könnte auch das Wirken der Selektion auf spielerische Art und Weise nachgestellt werden.

### 1.2.2. Blume mit korb förmigem Blütenstand

Bei der vorherigen „Nektarsuche“ standen nur einfache Blüten zur Auswahl. Viele aus dem Alltag bekannte Pflanzen wie etwa der Löwenzahn oder das Gänseblümchen besitzen jedoch korb förmige Blütenstände. Den SchülerInnen ist es in der Regel nicht bewusst, dass die Blume eines Löwenzahns aus einer Vielzahl an Einzelblüten besteht, da diese aufgrund ihrer geringen Größe nur bei sehr genauer Betrachtung als solche erkennbar sind. In weiterer Folge wissen die SchülerInnen auch wenig über die Eigenschaften eines solchen Blütenstandes. Diese Problematik soll mithilfe eines Blumenmodells mit einem korb förmigen Blütenstand angesprochen und verdeutlicht werden (siehe Abbildung 2). Dabei können wiederum dieselben „Insektengruppen“ wie im vorigen Nektarsuchspiel beibehalten werden.



Abbildung 2: Modell eines korb förmigen Blütenstandes

**Aufbau:** Bei diesem Blumenmodell spielt die Metapher des „Korbes“ eine große Rolle. Ein solcher Blütenstand besteht aus einem „Korb“ voller Einzelblüten. Dieser von der abgeflachten Blütenachse gebildete Korb, wird durch einen realen „Brotkorb“ symbolisiert. Die Einzelblüten bestehen wiederum aus buntem laminiertem Papier. Jede Einzelblüte wiederum besteht aus Staubblättern (Wattestäbchen) und einem Stempel (buntes Papier) die innen an die „Einzelblüten“ geklebt werden. Es empfiehlt sich, die Einzelblüten an einem Holzstäbchen festzumachen und innerhalb des Korbes einen Steckschwamm zu befestigen. Dadurch können die Blüten leicht hineingesteckt und wieder entfernt werden.

**Vorbereitung des Modells:** Wiederum muss die Blume mit Nektar bestückt werden. Der Nektar wird diesmal jedoch nicht durch eine Flüssigkeit symbolisiert, sondern durch Bonbons, die im Korb verteilt werden. Die Staubblätter müssen nicht mehr mit Curry- bzw. Curcuma-Pulver bestreut werden, da das Lernziel „Pollenübertragung passiert nebenbei“ bereits zuvor diskutiert wurde. Diese Erkenntnis basierte zudem auf dem Überraschungs-Effekt und dieser kann nicht beliebig wiederholt werden.

**Durchführung:** Die SchülerInnen (immer noch in der Insektenrolle) überlegen sich wiederum, welche Insekten an den Nektar gelangen können. Außerdem soll die Frage geklärt werden, welche Funktion ein solcher Blütenstand hat. Dabei sollen die SchülerInnen wiederum aus Sicht der Insekten angeben, aus welchem Grund sie eine solche Blume besuchen würden.

**Erwartete Ergebnisse:** Aus der Konfrontation mit dem korbähnlichen Blumenmodell ergeben sich diverse Erkenntnisse:

Ein erstes Aha-Erlebnis betrifft den Aufbau einer solchen Blume. Wie oben bereits angesprochen, ist nur wenigen SchülerInnen klar, dass etwa ein Löwenzahn aus einer Vielzahl an Einzelblüten besteht. Durch die Größe und die Vereinfachungen des Modells lassen sich die Einzelblüten hingegen gut erkennen. Eine auf den ersten Blick mit dem Grundbauplan unvereinbare Blütenstandsform kann somit veranschaulicht werden.

Auf die Funktionen und Eigenschaften dieses Pseudanthiums können die SchülerInnen mit unterstützenden Fragen hingewiesen werden. So kann eine Einzelblüte aus dem Korb entfernt und mit dem gesamten Blütenstand verglichen werden. Fragt man die SchülerInnen, welche Blume (Einzelblüte oder Blütenstand) sie als Insekten wählen würden, fällt ihre Wahl wahrscheinlich auf den gesamten Blütenstand, da dieser offensichtlich mehr Nahrung zu bieten hat. Eine weitere Eigenschaft, die erhöhte Schauwirkung, wird beim Vergleich Einzelblüte vs. Pseudanthium ebenfalls evident. Außerdem zeigt sich, dass ein solcher Korb für alle Insektengruppen geeignet ist, und sogar Individuen ohne Rüssel (Käfer mit beißenden Mundwerkzeugen) an den Nektar gelangen können. Auch weniger offensichtliche Eigenschaften eines solchen Blütenstandes lassen sich bildhaft

erklären. So ist es anschaulich klar, dass bei einem einzelnen Blumenbesuch mehrere Blüten bestäubt werden und sich aus einer Blume eine Vielzahl an Samen entwickeln können. Auch die Landeplatz-Eigenschaft eines Korbes lässt sich in einem fragenden Unterricht erarbeiten.

Der Fokus liegt bei diesem Modell weniger darauf, wie ein Blütenbesuch abläuft bzw. wie der Pollen übertragen wird. Vielmehr wird hervorgehoben, welche Eigenschaften durch die spezielle Struktur des Blütenstands bedingt werden. Zudem stellt dieser Blumentyp einen starken Kontrast zu dem vorangegangenen langröhrigen Blütenmodell dar. Während der Korb als Blütenstand einen Blütenbesuch aller im Spiel vertretenen Insekten begünstigt, sind bei der langen Kronröhre nahezu alle Besucher ausgeschlossen. Es ist fruchtbar, die SchülerInnen über die Hintergründe bzw. die Vor- und Nachteile solcher Generalisten bzw. Spezialisten nachdenken zu lassen.

**Nachbesprechung:** Die Nachbesprechung sollte demnach umfassen:

- Welche Insekten konnten beim korb förmigen Blütenstand zum Nektar gelangen?
- Welche Eigenschaften zeichnen den Korb aus (u. a. erhöhte Schauwirkung; Landemöglichkeit, gleichzeitige Bestäubung mehrerer Blüten...)
- Welche Vorteile / Nachteile ergeben sich durch die Vielzahl an verschiedenen „zugelassenen“ Besucher?

Zusätzlich zum Modell können reale korb förmige Blumen (z. B. Löwenzahn!) zur Betrachtung und Untersuchung verteilt werden.

### 1.2.3. Salbeiblüte

Das Modell der Salbeiblüte (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) soll exemplarisch aufzeigen, welche komplexe Beziehungen zwischen Blütenbesuchern und Blüten sich im Laufe der Evolution entwickelten.

Aufbau: Die in Ober- und Unterlippe geteilten Kronblätter werden durch buntes, laminiertes Papier dargestellt. Die Größe des Modells ist

so gewählt, dass die Kinder mit ihrer Hand in die Blüte greifen können. Mit der Hand kann schließlich der Schlagbaummechanismus der Staubblätter ausgelöst werden (siehe fachliche Klärung). Der Schlagbaum des Modells besteht aus zwei langen, stabilen Drähten, die die langen Hebelarme bilden. Hierzu werden die Drähte derart um einen quer liegenden Draht (=Gelenk) gebogen, sodass sich ein langer und ein



Abbildung 3 Modell einer Salbeiblüte



kurzer Hebelarm ergeben. Am Ende der langen Hebel, werden Wattebäusche als fertile Theken befestigt. Am Endabschnitt der kurzen Hebel, wird ein Gewicht (Plättchen, Münzen,...) befestigt, welches so gewählt sein muss, dass die Staubbeutel in Ruheposition unter der Oberlippe verborgen sind. Erst wenn man gegen die Platte des unteren Hebels (=sterile Theke) drückt, sollen die Staubbeutel nach unten klappen. Zusätzlich wird an der Oberlippe ein Stempel aus laminiertem Buntpapier befestigt.

**Vorbereitung des Modells:** Die Staubbeutel werden wieder mit Curry- oder Curcuma-Pulver bestreut. Hinter die Anstoßplatte wird ein Bonbon als Nektar platziert.

**Durchführung:** Die Insektenrollen der vorherigen Arbeitsaufträge werden nicht mehr fortgeführt, stattdessen wird ein/e SchülerIn gewählt, den Blütenbesuch einer Hummel oder einer Biene beim Salbei vorzuführen. Das Insekt dabei wäre die Hand, die in die Blüte hineingestreckt wird. Dieser Abstraktionsschritt kann veranschaulicht werden, indem der/die SchülerIn einen Handschuh mit einer darauf abgebildeten Hummel bzw. Biene tragen muss. Dadurch wird ersichtlich, dass sich das gesamte Individuum auf der Blüte niederlässt und teilweise hineinkriechen muss um an den verborgenen Nektar zu gelangen. Da der Nektar hinter der Platte des Hebelarmes zu finden ist, muss der/die SchülerIn diese anstoßen. Dabei wird der Hebelmechanismus ausgelöst und die nach unten wandernden fertilen Theken laden ihren Pollen auf den Rücken des Insekts ab. Anschließend wird darauf verwiesen, dass in der weiblichen Phase, die Narbe deutlicher hervortritt und eine Position einnimmt, die die Übertragung des Pollens ermöglicht. Zusätzlich zum Modelleinsatz können echte Salbeiblüten verteilt werden, deren Hebelmechanismus mithilfe eines Zahnstochers o. ä. ausgelöst werden kann.

**Erwartete Ergebnisse:** Für die SchülerInnen stellt der Schlagbaummechanismus ein überraschendes und gleichzeitig zunächst unerklärliches Phänomen dar. Mithilfe des Modells kann den SchülerInnen aufgezeigt werden, welches einfache Prinzip hinter diesem Mechanismus steckt.

**Nachbesprechung:** Folgende Fragen sind für die Nachbesprechung geeignet:

- Welche Insekten werden sich auf solchen Blüten niederlassen?
- Welche Bedingungen werden an einen Besucher gestellt? (Größe, Lernfähigkeit..)
- Welche Vorteile hat der Schlagbaummechanismus für die Pflanze?
- Welche Gründe gibt es für die Insekten, sich auf solche Blumen zu spezialisieren?
- Wie konnte sich ein solcher Schlagbaummechanismus in der Evolution durchsetzen?

Sind Salbeiblüten im Garten vorhanden kann der Vergleich von Modell und realer Blüte sinnvoll sein. Welche Teile werden durch das Modell adäquat abgebildet, in

welchen Bereichen vereinfacht das Modell? In einem weiteren durchaus anspruchsvollen Schritt kann überlegt werden, wie die Salbeiblüte mit dem „Grundbauplan“ in Einklang zu bringen ist. Auf den ersten Blick hat die Salbeiblüte nur wenig mit einer „Standardblüte“ gemeinsam. Eben dadurch zeigt der Salbei eindrücklich, wie stark die einzelnen Organe variieren können: die Verwachsungen der Kronblätter, die Stauchung des Staubfadens oder die extreme Streckung des Konnektivs.

**Gesamtreflexion:** Abschließend werden die aus den Blütenmodellen gewonnenen Erfahrungen nochmals zusammengefasst.

- Bestäubung – was passiert da?
- Nahrungssuche als Hintergrund für den Blumenbesuch
- Unabsichtlichkeit des Pollentransports
- Unterschiedlichkeit der Besucher
- Unterschiedlichkeit der Blumentypen (Spezialisten vs. Generalisten; Einzelblüten vs. Pseudanthium etc.)
- Vor- und Nachteile der Modelle

### 1.3. Arbeitsaufträge

Im Anschluss an die Beschäftigung mit den blütenbiologischen Modellen soll das Wissen über Möglichkeiten des Blütenbesuchs praktisch angewendet werden. Mithilfe von Arbeitsaufträgen können die SchülerInnen selbst Pflanzen nach blütenbiologischen Gesichtspunkten erforschen. Es wird dabei besonderen Wert darauf gelegt, dass die Lernenden selbständig arbeiten, Hypothesen aufstellen und diese biologisch zu begründen versuchen.

Je nach Altersgruppe oder Interesse kann zwischen vier verschiedenen Arbeitsaufträgen gewählt werden (siehe Download-Liste):

- AB – Handeln wie ein Insekt (für VS bzw. US)
- AB – Handeln wie ein Insekt (für OS)
- AB – Blumenvergleich (ab der Unterstufe geeignet)
- AB – Gartenrallye (ab der Unterstufe geeignet)

Als Entscheidungshilfe sind nachfolgenden die Unterschiede und Ziele der einzelnen Arbeitsaufträge angeführt. Je nach Situation kann die Zeitvorgabe für die einzelnen Schritte des Arbeitsauftrages (Untersuchen von Pflanzen bzw. Vorstellung und Nachbesprechung) variiert werden.

### **Arbeitsauftrag „Handeln wie ein Insekt“:**

Der Arbeitsauftrag knüpft direkt an den Abschnitt mit den Blumenmodellen an, dabei werden die den SchülerInnen zugeordneten „Insekten-Rollen“ beibehalten (Item: *Welches Insekt bin ich*). Die Frage *„Wie hat mich die Blume angelockt?“* soll die SchülerInnen dazu anhalten, die Pflanze ihrer Wahl genau zu betrachten. Die Unterfragen lenken dabei die Aufmerksamkeit auf die blütenbiologisch besonders relevanten Aspekte. Das Ziel des Skizzierens der Blume ist es, die Struktur der Blüte / des Blütenstands besser zu erfassen.

Durch den Unterpunkt *„Was erhoffe ich mir von der ausgewählten Blume?“* werden die Gründe der Insekten für den Blütenbesuch wiederholt. Da die SchülerInnen bei der zuvor durchgeführten „Nektarsuche“ die für die Insekten ausschlaggebende Nahrungssuche kennengelernt haben, ist zu erwarten, dass dieses Wissen hier angewendet wird. Falls die Denkfigur der helfenden Natur (siehe Schülervorstellungen zur Blütenökologie) angewendet werden, kann dieser wichtige Aspekt in der Nachbesprechung nochmals aufgegriffen werden.

Das nachfolgende Item *„Wie könnte die Bestäubung ablaufen?“* fordert dazu auf, über die Eigenschaften der zu untersuchenden Blume nachzudenken. Die Fragestellung ist sehr anspruchsvoll, da eine eigene „Hypothese“ aufgestellt werden muss. Als Hilfestellung wird deshalb auf die Blumenmodelle verwiesen.

Während des Nektarsuchspiels konnten die Kinder bereits einige Eigenschaften (Rüssellänge etc.) der blütenbesuchenden Insekten kennenlernen. Dieses Wissen sollen sie bei der Frage *„Passt die Blume, die du dir ausgesucht hast, zu dir als Bestäuber? Erkläre warum / warum nicht!“* anwenden. Diese Problemstellung vertieft die vorherige Frage und die SchülerInnen werden zusätzlich angehalten, die Eigenschaften ihres Insekts mit der Blume zu vergleichen. Die Aufforderung zur Argumentation *warum / warum nicht* soll vermeiden, dass nur mit ja bzw. nein geantwortet wird.

Um den letzten Punkt *„An welche Bestäuber ist die Blume angepasst? Begründe deine Antwort“* erfolgreich zu beantworten, müssen die morphologischen Attribute der möglichen Blütenbesucher mit den Eigenschaften der Blume verglichen und eine entsprechende Antwort formuliert werden. Die Frage ist im Plural gestellt, da bei vielen Blumen mehrere Bestäuber möglich sind. Bei der anschließenden Besprechung der Frage kann das Spannungsverhältnis zwischen Spezialisten und Generalisten nochmals aufgegriffen werden.

Die Vorstellung der gewählten Blume ist, je nach zeitlichem Rahmen, optional. Mit der Aufforderung auf dem Arbeitsauftrag sollen die SchülerInnen zusätzlich animiert werden, die Fragestellungen angemessen zu beantworten. Eine Nachbesprechung zur Ergebnissicherung sollte jedenfalls durchgeführt werden.

*Anmerkung: Das AB für die OS unterscheidet sich nur in den Formulierungen.*

## Arbeitsauftrag 2: Blumenvergleich

Steht etwas mehr Zeit zur Verfügung, kann nach dem Einsatz der blütenbiologischen Modelle dieser Arbeitsauftrag eingesetzt werden.

Der Arbeitsauftrag entspricht im Wesentlichen dem vorigen Arbeitsauftrag, er weist aber auch einige Unterschiede zum Ersten auf. Die einzelnen Fragen bzw. Aufgabestellungen sind sehr ähnlich, jedoch werden mehrere Blumen untersucht und verglichen. Auf die didaktischen Überlegungen dahinter wird nach der Vorstellung des Arbeitsblattes eingegangen.

Analog wie in Auftrag 1 werden die SchülerInnen wieder einzeln oder in Gruppen losgeschickt um Blüten bzw. Blumen zu suchen, wobei die zuvor zugeteilten Insektenrollen beibehalten werden. Sie sollen ebenso wieder eine Skizze mit Beschriftung der Blütenbestandteile anfertigen. Die nachfolgende Frage „*Was bietet diese Blume Besonderes*“ fordert die SchülerInnen auf, Besonderheiten (Auffällige Farbe; Größe, etc.) anzuführen. Die Items „*An welche Bestäuber ist die Blume angepasst?*“ und „*Beschreibe kurz wie die Bestäubung ablaufen könnte!*“ treten in ähnlicher Weise auch beim bereits besprochenen Arbeitsauftrag 1 auf und wurden bereits eingehend diskutiert.

Worin liegt nun der Unterschied zwischen den beiden Arbeitsaufträgen? Bereits in der Herangehensweise an den Auftrag lassen sich Differenzen erkennen. Beim ersten Arbeitsauftrag werden die SchülerInnen voraussichtlich gezielt eine Blume aussuchen. Die Motive für die Wahl können dabei sehr vielfältig sein (Bekanntheit der Pflanze; Einfachheit; Schönheit; Kuriosität;...). Dabei ist es offen, ob das Insekt als Bestäuber für die Blume geeignet ist, oder nicht. Im zweiten Arbeitsauftrag hingegen, werden die SchülerInnen von Anfang an dazu angehalten, eine möglichst „passende“ Blume zu finden.

Somit werden im AB Blumenvergleich vergleichende Denkweisen stärker forciert. Es müssen die Strukturen und Eigenschaften mehrerer Blumen verglichen und in Folge auch über unterschiedliche Bestäubungsmechanismen nachgedacht werden. Diese müssen wiederum in Bezug zur eigenen Insektenrolle gesetzt werden um herauszufinden, welche Blume am besten geeignet ist. Für die Untersuchung der drei Blumen wird allerdings mehr Zeit benötigt und auch eine entsprechende Nachbesprechung fällt länger aus als im ersten Arbeitsauftrag. Jedoch bietet dieser Arbeitsauftrag die Möglichkeit, die zuvor gehörten Inhalte umfassender zu wiederholen und eigenständig zu vertiefen.

Der Arbeitsauftrag ist vorrangig für die Unterstufe konzipiert, kann allerdings auch für ältere SchülerInnen eingesetzt werden.

### **Arbeitsauftrag 3: Gartenrallye**

Die hier besprochene Gartenrallye dient ebenso der Verfestigung der Erkenntnisse nach dem Einsatz der Blumenmodelle. Der Auftrag bezieht sich explizit auf die besprochenen Blumenmodelle, jedoch wird auf die Beibehaltung der Insektenrollen verzichtet. Die Gartenrallye ist speziell für den Einsatz in Botanischen Gärten oder anderen Pflanzensammlungen vorgesehen, kann jedoch auch in Wiesen mit einer entsprechenden Blumenvielfalt durchgeführt werden.

Der Arbeitsauftrag hält die SchülerInnen dazu an, reale Entsprechungen für die Blumenmodelle zu suchen. Hierdurch soll die Sekundärerfahrungen durch den Modelleinsatz noch stärker mit Primärerfahrungen verknüpft werden. Da alle zuvor besprochenen Blumentypen eigenständig gesucht werden müssen, ergibt sich ein umfassender Learning-Loop. Dabei bleibt auch Raum für Neues, da in der Nachbesprechung auch schwierig bzw. nicht zuordenbare Blumentypen besprochen werden können. Die Items des Auftrags ähneln in der Fragestellung denen der vorher diskutierten Arbeitsblätter und werden darum an dieser Stelle nicht erneut diskutiert. Der Arbeitsauftrag zielt wiederum darauf ab, die SchülerInnen zu eigenständigem Denken anzuregen und das theoretische Wissen in die Praxis umzusetzen.

Für die Durchführung der Gartenrallye sollte genügend Zeit einkalkuliert werden, da die Blumen nach den vorgegebenen Kriterien ausgewählt und untersucht werden müssen. Hinzu kommt die Zeit, die für die Nachbesprechung benötigt wird.

#### **1.4. Nachbesprechung**

In der Nachbesprechung sollen die Ergebnisse der Arbeitsaufträge besprochen werden. Diese variiert je nach verwendetem Arbeitsauftrag und den von den SchülerInnen gewählten Pflanzen, wodurch keine genaue Anleitung für die Nachbesprechung gegeben werden kann. Es sollte jedoch zumindest auf die Probleme, Schwierigkeiten und Fragen der SchülerInnen, die sich aus der Beschäftigung mit den Arbeitsaufträgen ergeben haben, eingegangen werden. Dabei gilt es, den Bezug zu den erarbeiteten blütenökologischen Inhalten, zu wiederholen und weiter zu vertiefen. Die Nachbesprechung fordert vom / von der Unterrichtenden eine breite fachliche Basis, da nur bedingt absehbar ist, welche Pflanzen von den SchülerInnen untersucht werden. Bringen die SchülerInnen dem/der LehrerIn unbekannte Pflanzen, so ist eine gute Artenkenntnis von Vorteil, aber nicht zwingend notwendig. Wichtiger ist, den Bestäubungstyp zu erkennen bzw. Hypothesen dafür, wie die Bestäubung jeweils ablaufen könnte, aufzustellen. Solche Hypothesen können im Plenum mit der Klasse auf fruchtbare Weise diskutiert werden.

## **2. Allgemeine didaktische Kritik des Unterrichtsmodells**

Bei der Planung des Unterrichtsentwurfs wurde ein großer Wert darauf gelegt, möglichst viele didaktische Perspektiven mit einzubeziehen und entsprechende Konzepte umzusetzen. Eine genaue Diskussion zu Verlaufs- und Sozialformen, Interesse und Motivation, neurowissenschaftlichen Grundsätzen, biologischen Arbeitsweisen, Modellbildung etc. finden sich ausführlich in meiner Diplomarbeit.

Die im Abschnitt „Schülervorstellungen zur Blütenökologie“ angeführten Ergebnisse der Interviews spielten bei der Planung der Unterrichtseinheit zum Thema Blütenökologie eine wichtige Rolle. Nachfolgend werden die wichtigsten Aspekte daraus und deren Konsequenzen für die didaktische Strukturierung diskutiert. Außerdem soll gezeigt werden, dass das vorgeschlagene Unterrichtsmodell zur Entwicklung fachlich adäquater Vorstellungen beitragen kann.

*Anmerkung:* Immer, wenn im weiteren Verlauf von „SchülerInnen“ gesprochen wird, sind damit die im Rahmen der Diplomarbeit interviewten SchülerInnen gemeint.

### **2.1. Interviewergebnisse & Unterrichtsmodell**

In Hinblick auf das Problem der Unterscheidung zwischen Blume und Blüte konnten wenige Schlüsse aus den Interviews gezogen werden. Es zeigte sich aber, dass ein weiteres Element die Konfusion rund um Blüten und Blumen erschwert. Aus den Aussagen der befragten SchülerInnen lässt sich herauslesen, dass viele den Begriff „Blume“ mit dem gesamten Individuum gleichsetzen. Dieser Umstand liegt hauptsächlich im alltäglichen Sprachgebrauch begründet, da dort bei blühenden Pflanzen oft keine Unterscheidung zwischen den Begriffen Pflanze und Blume getroffen wird.

Die SchülerInnen besitzen auch im Bereich der Bestandteile einer Zwitterblüte wenige konkrete Vorstellungen. Die einzelnen Blütenorgane wurden nie explizit genannt, da meist von der Gesamtheit der Blütenblätter gesprochen wurde. Wird eine Blüte im Unterricht definiert bzw. deren Organe besprochen, so kann davon ausgegangen werden, dass noch wenige Konzepte bzw. Vorwissen hierzu bestehen.

Wie während der fachlichen Klärung bereits erwähnt wurde, ist eine klare Trennung des Begriffs der Bestäubung von der Diasporenausbreitung nötig. Die Interviews zeigten deutlich, wie häufig diese beiden Themengebiete gleichgesetzt und dadurch falsche Schlüsse gezogen werden. Wird dieses Problem im Unterricht bewusst angesprochen und die Unterschiede hervorgehoben, kann solchen Missverständnissen eventuell vorgebeugt werden. Insbesondere beim Thema Windbestäubung sollte dieser Unterscheidung genügend Platz eingeräumt werden.

Beim Einstieg in das Thema Bestäubung ist es in diesem Zusammenhang besonders wichtig, auf die Funktion der Bestäubung einzugehen. Dabei sollten Begriffe wie Fortpflanzung, Ausbreitung etc. mit Bedacht gewählt werden. Diese Begriffe treffen auch auf die Diasporenausbreitung zu, was in Folge zu Konfusionen führen kann.

Die Ergebnisse aus dem Bereich der Diversität der Besucher und der Pflanzen zeigen, dass die Vielfalt in den Vorstellungen der SchülerInnen eine relativ geringe Rolle spielt. Die meisten Befragten beschränkten sich auf eine oder zwei Tierarten, die bei Blumenbesuchen eine Rolle spielen. Da die Blütenökologie untrennbar mit der Besuchervielfalt verbunden ist, muss deshalb verstärkt auf diesen Aspekt im Unterricht eingegangen werden. Damit ist keineswegs ein Überhäufen der SchülerInnen mit Artnamen gemeint, sondern es sollte vielmehr auf die Diversität der Eigenschaften der Besucher eingegangen werden. Durch die Kenntnis der Differenzen der Besucher, fällt auch ein Verständnis der verschiedenen Blumenformen leichter. So kann beispielsweise die Bedeutung einer langen Kronröhre nur dann erfasst werden, wenn auch bewusst ist, wie sich die Besucher unterscheiden.

Im vorgeschlagenen Unterrichtsmodell wird bewusst auf die morphologische Diversität der Besucher eingegangen. Besonders die unterschiedlichen Mundwerkzeuge spielen im Rahmen des Nektarsuchspiels bzw. des Einsatzes der Blumenmodelle eine entscheidende Rolle. Außerdem können die SchülerInnen auch erleben, wie unterschiedliche Blumenformen sich auf den Besuch auswirken. Dadurch soll das In-Beziehung-setzen von Blumenform und Insekt erleichtert werden. Mithilfe der anschließenden Arbeitsaufträge soll das Kennenlernen und Verstehen der blütenökologischen Vielfalt weiter verstärkt werden.

Leider beschränkt sich auch die Mehrzahl der Schulbücher auf wenige Bestäuber, wobei die Honigbiene eine dominante Rolle einnimmt. Hier ist die Eigeninitiative des/der Unterrichtenden gefragt, die Bestäuber-Diversität in den Unterricht einzubringen. Auf der anderen Seite sollten SchülerInnen, die ein umfassendes Bild von der Besucher- und Blumenvielfalt haben, besonders in den Unterricht einbezogen werden. Gemeinsam können so die Eigenschaften der unterschiedlichen Besuchergruppen erarbeitet werden. Über die morphologischen Unterschiede hinaus kann auch auf Differenzen im Verhalten und der Lebensweise eingegangen werden, um die Diversität spürbar zu machen. Im Botanischen Garten Wien bietet sich durch das „Bienenhotel“ bzw. durch das Einfangen von Insekten in Becherlupen die Möglichkeit, diese Besucher live zu erleben.

Die Dominanz der Honigbiene in den Vorstellungen der SchülerInnen und in den Schulbüchern bietet aber auch eine didaktische Chance. Es ist sinnvoll die SchülerInnen darüber nachdenken zu lassen, warum die Honigbiene eine so wichtige Rolle bei der Bestäubung spielt. Viele SchülerInnen verbinden mit der Biene zudem sofort die Honigproduktion. Dieser Alltagsbezug könnte als Ausgangspunkt genommen werden, um darüber nachzudenken, was einen solchen Sammelflug besonders effizient macht und worin sich die Honigbiene von anderen Besuchern unterscheidet.

In Bezug auf die Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen zeigen die Interviews, dass anthropomorphe Vorstellungen bei den SchülerInnen überwiegen. Die

biologisch nicht zutreffende Vorstellung der helfenden Natur (siehe Schülervorstellungen zur Blütenökologie) wird während der Nektarsuche jedoch deutlich in Frage gestellt. Durch dieses Spiel können die SchülerInnen selbst erfahren, dass die Suche nach Nahrung als Grund für den Blumenbesuch genügt. Es werden keine „helfenden Motive“ oder ein Arbeitsverhältnis benötigt um den Blütenstaub von Blume zu Blume transportieren. Die SchülerInnen bekommen während des Nektarsuchspiels unbemerkt den Pollen aufgeladen, da sie beim Schlürfen des Nektars zwangsweise an den „Staubblättern“ vorbei mussten. Die Funktion des Nektars könnte mit einer einfachen Änderung des Spielablaufs illustriert werden. Wird in eine Blüte kein Nektar gefüllt, so wird diese von den SchülerInnen auf längere Sicht nicht aufgesucht werden. Somit können in Folge keine Bestäubung und auch keine Fortpflanzung erfolgen. Es zeigt sich also sofort, dass die Funktion des Nektars in der Anlockung der Bestäuber besteht und dieser nicht aus rein sozialen Gründen angeboten wird.

Die Erfahrungen, die von den SchülerInnen bei der Nektarsuche gemacht werden, sollten im Plenum diskutiert werden, um diese Problemfelder zu erörtern.

Das Themengebiet Tier- und Windbestäubung wird im vorgestellten Unterrichtsmodell zumindest von der tierischen Seite genau beleuchtet. Obwohl der Fokus der Einheit klar auf der Tierbestäubung liegt, sollte bei der Durchführung auf die jeweiligen Vor- bzw. Nachteile der beiden Bestäubungsformen eingegangen werden. Der Vorteil des gerichteten Pollentransports bei der Tierbestäubung ergibt sich wiederum aus dem Nektarsuchspiel. Um den Kontrast zur Windbestäubung zu illustrieren, kann bei der Diskussion der Nektarsuche, auch eine kleine Menge des Currypulvers durch pusten weggeblasen werden und beobachtet werden, wo dieser Blütenstaub dann landet. Den SchülerInnen wird dadurch illustriert, dass der Großteil der Pollenkörner nicht auf anderen Blumen landet, sondern irgendwo verloren geht. Die Aussagen der interviewten SchülerInnen zeigen, dass sie eigenständig Vor- und Nachteile von Bestäubungsformen abwägen können. Werden im Unterricht einige weitere Vor- bzw. Nachteile greifbar gemacht, so können diese sicherlich zu einem kritisch reflektierten Bild der Bestäubungsformen beitragen.

Abschließend sei nochmals erwähnt, dass in allen Bereichen der Blütenökologie ein evolutionäres Verständnis anzustreben ist. Aus den Interviews geht hervor, dass sich die SchülerInnen die Anpassung entweder als aktiven Prozess des Individuums oder als automatische Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen vorstellen. Aus den unterschiedlichen Rüssel- und Kronröhrenlängen geht bereits hervor, dass Blumen bzw. Besucher teilweise angepasst sind. Diese „Momentaufnahme“ illustriert, dass verschiedene Eigenschaften sich auch auf den Erfolg des Blumenbesuchs auswirken. Die SchülerInnen können jedoch keine aktive Anpassung vornehmen (z.B. Strecken des Rüssels), das Individuum muss also mit den vorhandenen morphologischen Eigenschaften auskommen. Es gibt auch keine automatische Reaktion des Organismus auf die „Umweltbedingung Nektar“. Die „alten“ Vorstellungen sind somit nicht mehr befriedigend, wodurch der Boden für eine Rekonstruktion der Vorstellung im Sinne der „conceptual reconstruction“ bereitet ist.



**Quellen:**

Diese Praxisanleitung wurde zusammengestellt von Mag. Peter Lampert, basierend auf der Diplomarbeit „Blüten und Bestäuber: Fachliche Grundlagen, Schülervorstellungen und Modelle“. Da diese Unterlagen nur zum internen Gebrauch für GartenführerInnen der Grünen Schule vorgesehen ist, wurde auf wissenschaftliche Selbstzitate aus der Diplomarbeit verzichtet.

ESCHENHAGEN, D. / KATTMANN, U. / RODI, D. (2001). *Fachdidaktik Biologie*. 5. Auflage, Köln: Aulis-Verlag Deubner.

GRAF, E. (Hrsg.) (2004). *Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis*. Donauwörth: Auer.

GROPENGIESSER, H. / KATTMANN, U. / KRÜGER, D. (2010). *Biologiedidaktik in Übersichten*. Köln: Aulis-Verlag Deubner.

LAMPERT, P. (2012). Blüten und Bestäuber: Fachliche Grundlagen, Schülervorstellungen und Modelle. Diplomarbeit, Universität Wien.

LAMPERT, P., Pany, P. & Kiehn, M. (2012). Durch die Blume: Blüten und ihre Bestäuber. *Unterricht Biologie*, 375, 11-16.

LAMPERT, P. & Pany, P. (2014). Blütenbiologie lernen mit dem Wiesen-Salbei. *Praxis der Naturwissenschaften Biologie in der Schule*, 1/63, 47-49.

OTTENI, M.: *Betrachten und Interpretieren*. In: RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.) (2010). *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin. S. 76-78.

ROTH, G. (2003) *Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?* In: *REPORT*, 26, 3, S. 20-28.

RUPPERT, W. / SPÖRHASE, U. (Hrsg.) (2010). *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen.