

## **Aktualisierung interaktiver Lernmodule für das Grundmodul Botanik**

### **(Qualitätssicherungsmittel 2016, Studierendenvorschlagsbudget)**

Mit den Qualitätssicherungsmitteln, die dem Botanischen Garten 2016 aus dem Studierendenvorschlagsbudget bewilligt wurden, konnten fünf interaktive Lernmodule mit Inhalten aus dem Bereich der Botanik wie geplant aktualisiert werden. Diese Lernmodule begleiten die Übungen des Grundmoduls Botanik (Teil 2, Angiospermen), in denen die Grundlagen der Morphologie und Evolution der Blütenpflanzen durch Untersuchungen an Pflanzenmaterial vermittelt wird. Die Übungen sind in fünf Themenbereiche gegliedert: Aufbau der Angiospermenblüte, Fruchtformen und Ausbreitungsarten, Bestäubungsökologie, Scheinblüten und Einkeimblättrige. Die 2009 konzipierten Lernmodule können sowohl als Vorbereitung der Übungen als auch zur Nachbereitung bzw. Klausurvorbereitung genutzt werden und ermöglichen dabei eine an die Klausuranforderungen angepasste Wissensüberprüfung. Für jeden Themenbereich bzw. Übungstag steht jeweils ein interaktives Lernmodul zur Verfügung (Aufbau der Angiospermenblüte, Fruchtformen und Ausbreitungsarten, Bestäubungsökologie, Scheinblüten und Einkeimblättrige). In der ersten Version wurden die Lernmodule mit Flash programmiert und online über die Webseite des Botanischen Gartens zum Abruf bereitgestellt. Im Laufe der letzten Jahre traten dabei zunehmend Probleme bei der Nutzung der Lernmodule auf, da sie mit vielen modernen Geräten in der ursprünglichen Form nicht mehr kompatibel waren.

Die für 2016 bewilligten Mittel aus dem Studierendenvorschlagsbudget konnten nun für eine Umprogrammierung der Lernmodule eingesetzt werden. Sie sind jetzt auf ILIAS verfügbar, kompatibel mit allen modernen Endgeräten und können auch mit einem Smartphone angewendet werden. Wir haben diese Umprogrammierung ebenfalls genutzt, um die Systematik der angesprochenen Pflanzengruppen nach Cole & Hilger (2016) zu aktualisieren und an die neue Darstellung der Systematik und Evolution der Blütenpflanzen im Skript zu den Übungen und in einer für die Studierenden entworfenen Infobroschüre zum „System der Blütenpflanzen“ im Botanischen Garten anzugleichen.

Die Lernmodule sind nun abrufbar unter [www.ilias.uni-freiburg.de](http://www.ilias.uni-freiburg.de). Nach der Anmeldung gelangt man über [“Magazin → Semesterübergreifende Inhalte → Fakultät für Biologie → Grundkurs Botanik - Teil B → Lernmodule“](#) zu den entsprechenden Dateien.

Die Umprogrammierung der Lernmodule sollte ursprünglich durch wissenschaftliche Hilfskräfte durchgeführt werden. Im Laufe der Absprachen mit der elearning-Stelle des Rechenzentrums hat sich jedoch herausgestellt, dass die Anstellung mehrerer, parallel arbeitender studentischer Hilfskräfte organisatorisch äußerst ungünstig ist. Zudem war die Suche nach geeigneten wissenschaftlichen Hilfskräften mit entsprechenden Kenntnissen erheblich zeitaufwendiger als geplant. Daher wurde im Dezember 2016 ein einmonatiger 13 TV-L-Vertrag mit Arbeitszeitreduzierung auf 75% für Frau Miriam Beneragama für die Umprogrammierung der Lernmodule ausgestellt (siehe Vertrag Miriam Beneragama im Anhang). Frau Beneragama verfügt über umfangreiche Vorkenntnisse und konnte alle geplanten Arbeiten im Rahmen ihres Vertrages erledigen. Die Lernmodule werden im diesjährigen Botanikmodul (ab 12.6.) erstmals in der aktualisierten Form eingesetzt. Im Folgenden finden sich ausgewählte Screenshots der mit den bewilligten Mitteln aktualisierten Lernmodule zur Illustration:



## 1 Die Angiospermenblüte (2/10)



Seerose (*Nymphaea* sp.)



### Einleitung - Die Angiospermenblüte

Die **Blüte** ist oft das auffälligste Organ einer Pflanze. Trotz der großen Formenvielfalt erfüllen alle Blüten die gleiche Funktion: die **Reproduktion**. Morphologisch können die Blütenformen auf eine **Ursprungsform** zurückgeführt werden.

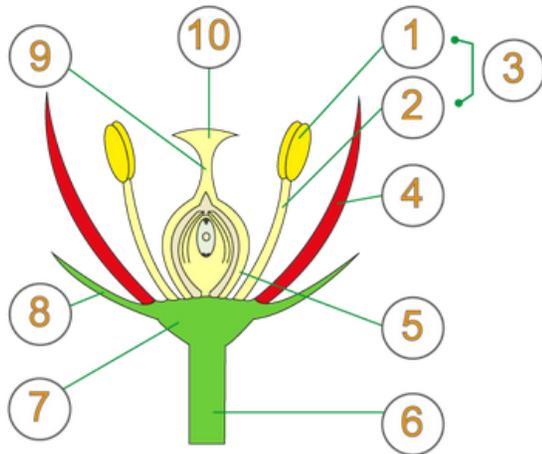
Foto: Botanischer Garten Freiburg



### 1 Die Angiospermenblüte (4/10)

#### Der Aufbau der Angiospermenblüte

Wie bezeichnet man die Blütenteile? Ziehen Sie die Begriffskärtchen zur richtigen Nummer. Sie können 10 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.



Anordnung zurücksetzen

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

- |                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| Kelchblatt (Sepalum)       | Blütenstiel            |
| Griffel (Stylus)           | Fruchtknoten (Ovarium) |
| Narbe (Stigma)             | Staubbeutel (Anthere)  |
| Kronblatt (Petalum)        | Staubfaden (Filament)  |
| Blütenboden (Receptaculum) | Staubblatt (Stamen)    |



### 1 Die Angiospermenblüte (6/10)



#### Die Entstehung der Blütenhülle

Erstellen Sie eine Modellreihe zur Entwicklung der Tepalen von *Helleborus foetidus*.

Ordnen Sie die Blätter der Stinkenden Nieswurz von unten nach oben in die richtige Reihenfolge (per Drag and Drop).

Vergleichen Sie anschließend die Ausbildung von Blattstiel, -grund und -spreite und füllen Sie Ihre Beobachtungen im unteren Lückentext aus.



► Schema einblenden

#### Was konnten Sie beobachten?

Wie verändern sich **Blattgrund**, **Blattstiel** und **Blattspreite** mit der Höhe der Ansatzstelle an der Pflanze?

Der Blattgrund wird

Der Blattstiel wird

Die Blattspreite wird



► Tipp

## 1 Die Angiospermenblüte (10/10)



Garteneibisch (*Hibiscus schizopetalus*)



### Was Sie bisher gelernt haben...

Sie haben den **Aufbau** einer idealisierten Blüte wiederholt und gelernt, wie die **Blütenorgane** benannt werden.

Ihnen ist nun klar, welche **Funktion** die Angiospermenblüte erfüllt.

Anhand von Modellreihen konnten Sie nachvollziehen, wie und aus welchen Ursprungsorganen die Blütenhülle in der **Evolution** entstanden ist.

Sie konnten wiederholen, welche **Merkmale** einer Blüte als **ursprünglich** (plesiomorph) und welche als **abgeleitet** (apomorph) angesehen werden.

### Weitere Module zum Kurs:

- [Fruchtformen und Ausbreitungsarten](#)
- [Bestäubungsökologie](#)
- [Pseudanthien](#)
- [Monokotyle](#)

### Verwendete und weiterführende Literatur:

**Cole, T. & Hilger, H.** (2016): Stammbaum der Angiospermen. Systematik der Blütenpflanzen. Berlin: Walter de Gruyter.

**Heß, D.** (1990): Die Blüte - Einführung in Struktur und Funktion, Ökologie und Evolution der Blüte. Stuttgart: Ulmer.



## 2 Fruchtformen und Ausbreitungsarten (2/12)



### Einleitung - Fruchtformen und Ausbreitungsarten

Wir kennen **Früchte** meist als schmackhaftes Obst zur Zwischenmahlzeit oder als Kuchenbelag. Es gibt unzählige Formen, Farben und Variationen.

Doch die eigentliche **Funktion** von Früchten ist nicht unsere Ernährung, sondern die **Ausbreitung** des Samens. Hierfür gibt es zahlreiche **morphologische Anpassungen und unterschiedliche Strategien**.

Erdbeeren sind keine Beeren.



Foto: Botanischer Garten Freiburg



## 2 Fruchtformen und Ausbreitungsarten (4/12)

### Der Fruchtknoten

Wie wird die **Lage des Fruchtknotens** (Gynözeum) zu den anderen Blütenorganen bezeichnet? Und wie nennt man die **Lage der Blüte** in Bezug zum Fruchtknoten?  
**Tippen Sie die richtigen Begriffe in die Tabelle. Folgende Begriffe stehen zur Auswahl:**

*unterständiges Gynözeum, hypogyne Blüte, epigyne Blüte, mittelständiges Gynözeum, perigyne Blüte, oberständiges Gynözeum*

Sie können 6 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.

			
Lage des Fruchtknotens:	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>
Lage der Blüte:	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>

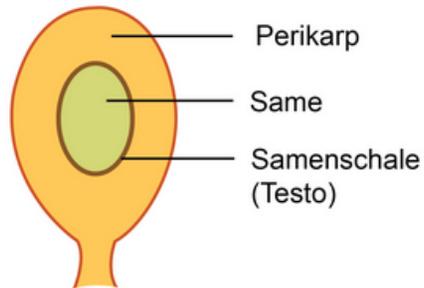
► Tipp

Zeichnungen: Friederike Gallenmüller



## 2 Fruchtformen und Ausbreitungsarten (6/12)

### Schema einer einsamigen Frucht



Die Frucht besteht aus dem Perikarp, das die Samenschale mit dem Samen darin umhüllt.

### Der Aufbau von Früchten

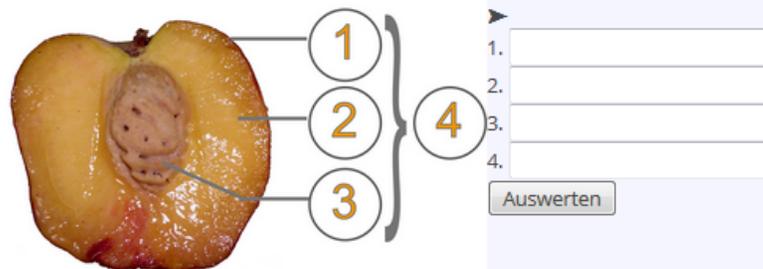
Aus den **Fruchtblättern**, die die Samen umhüllen, geht die **Fruchtwand** (Perikarp) hervor. Im Laufe der Fruchtbildung verändert sich diese je nach Fruchtart. Teile können **verholzen**, **fleischig** oder **häutig** werden. Außer den Fruchtblättern können auch noch andere **Organe** an der Fruchtbildung beteiligt sein, wie zum Beispiel der Blütenboden bei der Entwicklung der Erdbeere (*Fragaria* sp.).

Bei den **Steinfrüchten** (z.B. Kirsche, Pfirsich, Aprikose und v.a.), lässt sich das aus einem einzigen Fruchtblatt bestehende Perikarp weiter in Exokarp, Mesokarp (= "Fruchtfleisch") und Endokarp (= "Steinkern") differenzieren.



### Beschriften Sie die Fruchtteile des Pfirsichs.

Sie können 4 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.



1.

2.

3.

4.

Auswerten



Der Pfirsich (*Prunus persica*) ist eine Steinfrucht.

► Tipp

## 3 Bestäubungsökologie (2/11)



### Einleitung - Bestäubungsökologie

Bei der **Bestäubung** wird Pollen übertragen. Bei den **Gymnospermen** gelangt er auf die Mikropyle der Samenanlage, bei den **Angiospermen** auf die Narbe des Gynözeums.

Der Transport des Pollens findet meist durch einen **Vektor** wie Wind, Wasser oder Tiere statt. Dementsprechend wird dann von **Anemo-, Hydro- oder Zoogamie** gesprochen.

Blütenstand eines Löwenzahns  
(*Taraxacum officinale*) mit  
blütenbesuchender Biene



Foto: Botanischer Garten Freiburg



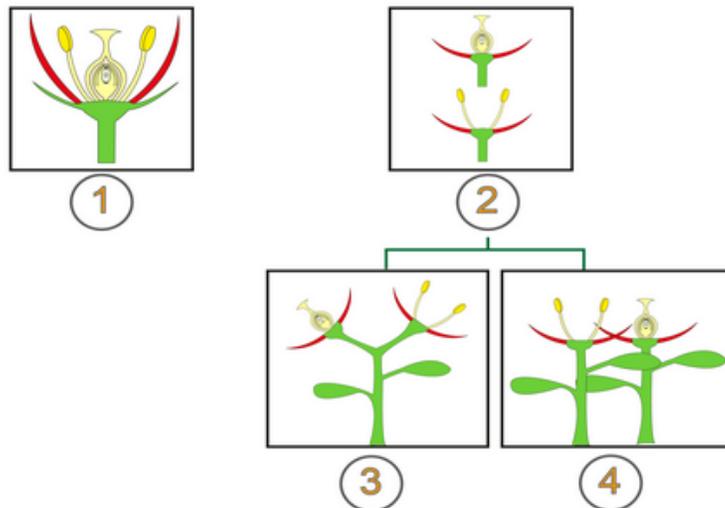
### 3 Bestäubungsökologie (3/11)

#### Was sind staminate und karpellate Blüten?

Die Funktion einer Blüte ist die **Reproduktion** (vgl. Modul 1). Dazu muss die Blüte jedoch zunächst bestäubt werden. Bei den unterschiedlichen Bestäubungsarten gibt es wiederum spezielle Anpassungen.

Viele Angiospermen sind **tierbestäubt** (zoogam). Weil der Pollen häufig als Attraktion dient, befinden sich Staub- und Fruchtblätter meistens an einer Blüte, denn der Pollen soll schließlich auf die Narbe gelangen. Solche Blüten nennt man staminokarpellat.

Bei **windbestäubten Angiospermen** sind die Blüten meist **diklin**, das heißt, sie besitzen entweder nur noch Fruchtblätter (= karpellate Blüten) oder nur noch Staubblätter (= staminate Blüten). Die Bezeichnungen "männliche" und "weibliche" Blüten sollten höchstens in Anführungszeichen verwendet werden, da es sich um Gametophyten-Bezeichnungen handelt, die Blüte jedoch ein Sporophytenorgan ist.



Was bedeuten die Begriffe *monoklin*, *diklin*, *monözisch* und *diözisch*?

**Ordnen Sie diese den passenden Blütenabbildungen zu!**

Sie können 4 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.

1.

2.

3.

4.

Auswerten



## 3 Bestäubungsökologie (7/11)

### Besondere Anpassungen an Zoogamie

Neben Farbe, Form oder Duft gibt es **besondere Vorrichtungen** zur **Anlockung von Bestäubern**...

Bis auf die Gattung ***Ophrys*** aus der Familie der **Orchidaceae** (Ordnung Spargelartige - Asparagales) gehören alle Beispiele zu den **Lamiales**.

▶ Systematik Asparagales

▶ Systematik Lamiales

**Ordnen Sie die Pflanzennamen (Kästen unten rechts) per Drag and Drop den passenden Beschreibungen zu.**

Sie können 5 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.



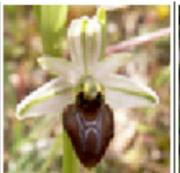
Roter  
Fingerhut  
(*Digitalis purpurea*)



Zymbelkraut  
(*Cymbalaria muralis*)



Ehrenpreis  
(*Veronica sp.*)



Ragwurz  
(*Ophrys sp.*)



Fünffaden  
(*Penstemon sp.*)



Deutlich **zygomorphe Rachenblüte**,  
**Staubblattattrappen** in Form von  
Borsten am Boden der Blütenröhre,  
zusätzliche Lockwirkung durch  
**Punktierung**.

Geruch, Gestalt und Behaarung gaukelt  
**Langhornbienenmännchen** die  
**Anwesenheit eines Weibchens** vor, so  
dass sie versuchen mit der Blüte zu  
kopulieren.

Anordnung zurücksetzen

Roter Fingerhut (*Digitalis purpurea*)

Zymbelkraut (*Cymbalaria muralis*)

Ehrenpreis (*Veronica sp.*)

Ragwurz (*Ophrys sp.*)

## 4 Pseudanthien (2/8)



### Einleitung - Pseudanthien

Eine **Blume** ist im botanischen Sinne eine bestäubungsbiologische Einheit. Sie kann aus einer einzelnen Blüte bestehen, aus Teilen einer Blüte, oder aber aus mehreren Blüten zusammengesetzt sein. Bei solchen, eine Blume bildenden Blütenständen, spricht man von Scheinblüten oder **Pseudanthien**.

Pseudanthien haben sich in mehreren Angiospermen-Familien entwickelt.

Die Ringelblume (*Calendula officinalis*) ist ein  Beispiel für ein Pseudanthium.



### 4 Pseudanthien (3/8)

#### Einfache Blütenstände

Kennen Sie Beispiele für die unten abgebildeten Blütenstände? Ordnen Sie die Pflanzennamen (aus dem Dropdownmenü) den Blütenstandstypen zu.

Sie können 6 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.

Folgende Pflanzen stehen zur Auswahl:

Schlangen-Knöterich ( <i>Bistorta officinalis</i> )	Wolfs-Eisenhut ( <i>Aconitum lycoctinum</i> )	Großer Wiesenknopf ( <i>Sanguisorba officinalis</i> )	Mais ( <i>Zea mays</i> )	Sonnenblume ( <i>Helianthus annuus</i> )	Große Sterndolde ( <i>Astrantia major</i> )

▶ 1	▶ 2	▶ 3
<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Auswerten"/>

▶ 4	▶ 5	▶ 6



## 4 Pseudanthien (7/8)

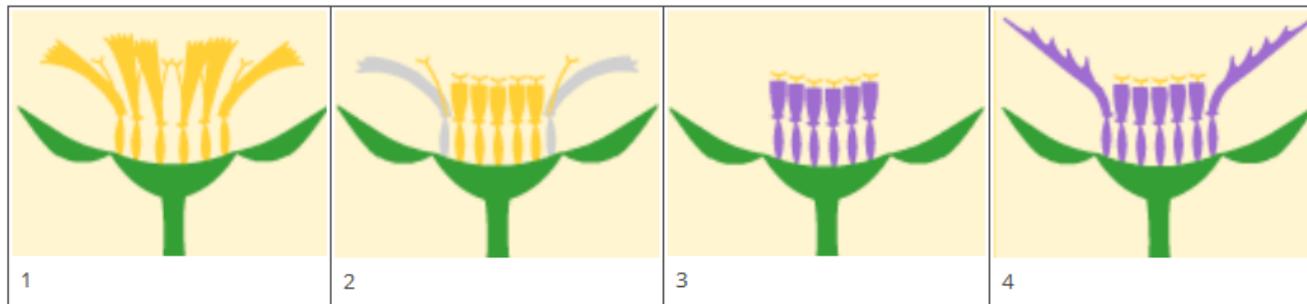
### Aufbau der Pseudanthien bei den Asteraceen

Das typische Pseudanthium der Asteraceen wird **Körbchen** genannt. Dabei können die **Einzelblüten unterschiedlich aufgebaut** sein.

**Wählen Sie die passenden Beschreibungen im Drop-Down-Menü aus und beschriften Sie die Fotos von Asteraceen-Blüten mit der passenden Zeichnungsnummer.**

Sie können 8 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.

zur Auswahl stehende Zeichnungen:



Leberbalsam (*Ageratum* sp.) 🔍



Wiesen-Flockenblume  
(*Centaurea jacea*) 🔍

## 5 Monokotyle (2/10)



### Einleitung - Monokotyle

Der Mais (*Zea mays*) ist eine monokotyle Pflanze. Die Monokotylen (oder "Monokotyledonen") stellen auf fast allen Erdteilen einen hohen Anteil unserer **Grundnahrungsmittel**. Weizen (*Triticum* sp.), Mais (*Zea mays*), Reis (*Oryza* sp.) und Hirse (z.B. *Sorghum bicolor*) sind monokotyle Pflanzenarten und gehören sogar nur einer einzigen Familie an: den **Poaceen**.

Der Mais (*Zea mays*) ist eine monokotyle Pflanze.





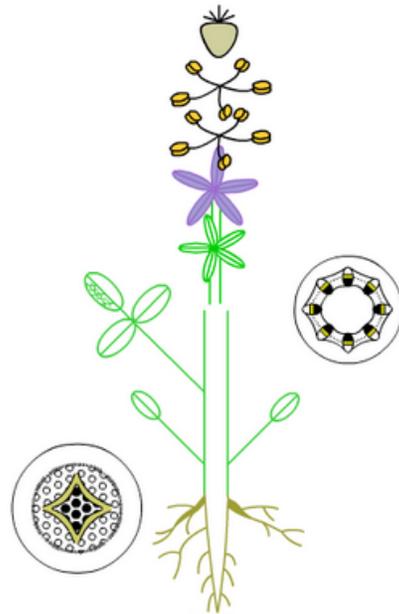
## 5 Monokotyle (4/10)

### Morphologische Unterschiede zwischen Mono- und Dikotylen

Mono- und Dikotyle lassen sich durch mehrere Merkmale unterscheiden.

**Klicken Sie auf die Fächer mit den Bezeichnungen der Pflanzenteile und lassen Sie sich die Unterschiede anzeigen.**

#### Basale- und Eudikotyle



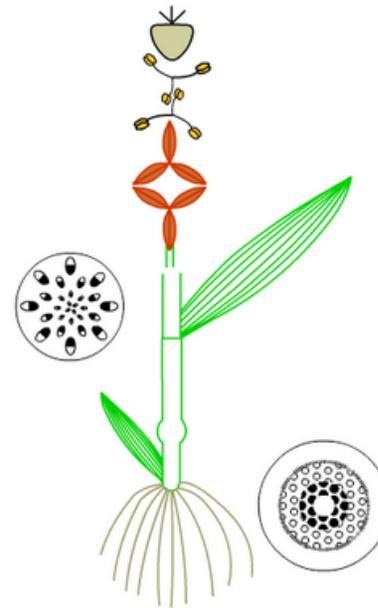
#### Monokotyle

**Blüte:**  
Gynöceum  
Andröceum  
Perianth

**Leitbündel:**  
Anordnung  
Kambium

**Blatt:**  
Nervatur  
Blattform  
Blatt-  
-stiel  
-scheide  
Keimblätter

**Wurzel:**  
Hauptwurzel  
Leitbündel



▶ Gynözeum

▶ Andrözeum

▶ Perianth

▶ Leitbündel - Anordnung

▶ Kambium



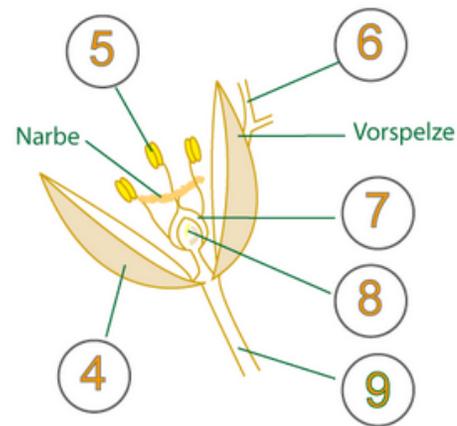
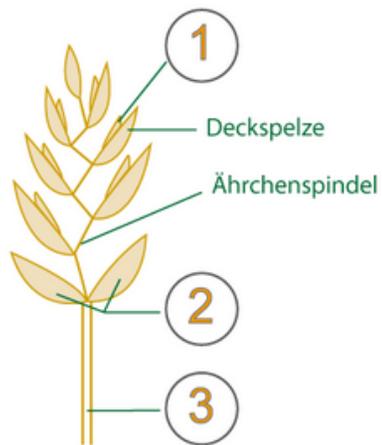
## 5 Monokotyle (9/10)

### Die Poaceenblüte

Bei der Bestimmung der Poaceen (Süßgräsern) sollte der **Aufbau von Ährchen und Blüte** bekannt sein.

**Wählen Sie für die Nummern der Abbildungen die richtigen Beschriftungen aus.**

In dieser Übung können Sie maximal 9 Punkte erreichen. Nach dem 3. Versuch können Sie die Lösung ansehen.



1.

2.

3.

4.

