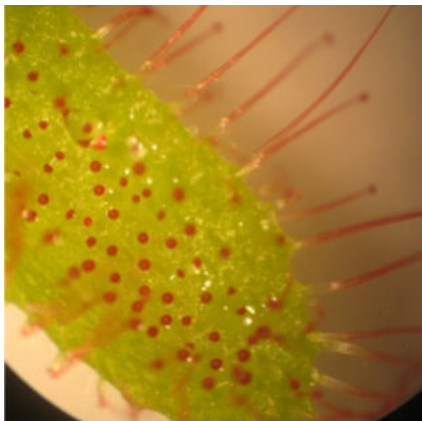
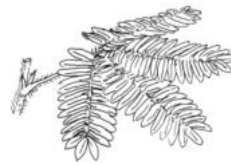


Arbeitshilfe Bewegung

Experiment und Beobachtung



Inhalt

Vorwort	Seite 2
Beobachtung und Experiment in den Bildungsplänen	Seite 3
Bewegungen bei Pflanzen	Seite 4
Die Mimose <i>Mimosa pudica</i>	Seite 5
Die Venusfliegenfalle <i>Dionaea muscipula</i>	Seite 11
Auf den Spuren von Charles Darwin - Bewegungen beim Sonnentau	Seite 13
Mittagsblumen	Seite 14
Die „Auferstehungspflanze“ oder falsche „Rose von Jericho“	Seite 17
Quellungsbewegungen beim Kieferzapfen <i>Pinus sylvestris</i>	Seite 18
Quellungsbewegungen bei Teilfrüchten des Reiherschnabels	Seite 19
Beobachtungen zu Bewegungen bei Pflanzen im Freiland und auf der Fensterbank	Seite 21
Quellen	Seite 25

Vorwort

Eigentlich war es eine ganz normale Biologiestunde.

Bis zu diesem durchdringenden Schrei. Alles hielt inne, sah auf, nur C., eine sonst eher stille Schülerin, sah sich fragend und etwas verständnislos um. Sie hatte doch nur versucht auszuprobieren, ob die Mimose etwas hört!

Schließlich war die Aufgabe herauszufinden, auf welche Reize diese Pflanze reagiert. Es ist möglich, die Aufgabe ganz offen und allgemein zu formulieren, es ist auch möglich, sehr detailliert vorzugeben, welche Experimente zur Reizqualität nach Plan durchgeführt werden sollen.

Schließlich bleibt es nicht aus zu fragen, ob man einfach so Pflanzen anbrennen, schneiden, stechen, zwicken und schlagen darf. Wenn es an Ihrer Schule Philosophieunterricht in Klasse 5 und 6 gibt (PhiNa), passt dieses Thema ausgezeichnet.

Die Venusfliegenfalle muss sehr viel vorsichtiger behandelt werden, sonst geht sie ein. Ohnehin ist sie nicht ganz einfach zu halten, dabei kann sie den Winter gut ausgepflanzt im Moorbeet überstehen. Sie zieht draußen ein. Sie finden im Quellenverzeichnis Hinweise zur Anlage eines Moorbeetes

Der Sonnentau aus Südafrika ist hervorragend geeignet für die Anwendung der gelernten Methoden; die vielen Experimente Darwins sind ein Leitfaden.

Bewegungen von Pflanzen und Pflanzenteilen, die abgestorben sind, lassen sich gut als weiteres Thema anschließen.

Mimose, Venusfliegenfalle, Sonnentau, Rose von Jericho und Früchte der Mittagsblumen erhalten Sie im Botanischen Garten im Rahmen des Pflanzenabholprogramms kostenlos.

Diese Arbeitshilfe gibt Anregungen für die Arbeit mit diesen Pflanzen im Unterricht von Klasse 5 und 6, wobei anspruchsvollere Gestaltungen der Experimente sie auf für höhere Klassenstufen geeignet machen.

Auch im Ökologieunterricht der Oberstufe können die aufgeführten Zusammenhänge aufgegriffen werden.

Eine Liste für Beobachtungen im Schulgarten oder auf einem Rundgang im Botanischen Garten schließt die Arbeitshilfe ab.

Beobachtung und Experiment in den Bildungsplänen Bewegungen bei Pflanzen

Einen Überblick über Bewegungen im Pflanzenreich zu bekommen, ist gar nicht so einfach, da sich hier sowohl **Wachstumsbewegungen** oder Nutationen (irreversibel) als auch **Turgor- oder Variationsbewegungen** (reversibel) finden lassen, die autonom oder reizbeeinflusst ablaufen können. Zudem werden die Formen der Bewegung auch noch unterschiedlich systematisiert:

Tropismen sind **Krümmungs-bewegungen**, die durch einen einseitigen Reiz ausgelöst und durch ihn in ihrer Richtung bestimmt werden; es sind also **gerichtete** Bewegungen.

Licht, Schwerkraft, Berührung, chemische Substanzen, Verletzungen und Ströme rufen solche Bewegungen hervor. Daher unterscheidet man Photo-, Gravi(Geo)-, Thigmo-, Chemo-, Traumato- und Elektrotropismen.

Auf **Führungen** im Botanischen Garten lassen sich einige Beispiele zeigen:

Die Blütenstiele des zu den Braunwurzgewächsen gehörenden Zimbelkrautes (*Cymbalaria muralis*) sind **positiv phototrop**. Die Rachenblüten werden von Insekten bestäubt und so macht es Sinn, wenn sie gut zu sehen sind. Da die Pflanze an Mauern wächst, gibt sie dem Samen die Möglichkeit, an geeigneter Stelle zu keimen. Die Fruchstiele werden **negativ phototrop** und wachsen vom Licht weg in die Mauerritzen hinein. (Im **Wüstengarten** wächst das Zimbelkraut in den Schiefermauern.) Eine solche Umstimmung gibt es auch beim Gravi- oder Geotropismus. Sprossachsen wachsen in der Regel senkrecht nach oben; dazu müssen sie negativ geotrop reagieren. Die Blüten der aus Südamerika stammenden Erdnuss (*Arachis hypo-gaea*) werden zunächst aufrecht gehalten, nach der Befruchtung aber drehen sich die Stiele um 180 ° und schieben die reife Frucht in die Erde. Auch die Erdnuss ist in unserem **Pflanzenabholprogramm** enthalten. Im April blühen im Botanischen Garten die Kaiserkronen – die Blüten hängen herab. Die reifenden Früchte richten sich auf. Auch bei der Schachblume ist das so. Die Knospen des Mohns hängen, die Blüten stehen aufrecht. Die Umstimmung ist also gar nicht so selten.

Bei den **Nastien** übt der Reiz keine richtende Wirkung aus; es sind **ungerichtete** Bewegungen. Meistens liegen diesen Bewegungen Änderungen im Turgor, in dem Druck des Zellsaftes gegen die Zellwand zugrunde. Bei den auffälligsten Bewegungen reagieren die Pflanzen auf Erschütterungs- und Berührungsreize, sind seismo- bzw. thigmonastisch. Die **Mimose** oder Sinnpflanze (*Mimosa pudica*) ist dafür das beste Beispiel. Wie die Mimose hat auch die **Venusfliegenfalle** (*Dionaea*) Blattgelenke, in denen die Blatthälften durch Turgorschwankungen bewegt werden können.

Bei vielen Leguminosen finden sich circadiane Rhythmen in der Blattstellung. Gegen Abend sinken die Blätter ab, gegen Morgen heben sie sich wieder. Bei der Mimose ist das auch zu beobachten.

Nastische **Wachstumsbewegungen** finden sich z.B. bei **Krokus** und **Tulpe**. Beim Krokus genügen schon 0,2°C Temperaturunterschied, um ein Öffnen der Blüte auszulösen, bei der Tulpe muss es mindestens 1°C sein. Die Innenseite der Blütenblätter beginnt zu wachsen, die Tulpenblüten wachsen um bis zu 7% während einer Öffnung.

Der Schließvorgang beruht auch auf Wachstumsprozessen. Solche **Thermonastien** lassen sich leicht als Experiment gestalten: Aus dünnem Styropor kann man schnell ein kleines Floß brechen, mit einer Stopfnadel, einer Kugelschreiber-mine, einem Streichholz ein Loch hineinstecken, eine gepflückte Tulpen-, Löwenzahn- oder Gänseblümchenblüte hindurch- stecken und auf einem Glas mit warmem (30-35°C) und kaltem Wasser aus dem Wasserhahn (7-10°C) schwimmen lassen. Man kann die Flöße umsetzen, und der Prozess wird umgekehrt.

Die **Quellungsbewegungen** bei Fruchtständen, Früchten und Samen gehören in eine ganz andere Kategorie. Hier ist es die Struktur der Zellwand, die bei der Aufnahme von Wasser für die Bewegung der Pflanzenteile sorgt. Die Gewebe sind tot. Die Anordnung der Mikro-fibrillen sorgt bei Befeuchtung z.B. für eine Ausdehnung in unterschiedliche Richtung, so dass eine Spirale entsteht. Immer handelt es sich um reversible Bewegungen.

Dazu können Sie im **Pflanzenabholprogramm** die Rose von Jericho erhalten. Kiefernzapfen findet man überall.

Bei vielen **Turgorbewegungen** ist das anders, wenn durch die Gewebespannung im lebenden Gewebe Pflanzenteile auseinander reißen, wie das z.B. beim „Rühr-mich-nicht-an“ (*Impatiens*) der Fall ist. Die Frucht wird beim Ausschleudern der Saat zerstört, die Bewegung ist **irreversibel**.

Im Gift- und Mittelmeergarten lohnt es, ab August nach den Früchten der Spritzgurke Ausschau zu halten – der Saft, der mit den Samen bei Berührung der reifen Frucht verspritzt, ist übrigens hautreizend.

Schlafbewegungen

Hierfür steht ein südafrikanischer Verwandter unseres Sauerklees (*Oxalis acetosella*), dessen Blätter sich je nach Tageszeit und Belichtung heben und senken. Die Pflanze gehört auch in die Pflanzenlieferung der **Sukkulenten**. Ungewöhnlich ist sie, weil der **Blattstiel sukkulent** ist. Bei Dunkelheit, gegen Abend, senkt diese Pflanze ihre Blätter ab und hebt sie erst gegen Morgen wieder. Eine Verdunkelung mit einer lichtun-durchlässigen Abdeckung ruft ebenfalls eine Absenkung hervor.

Die Früchte der Mittagsblumen haben einen extrem komplexen Aufbau. Die Wüstenpflanzen nutzen den äußerst seltenen Regen, damit die Tropfen die Samen aus ihren Fächern ausschleudern. Vorher hat sich nach einem ersten Schauer die Frucht bereits entfaltet. Anstatt dies zu beschreiben, sollten Sie das einmal unbedingt beobachten. Mit einer Pflanzensprühflasche lässt sich die Bewegung auslösen.



Die Mimose *Mimosa pudica*

Empfindlich wie eine Mimose!?

Zur Gattung der Mimosen gehören etwa 480 meist tropische Pflanzen. Die Sinnpflanze oder *Mimosa pudica* ist die bekannteste, aber keineswegs die einzige mit empfindlichen Blättern. Sie stammt ursprünglich aus Brasilien und wächst zu einem Halbstrauch von 30 bis 50cm Höhe heran. Heute ist die Mimose auch in Afrika und Asien als „Unkraut“ verbreitet. Sie gehört zu den Leguminosen. Sie wächst am besten in einem Gemisch von Lauberde, Kompost und Sand. Auf jeden Fall muss es eine leichte Erde sein. Mimosen lassen sich leicht aus Saat ziehen und wachsen in 3 bis 4 Monaten zu ansehnlichen Pflänzchen heran. Die optimale Keimtemperatur liegt bei 18° bis 20°C, die Keimblätter erscheinen nach 5-6 Tagen. Schon die ersten Blättchen nach den Keimblättern sind reizbar.

Die Mimosen vertragen keine direkte Sonne. Die gespannte Luft, die sie in der ersten Zeit benötigen, erreicht man durch Abdecken mit einer Plastiktüte. Dann sind die Mimosen auch im Zimmer zur Blüte zu bringen. Den Winter überstehen sie meistens aus Lichtmangel nicht.

Bei jeder Erschütterung, Berührung, Verletzung oder Verbrennung der doppelt gefiederten Blätter neigen sich die Fiederblättchen 2. Ordnung, im Folgenden einfach Fiederblättchen, nach innen und dabei leicht nach vorn. Bei schwachen Reizen reagiert nur ein Fiederblättchen, meistens aber auch sein Gegenüber. Stärkere Reize setzen sich Richtung Blattstiel über die ganze Blattspreite fort. Dann senkt sich der Fiederstrahl und zuletzt senkt sich der Blattstiel mit dem ganzen Blatt ab. War der Reiz stark genug, so beginnt das nächste Blatt mit der Bewegung beim Blattstiel, bis von unten nach oben die Strahlen und die Blattfiedern folgen.

An den Fiederblättchen, den Fiedern und den Blattstielen finden sich Blattgelenke. Sie werden auch als Blattpolster bezeichnet. Man kann sie äußerlich als Verdickung am Grund der genannten Organe erkennen. Im Inneren haben sie einen elastischen Strang aus miteinander verschmolzenen Leitbündeln, drum herum liegt zartwandiges, parenchymatisches Gewebe. Bei der Reizung wird das Zellplasma durchlässig, Zellsaft tritt aus und durchtränkt die Zellwand. Dadurch wird das Gewebe dunkler. Am besten ist diese Verfärbung an den Gelenken zu sehen, die zwischen Blattstiel und Sprossachse sitzen. Je nachdem, wie das Gewebe lokalisiert ist, senkt oder hebt sich das ganze Organ.

Beim Absenken der Blätter nimmt der Turgor in dem oberen Teil des Blattgelenkes zu, unten dagegen erschlaffen die Zellen, verlieren Wasser an ihre Umgebung.

Reizt man ein Fiederblättchen stark, indem man seine Spitze abschneidet, lässt sich die Ausbreitung des Reizes gut verfolgen. Die Reizleitung erfolgt mit einer Geschwindigkeit von 2 bis 10 cm pro Sekunde durch chemische Stoffe und durch Aktionspotentiale, die bei Überschreitung einer bestimmte und die benachbarte Membran erregen. Bei der Reizung einer Zelle bricht zunächst das Ruhepotential zusammen – während des Aktionspotentials erhöht sich die Durchlässigkeit für Chloridionen. Sie strömen aus und depolarisieren die Membran. Diese Depolarisation bewirkt einen Ausstrom von Kationen (Kalium); sie bauen erneut eine Potentialdifferenz auf. In der darauf folgenden Zeit ist die Membran nicht mehr depolarisierbar (Refraktärzeit), bis die ursprüngliche Ionenverteilung wiederhergestellt ist.

Ein chemischer Botenstoff für die Reizleitung ist inzwischen bekannt. Die elektrische Reizleitung ist etwas schneller als die durch den Botenstoff, der mit dem Saftstrom wandert.

Auch ohne Reizung nehmen die Fiederblättchen nachts eine „Schlafstellung“ ein. Ob dies einem „inneren Rhythmus“ entspricht oder von der Helligkeit abhängt, kann man durch Versuche herausbekommen: Man deckt die Pflanze tagsüber mit einer Haube aus schwarzem Karton ab. Nach etwa einer Stunde sind die Fiederblättchen zusammengelegt, die Blätter abgesunken.

Temperaturen unter 15°C und über 40°C versetzen die Pflanze in eine Kälte- bzw. Wärmestarre. Sie reagiert nicht mehr. Im Trockenschrank oder auf einer kalten Fensterbank lässt sich das ausprobieren.

Für die Durchführung der Versuche sind die Arbeitsanweisungen genau zu formulieren (s. Kasten). Will man sehr exakt experimentieren und z.B. jede Berührung und Bewegung vermeiden, kann man die Blättchen bei Sonnenschein mit einem Brennglas versengen. Ein Streichholz tut es sicher auch, doch ist hier die Gefahr größer, unabsichtlich ein Fiederblättchen zu berühren.

Stellt man diese Versuche in den Rahmen einer Diskussion der Zulässigkeit von Experimenten mit fühlenden Wesen, verbieten sich diese drastischen Versuche.

Bei allen Versuchen sollten die Pflanzen vorher gegossen worden sein. Sie müssen etwa eine Stunde in Ruhe im Raum gestanden haben und das möglichst bei 25°C (nicht unter 15°C) und in hellem Licht, aber nicht in der Sonne. Betritt die Klasse den Unterrichtsraum, kann der Luftzug bereits Reaktionen auslösen. Die Bewegungen sind reversibel, nach 15 bis 30 Minuten sind die Blätter in ihre Ausgangsstellung zurückgekehrt.

Der Sinn dieser Reaktionen kann z. B. darin bestehen, dass die Pflanze Schäden durch starke, tropische Regenfälle vermeidet. Vielleicht ist sie für Fressfeinde weniger attraktiv, wenn ihre Stacheln deutlicher hervortreten, nachdem die Blätter angelegt worden sind.

Die Arbeitsaufträge

Die Auswahl der Arbeitsaufgaben nimmt zunächst keine Rücksicht auf so sinnvolle Bedenken wie die, dass gerade bei der Mimose Versuche z.B. mit Streichhölzern gefühllos sind. Zunächst sind einige Aufträge aufgelistet, dann folgt eine sehr eng geführte Anleitung für detaillierte Beobachtungen, schließlich folgen offene Aufträge für die Beobachtungen an der Venusfliegenfalle, so dass das Gelernte im neuen Zusammenhang angewendet werden kann.

Beispiele für Arbeits- und Beobachtungsaufträge

0. Probiere, was die Mimose am ehesten spürt.
Streiche über ein einziges Fiederblättchen mit einem Pinsel, einem gespitzten Bleistift und einer stumpfen Stricknadel.
Klopfe nun gegen ein Fiederblättchen. Nimm zuerst einen Pinsel, dann den gespitzten Bleistift, schließlich eine der Stricknadel.
9. Versuche nur ein einzelnes Fiederblättchen zur Reaktion zu bringen. Nimm eine Borste aus einem Besen.
20. Schnippe mit dem Finger gegen die äußersten Fiederblättchen.
31. Kneife ein Fiederblättchen am Ende eines Blattes zwischen zwei Fingern. Verfolge, wie sich die Reaktion ausbreitet.
42. Du kannst die Blättchen z.B. mit einer Pipette anpusten, mit der Pinzette kneifen, mit einer Kerzenflamme versengen, mit einer Schere ein Fiederblättchen abschneiden oder mit einer Stecknadel in ein Blättchen stechen. Aber es ist ein empfindendes Lebewesen!
 Ist es das wert, um herauszubekommen, welcher Reiz eine besonders starke oder schnelle Reaktion hervorruft? Besprich Dich mit Mitschülern...
53. Schnippe mit dem Finger gegen ein ganzes Blatt. Stoppe die Zeit, bis sich der Blattstiel senkt. Miss die Zeit zwischen Reiz und Absenken des ganzen Blattes. Miss die Strecke bis zum Blattgelenk des Blattstieles. Berechne nun die Geschwindigkeit, mit der der Reiz geleitet wird.

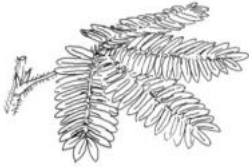
Angenommen, die ganze Strecke vom Fiederblättchen bis zum Ansatz des Blattstieles ist 6 cm lang. Du hast 5 Sekunden gemessen von Reiz bis zum ersten Senken des Blattes. Also hat der Reiz $6 : 5 = 1,2$ Sekunden pro Zentimeter gebraucht.

64. Wo ist das Blatt empfindlich? Reize verschiedene Stellen des Fiederblättchens – ein einzelnes Haar, die Mittelrippe, die Blattspitze. Am Blattgelenk zum Stängel, sind feine Härchen. Versuche nur sie zu berühren! Was folgt?
75. Reize so stark, dass sich alle Blätter zusammenfallen und die Blattstiele senken. Dazu könntest Du z.B. den Topf anheben und kräftig auf den Tisch zurücksetzen. Wie lange dauert es, bis alle Blätter wieder angehoben und ausgebreitet sind?
86. Nimm einen Kasten aus schwarzem Karton und stülpe ihn über die Pflanze, ohne sie zu berühren. Warte 20 Minuten und hebe dann den Kasten ab. Hat sich etwas verändert?

Welche der Beobachtungen lassen sich gut beschreiben? Wähle drei Aufgaben aus und schreibe einen freien Text.

Anleitung für ein Experiment

Die Bewegungen der Mimose



Worum geht es?

Dies ist das Blatt einer Mimose. Am Blattstiel sitzt das vierteilige Blatt. Die vier Teile heißen „Fiedern“. Jede Fieder besteht aus vielen kleinen Blättchen, den Fiederblättchen.

Das ganze Blatt reagiert auf äußere Reize. Reize sind z.B. Druck, Schlag, Berührung, Hitze, Verletzung.

Das Blatt reagiert je nach Reizart und Reizstärke anders!

Untersuche diesen Zusammenhang.

Was ist zu tun?

1. Beginne mit einer leichten Berührung.

Zur Auswahl hast Du einen Pinsel, einen spitzen Bleistift, eine Schere und, wenn es der Lehrer erlaubt, eine Kerze (oder Streichhölzer). Wähle aus.

2. **Wo reizt Du das Blatt?**
3. Notiere Deine Beobachtung.
4. Wähle nun einen stärkeren Reiz.
5. Notiere Deine Beobachtung.
6. „Quäle nie ein Tier zum Scherz, denn es fühlt wie Du den Schmerz!“ Kennst Du diesen Spruch?

Willst Du wirklich mit Feuer und Schere auf die Pflanze losgehen?

Notiere Deine Gründe hier!

.....

.....

.....

.....

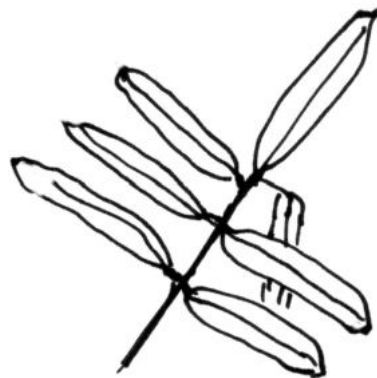
Wie bewegt sich ein Mimosenblatt? Beobachte!

Das Blatt ist zusammengesetzt aus vier Teilen und jedes aus ganz vielen kleinen Blättchen, die sich alle einzeln bewegen können. Tippe eines der Blättchen an. Was nimmst Du? Einen weichen **Pinsel**, eine **Pinzette** oder einen **spitzen Bleistift**?

1. Gehen die kleinen Blättchen nach oben?



2. Oder vielleicht nach unten?



3. Bewegen sich die Blättchen zugleich?



4. Bewegen sich die Blätter einzeln?



Wiederhole den Versuch mit einer Pinzette.
Beschreibe, wie die Blättchen sich bewegen!

Die Venusfliegenfalle *Dionaea muscipula*

Diese Pflanze stammt aus Mooregebieten Nordamerikas. Sie kommt nur im Norden von Süd-Carolina und im Süden von Nord-Carolina in immer weiter schrumpfenden Feuchtgebieten vor und ist dort gezielt für den Pflanzenhandel in Mengen entnommen worden. Sie ist am Wildstandort hoch gefährdet.

Heute stammen die Pflanzen fast nur noch aus Gewebekulturen. Dennoch sollte man sie so lange wie möglich am Leben erhalten. Am besten stehen sie in einem Glasgefäß mit hohem Rand, so dass der Luftraum feucht gehalten wird. Gegossen wird nur mit Regenwasser. Es sollte am Boden des Gefäßes Wasser anstehen.

Für die Kultur eignet sich reiner Torf oder ein Sand-Torf-Gemisch.

Die zweilappigen, rundlichen Blätter sind innen rosa bis rot gefärbt, wenn sie ausreichend Licht bekommen. Die Blüten sitzen an einem mit 30cm sehr langen Blütenstiel. Bestäuber sollen möglichst nicht gefangen werden.

Im Herbst werden die Blätter kleiner, es werden weniger Fallen ausgebildet. Die Sommerblätter werden schwarz und werden dann ausgeputzt. Am Naturstandort kann es leichten Frost geben, dann fallen die Blätter ab. Doch das Rhizom im Boden überlebt. Man kann also versuchen, die Pflanze im Moorbeet im Freiland zu kultivieren. Ein am Boden durchbohrter Maurerkübel eignet sich dafür. Man kann die Pflanzen auch bei 20°C durchkultivieren, dann brauchen sie aber viel Licht durch eine Pflanzenlampe. Sie sind aber nicht so widerstandsfähig wie jene, denen eine kühlere Ruhezeit gegönnt ist.

Beim Auslösen der Falle schließen sich die zahnartigen Fortsätze am Rand des Blattes zu einem verzahnten Gitter. Dabei klappt die konvex gebogene Blattform in eine konkave um!

Ansonsten beruht die Bewegung der Blatthälften auf Veränderungen im Turgor.

Sobald ein Insekt wirklich gefangen ist, nähern sich die beiden Blattspreiten durch Wachstumsvorgänge einander noch mehr an und umschließen die Beute sehr eng. Nun werden Verdauungsenzyme abgegeben. Nach mehreren Tagen ist nur noch ein Chitingerüst übrig.

Für den Unterricht sollte man die Teile des Blattes so bezeichnen, dass die Fühlborsten und die Sperrborsten auf den Blatthälften klar unterschieden sind.

Bei der Vorstellung der Pflanzen wird man diese Begriffe nicht benutzen, sonst ist die erste Einsicht schon verhindert.



Dieses Bild ist keineswegs „falsch“. Es verrät vielmehr, wie ein Schüler die Pflanze erlebt. Sie ist offensichtlich gefährlich, sie könnte vielleicht beißen. Die Sperrborsten erinnern offensichtlich an Zähne.

In Klasse 5 bestehen meist noch große Unklarheiten über Verdauungsprozesse. Nahrung wird in dieser Wahrnehmung gefangen und zerbissen. Manche Schüler haben tatsächlich vor dieser Pflanze Angst und machen ihre Beobachtungen erst nach einer entsprechenden Beruhigung.

Beobachtungen an der Venusfliegenfalle



Das ist doch ein gelungenes Bild!
Die Pflanze sieht ja richtig bissig und gefährlich aus.

Zeichne ein offenes Blatt der Pflanze von oben.

Dann können die Versuche beginnen.

Was ist die Aufgabe?

Finde heraus, wann sich die Falle der Venusfliegenfalle schließt.

Was wird getan?

Du darfst nur mit einem feinen Pinsel arbeiten und die Stelle finden, an der das Blatt empfindlich ist und sich bei Berührung schließt.

1. Schau einmal auf **Deine Zeichnung** des Blattes. Sind auf der Fläche des Blattes kleine Härchen zu sehen? Vergleiche Blatt und Zeichnung.

Diese „Fühlborsten“ sind empfindlich. Wenn Du sie berührst, schließt sich das Blatt. Aber nicht bei der ersten Berührung!

2. Berühre **EINE** Fühlborste zweimal kurz nacheinander. Passiert etwas?
3. Berühre **ZWEI** Fühlborsten je einmal kurz nacheinander. Passiert etwas?
4. Berühre **DREI** Fühlborsten je einmal kurz nacheinander. Passiert etwas?
5. Stimmt es, dass diese Pflanze bis **DREI** zählen kann?

6. Finde eine eigene Aufgabe. Notiere sie hier:

.....
.....

7. Fällt Dir keine Aufgabe ein, so denke daran, wie **lange** ein kleines Tier still auf dem Blatt sitzen könnte. Ob es auch gefangen wird?

Achtung! Werden die Blätter immer wieder gereizt, werfen sie die Pflanzen ab. Sie werden langsam schwarz und fallen ab.

Auf den Spuren von Charles Darwin – Bewegungen beim Sonnentau

Im Jahre 1860 entdeckt Darwin auf einem Spaziergang nach eigener Aussage zum ersten Mal einen Sonnentau und beginnt mit einer Serie von Versuchen, die er schließlich fünfzehn Jahre später in seinem Buch „Insectivorous Plants“ (1875) veröffentlicht.

Heute spricht man eher von karnivoren Pflanzen. Das bedeutet, dass sie Tiere anlocken, festhalten, töten und selbstständig verdauen. Protokarnivoren Pflanzen fehlt eine dieser Eigenschaften. Einige Sonnenkrüge (*Heliamphora*) zum Beispiel fangen Insekten in wassergefüllten Trichtern ohne Verauungsenzyme; die Beute zerfällt bakteriell. Der Begriff „karnivor“ geht wohl auf Diderot und d'Alembert zurück; in der „Encyclopédie“ wird *Dionaea* mit „Voilà, une plante presque carnivore!“ vorgestellt. Damit war der Ausdruck geprägt.

Darwin bezieht sich vor allem auf *Drosera rotundifolia*; im Pflanzenabholprogramm ist der südafrikanische *Drosera capensis* zu bekommen. Die Vorgänge, um die es hier geht, sind sehr ähnlich.

Bewegung der Tentakel

Die Reaktion auf einen adäquaten Reiz besteht in der Krümmung der Tentakeln zur Reizquelle hin. Sie setzt oft schon nach 10 Sekunden ein und führt je nach Reizstärke zur Einkrümmung von immer mehr Tentakeln bis zum Einrollen des ganzen Blattes. Die Krümmung der Tentakeln beruht auf einer Zellstreckung; beim Aufrichten wachsen die Zellen auf der entgegengesetzten Seite. Sobald die Maximalgröße der Tentakeln erreicht ist, reagieren sie nicht mehr.

Die Liste der Stoffe, die Darwin in ihrer Wirkung auf die Tentakeln prüfte, ist unglaublich. Er probierte Stoffgemische wie Ei, Speichel, Urin, Fischleim und Fleisch, anorganische Stoffe wie Natriumchlorid, Salzsäure, Schwefelsäure, Ammoniumsalze sowie organische Stoffe wie Essigsäure, Ameisensäure, Nikotin, Phenol. Alle diese Stoffe (und noch viele mehr) bewirken eine Krümmung. Sherry, Tee, Atropin, Goldfolie dagegen zeigen keine Wirkung. Auch hier hat Darwin eine ganze Fülle weiterer Substanzen getestet.

Details zur Reizleitung sind hier zu vernachlässigen, da Vorgänge wie die Reizausbreitung wesentlich weniger deutlich ablaufen als z.B. bei der Mimose.

Flüssigkeitsbildung und Verdauung

Der Fangschleim ist von höchst komplexer Zusammensetzung; Naphtochinone und Flavonoide wirken keimhemmend, so dass gefangene Tiere nicht verschimmeln. Mit der Reizung beginnt die Bildung von Verdauungssäften. Durch die Einrollung des Blattes entsteht ein Verdauungsraum, in dem z.B. kleine Insekten bis auf das Chitingerüst abgebaut werden. Darwin weist in Versuchen nach, dass Käse, Katzenohren (!) Knorpel, Milch, Pollen u.v.a.m. abgebaut werden.

Nach der Verdauung entrollt sich das Blatt, die Tentakeln kleben nicht mehr, die Reste können davonwehen.

Aggregation

Mit diesem Begriff wird eine Veränderung der Zellen in den Tentakeln nach der Reizung bezeichnet. Das Plasma quillt stark auf, die Vakuolen vermehren sich, die Organellen geraten in intensive Bewegung.

Aufgaben für den Unterricht

Es ist nicht sinnvoll, hier Arbeitsaufträge zu formulieren. Die Anregungen Darwins mögen genügen. Zudem ist nach den sehr detaillierten Beispielen (s.o.) eine freiere, selbst geplante Bearbeitung durch besonders interessierte Schülerinnen und Schüler am lohnendsten.

Nicht zuletzt ist *Drosera* ein ausgesprochen faszinierendes Objekt für die Untersuchung mit der Stereolupe. Die drei Aufnahmen stammen aus einem Schülerpraktikum in Klasse 6.



Mittagsblumen

(*Lampranthus*, *Glottiphyllum* u.a.)

Die Mittagsblumen selbst zeigen **Wachstumsbewegungen** der Blüte und **Quellungsbewegungen** bei den Früchten. Die Mittagsblumengewächse (*Mesembryanthemaceae*) verwandeln in ihrer Heimat Südafrika trockene Gebiete des Kaplandes zeitweise in ein Blütenmeer. In die Verwandtschaft gehören die „Lebenden Steine“, die ebenfalls im Pflanzenabholprogramm der Grünen Schule zu erhalten sind und eine Fülle anderer Pflanzen, die jedoch alle hochgradig **sukkulent** sind.

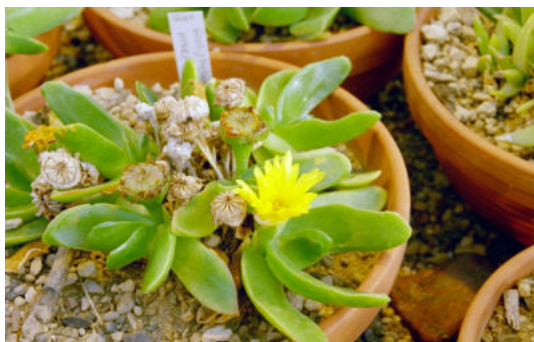
Blattsukkulenz

Ihre safthaltigen, Wasser speichernden Blätter sind so gegen Austrocknung geschützt, dass man sie gut einige Zeit abgetrennt auf der Fensterbank liegen lassen kann, ohne dass sie absterben. Macht man daraus einen Versuch, bräuchte man ein anderes, nicht sukkulenten, dünneres Blatt und könnte täglich im Vergleich das Gewicht bestimmen. Der Querschnitt zeigt unter der Lupe die großen Zellen des Wasser speichernden Gewebes innen und die grüne assimilierende Schicht unter der Außenhaut, der Epidermis, drum herum.

Blütenbiologie

Mittagsblumen öffnen ihre Blüten erst gegen Mittag. Der Öffnungsvorgang dauert bis zu einer Stunde. Bei der allerersten Öffnung der Blüte sprengen die stark in die Länge wachsenden Kronblätter den Kelch und schnellen manchmal einzeln heraus. Gegen Abend beginnen die Kronblätter zu erschlaffen und der Druck auf die hüllenden Kelchblätter lässt nach. Die Blüte schließt sich. In den folgenden Tagen wachsen die Kronblätter bei der Öffnung und während des Tages, auch der Durchmesser der Blüten nimmt zu.

Die eigentliche Blütezeit erstreckt sich über mehrere Tage. Dabei wird zuerst ein männliches Stadium durchlaufen. Die Staubblätter sind zunächst einander kegelförmig zugeneigt. Die jeweils äußeren reifen, bieten Pollen an, spreizen sich ab und verkümmern. Gleichzeitig wachsen die Griffeläste heran und spreizen sich in der weiblichen Phase auseinander. Die Blüten sind also vormännlich, was eine Bestäubung normalerweise verhindert. Auch zwischen den Blüten einer Pflanze ist eine Befruchtung ausgeschlossen, sie sind selbststeril.



Die Fotos zeigen eine Pflanze aus der Gattung *Glottiphyllum*. Die Filmdose (Bild rechts, Mitte unten) enthält Nützlinge zur Bekämpfung von Pflanzenschädlingen.

Kultur

Mittagsblumen müssen bei uns trocken, frostfrei und kühl bei maximal 10°C überwintert werden. Ab Mai sind sie nach den letzten Frösten gut im Freiland zu halten. Alte und zu gut gedüngte Pflanzen sind blühfaul. Dagegen hilft, im Herbst Blattstecklinge zu nehmen und über Winter unter Licht anzuziehen.

Man lässt die Kopfstecklinge in sandiger Erde bewurzeln. Im Sommer müssen die Pflanzen regelmäßig gegossen werden!

Ausbreitung

Die Früchte der Mittagsblumen-gewächse gehören zu den ungewöhnlichsten Bildungen im Pflanzenreich. Die Kapseln sind bei Trockenheit geschlossen. Bei Regen öffnen sich die Früchte, Regentropfen können die Samen aus den nun offen da liegenden Fächern heraus schleudern. Damit ist sichergestellt, dass die Samen erst dann frei werden, wenn es tatsächlich regnet. Außerdem können die Samen nicht so leicht weg gefressen werden; sie liegen nicht lange genug herum. Die Gestalt der Früchte, die Ausbildung der Kammern ist je nach Gattung und sogar nach Art unterschiedlich. Meistens ist die Frucht kreiselförmig – einige aber sind kugelig und lösen sich als Ganzes ab.

Der Regen schlägt die Samen aus ihren Fächern. Die Fächer sind aber oft teilweise zugedeckt. Dann laufen die Fächer voller Wasser, der Regentropfen schlägt auf die Fächerdecke und der Samen schießt wie von einer Wasserpistole geschossen heraus. Verschlusskörperchen verhindern bei manchen Arten, dass alle Samen zur gleichen Zeit ausgeschleudert werden. Wieder andere schließlich müssen verrotten, bis die Samen frei werden können.

Einsatz im Unterricht

Die **Früchte** werden mit Wasser beträufelt oder in eine mit etwas Wasser gefüllte Petrischale gelegt und beobachtet.

Die Mittagsblumen können ins Beet ausgepflanzt oder im Topf auf die Terrasse gestellt und beobachtet werden.

Die Früchte der Mittagsblumen-gewächse gehören zu den ungewöhnlichsten Bildungen im Pflanzenreich überhaupt. Die Frucht rechts ist weit offen, die linke ist noch ganz geschlossen.

Die Zahl der Fächer ist sehr variabel. Einige öffnen sich bei Feuchtigkeit und schließen sich nicht wieder. Die ausgewählten Früchte schließen sich wieder beim Austrocknen.



Die „Auferstehungspflanze“ oder falsche „Rose von Jericho“

Die **echte Rose von Jericho** (*Anastatica hierochuntica*) ist ein einjähriger Kreuzblütler aus dem Norden Afrikas, bis nach Vorderasien, von Marokko bis in den Iran vorkommend, dessen Fruchttäste sich bei Trockenheit bogenförmig nach oben krümmen. Bei Feuchtigkeit entrollen sich die dünnen Zweige und geben die Früchte frei. Dies ist ein Quellungsmechanismus. Aber es ist keine „Steppenhexe“, keine Pflanze, die sich als Ganzes oder in Teilen über den Boden rollend ausbreitet. Die abgestorbene Wurzel bleibt mit den sich zusammen rollenden Ästen verbunden. Als „Auferstehungspflanze“ (*anastasis*, *grch.* Auferstehung) wird sie bezeichnet, weil sie sich innerhalb weniger Minuten ausbreitet und scheinbar zum Leben erwacht.

Eine andere Rose von Jericho ist eine Asteracee, *Pallenis hierochuntica*, ebenfalls einjährig, ebenfalls Nordafrika bis Asien (Algerien bis Belutschistan). Die Hüllblätter des Blütenstandes schließen sich bei Trockenheit, bei Feuchtigkeit werden Nüsschen (Achänen) freigegeben.

In dieser Lieferung ist nun aber die „**falsche**“ **Rose von Jericho** (*Selaginella lepidophylla*) enthalten, ein Moosfarn (*Selaginellaceae*). Die Pflanze kommt im südlichen, pazifischen Amerika vor, in SW-USA, Mexiko und El Salvador. Als an Trockenheit extrem gut angepasste Pflanze existiert sie die meiste Zeit als zusammengerollter Ball. Die Zweige schützen den empfindlichen Vegetationspunkt im Inneren. Die Pflanze reagiert wie ein Hygrometer. Legt man sie in einen tiefen, mit Wasser gefüllten Teller, entrollt sie sich und ergrün.

Dieses Entrollen funktioniert übrigens auch bei toten, abgestorbenen Pflanzen. Man kann ja einmal eine entrollte Pflanze mit kochendem Wasser übergießen und sie danach trocknen. Wieder angefeuchtet, wird sie sich entrollen wie vorher auch. Aber sie ist abgestorben. Die Pflanze wächst wie alle Bärlappgewächse sehr langsam.



Quellungsbewegungen beim Kieferzapfen *Pinus sylvestris*

Die Zapfen sind morphologisch gesehen Blütenstände, also keine Blüten. Zur Zeit der Bestäubung stehen sie aufrecht.

Die Samenschuppen in der Mitte des Zapfens tragen je zwei Samenanlagen. Zur Bestäubung öffnen sich die Zapfenschuppen weit, weichen auseinander. Nach der ziemlich komplizierten Bestäubung und Befruchtung verholzen die Zapfen stark. Es dauert ein Jahr zwischen Bestäubung und Befruchtung. Dann wächst der Zapfen stark an und wechselt die Ausrichtung; die Zapfen im zweiten Jahr zeigen nach unten.

Dadurch können die Samen leicht herausfallen. Sie sind geflügelt. Entlassen werden die Samen erst im Frühjahr des dritten Jahres. Sie fliegen bis zu zwei Kilometern weit.

Die reifen Zapfen öffnen sich bei Trockenheit mit einem deutlich hörbaren Knacken.

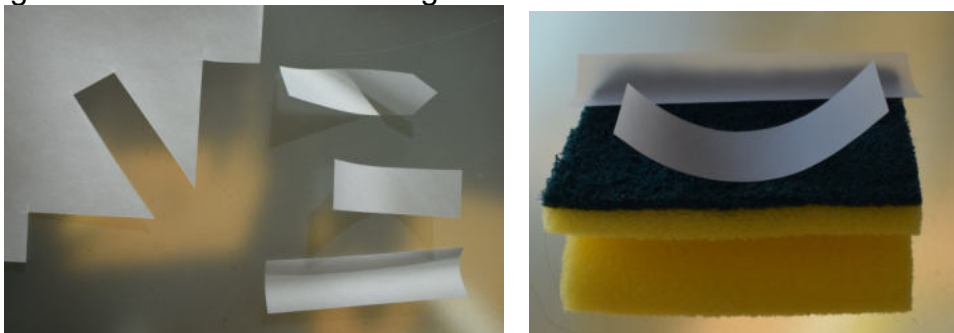
Diese Quellungsbewegung ist reversibel. Die Öffnung im Trockenen geschieht innerhalb von Stunden; legt man einen trockenen Zapfen geöffnet in Wasser, kann es schon zwei Tage dauern, bis er wieder ganz geschlossen ist.

Bei dem offenen Zapfen (Bild Mitte) sieht man sehr gut die zwei Samen auf der Samenschuppe.



Diese Quellungsbewegungen lassen sich am besten mit **Transparentpapier** verdeutlichen. Die Zellulosefasern im Papier sind in Längsrichtung ausgerichtet. Sie können Wasser aufnehmen und dehnen sich in eben dieser Richtung. Papierstreifen in Längsrichtung geschnitten **wölben sich der Länge nach**. Papierstreifen quer zur Laufrichtung geschnitten wölben sich in Querrichtung. Schneidet man schräg zur Laufrichtung, verdrehen sich die Papierstreifen.

Andere Unterrichtsmaterialien zeigen Kombinationen aus miteinander senkrecht zur Laufrichtung verklebte Streifen. Das führt selten zu guten Ergebnissen und es genügt an dieser Stelle, die Quellung der Außenseiten der Samenschuppen beim Schließen des Zapfens mit der Biegung der entsprechenden feuchten Papierstreifen zu vergleichen. Die feuchte Unterlage ist ein Haushaltsschwamm.



Quellungsbewegungen bei Früchten des Reiherschnabels

Die Früchte des Reiherschnabels bohren sich durch den Wechsel von feuchtem und trockenem Wetter in die Erde. Legt man die Früchte in ein Glas Wasser, strecken sich die langen Fortsätze recht schnell.

Bild 1 zeigt links eine trockene Frucht, die drei daneben kommen aus dem Wasser.

In Bild 2 ist zu sehen, wie sich die Früchte bereits wieder verdrehen.

In Bild 3 haben die Fruchtstiele schon drei bis vier Windungen erreicht, im letzten Bild ist die Drehung am stärksten.

Die Früchte verändern ihre Lage. Ganz links liegt zum Vergleich jeweils eine fast ausgetrocknete Teilfrucht mit stark aufgedrehtem Fruchtstiel.

Bild 1



Bild 2



Bild 3



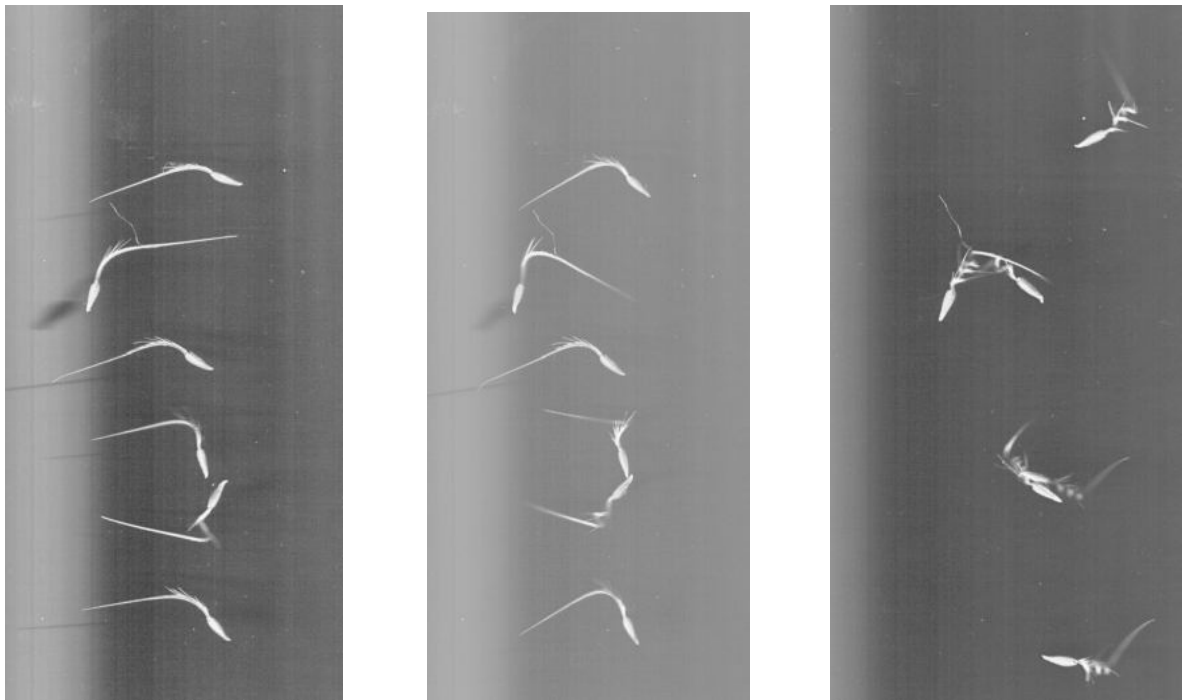
Bild 4



Im Unterricht der Sekundarstufe I lässt sich an diesem Beispiel gut die Bedeutung einer Dokumentation zeigen. In der Regel verläuft die Bewegung so langsam, dass sie nicht auffällt. Sie ist aber schnell genug, um innerhalb weniger Minuten deutliche Unterschiede zu zeigen. Dieser Prozess kann sehr gut mit Digitalfotos oder im Zeitraffer aufgenommen werden. Vielleicht mit einem dunkleren Hintergrund als hier?

Bewegungen der Teilfrucht vom Reiherschnabel unter dem Scanner

Bei den oberen drei Bildern sind die Teilfrüchte eine Stunde lang in einer feuchten Kammer (einem Weckglas mit etwas Wasser und einigen Papiertüchern darin) gewesen und waren fast ganz gestreckt. Schon drei Minuten später (rechtes Bild) haben sich die Stiele deutlich eingedreht. Im dritten Bild sind die Teilfrüchte neu geordnet, weil sie aus dem Bild wanderten. Die Früchte wurden dann am besten nach je einer Minute gescannt. Dabei legt man einfach zwei Leisten in Höhe der Teilfrüchte auf den Scanner, stellt die Helligkeit höher und hat dann solche Bilder. Es ist eine gute Möglichkeit, Schülerinnen und Schülern Bewegungen vorzuführen, die für ihre Augen zu langsam sind.



Beobachtungen zu Bewegungen bei Pflanzen im Freiland und auf der Fensterbank

<p>Januar bis März</p>	<p>Thermonastie bei Rhododendronblättern: Bei Frost sickert Wasser in die Zellzwischenräume und kann dort gefrieren. Der Zellsaft wird auf diesem Wege konzentriert und gefriert nicht. Die Blattstiele werden schlaff, das Blatt senkt sich. Das geschieht schon beim Nullpunkt. Bei stärkerem Frost rollen sich die Blätter in Richtung Unterseite ein.</p> <p>Die Blütenblätter bei der Zaubernuss (<i>Hamamelis</i>) rollen sich bei Frost ebenfalls ein.</p> <p>Wachstumsbewegungen bei Krokus: die Öffnung der Blüte ist eine Wachstumsbewegung. Sauerkleepflanzen gibt es günstig beim Blumenhändler als „Glücksklee“ mit vier Blättern zum Neuen Jahr</p> <p>Mahonie und Berberitze blühen immer früher; s.u.</p>
<p>April, Mai</p>	<p>Thigmonastie bei der Mahonie: beim Stochern in der Blüte mit einer nicht zu biegsamen Borste schlagen die Staubblätter nach innen und laden Blütenstaub auf der Borste ab.</p> <p>Ranken der Zaunröbe (sehr giftige Früchte!) reagieren innerhalb von Minuten nach Reizung mit einem rauen Holzstab durch Einkrümmung hin zum Stab. Ranken machen „Suchbewegungen“, autonome kreisende Bewegungen.</p> <p>Das Behaarte Schaumkraut verschleudert im Mai seine Samen. Eine vorzügliche Beschreibung dieses Baumschul“un“krautes finden Sie unter www.botanischerverein.de</p> <p>„Schlaf“bewegungen beim Sauerklee (<i>Oxalis</i>), auch bei Berührung empfindlich. Bewirft man Sauerklee mit wirklich feinem Sand, senken sich die Blätter – wie bei Regen auch.</p>
<p>Juni, Juli</p>	<p>Kornblume: Frische Blüten reagieren auf Reizung z.B. mit einer Präpariernadel. Die Staubbeutel sind verwachsen und bilden eine Röhre, durch deren Mitte der Griffel hindurch wächst. Die Staubblätter sind reizbar, ziehen sich zusammen, der Griffel in der Mitte schiebt die angesammelten Pollen hinaus. Die Narbenäste öffnen sich viel später, Selbstbestäubung ist ausgeschlossen. Der Vorgang ist reversibel. Die Gauklerblume (<i>Mimulus</i>) hat ebenfalls reizbare Narben, die Berberitze hat Staubblätter, die sich bei Berührung zur Mitte hin bewegen (vgl. Mahonie).</p> <p>Bei der Brennnessel sind die Staubblätter der männlichen Blüte zu einer Mittelsäule, dem verkümmerten Stempel hin eingekrümmt</p>

	<p>und stehen unter Spannung. Bei Berührung und bei großer Wärme strecken sie sich blitzschnell und schleudern ihre Pollen aus. Da es immer vier Staubblätter pro Blüte sind, die einzeln und unterschiedlich reagieren, wird der Blütenstaub verzögert abgegeben.</p>
Ab August	<p>Die Früchte der Spritzgurke. Beim Anfassen platzen die Früchte und spritzen den Inhalt meterweit. Der Saft reizt die Haut!</p> <p><i>Impatiens</i>, Springkraut: Ein Schwellgewebe in der äußeren Fruchtwand baut einen hohen Druck auf, dem ein Widerstandsgewebe in den innersten Schichten der Fruchtwand aus Längsfaser Widerstand leistet. Die 5 Fruchtblätter sind verwachsen. Solange sie stabil verwachsen sind, bleibt die Spannung erhalten. Mit der Fruchtreife lösen sich aber die Mittellamellen der Zellen entlang der Verwachsungsnähte der Fruchtblätter auf. Dies ist ein Trenngewebe. Spontan oder nach Berührung reißen diese Nähte auf und das Fruchtblatt krümmt sich plötzlich nach innen. Die anklebenden Samen werden weggeschleudert, beim Drüsigen Springkraut (<i>Impatiens glandulifera</i>) sogar bis zu 6 m weit.</p>
Ab September	<p>Die Früchte des Ginsters reißen bei Sonne und Trockenheit knisternd auf. Die Hälften drehen sich plötzlich spiralig auf und schleudern die Samen in die Gegend.</p>

Quellen

Adlassnig, W.; T. Lendl, M. Peroutka, I.K. Lichtscheidl „Insektenfressende Pflanzen“ - Darwin und die Anfänge der Karnivorenforschung
In: Stöcklin, J., E. Höxtermann (Hg.) Darwin und die Botanik. Basiliskenpresse 2009

Arzt, Volker (2009) Kluge Pflanzen. C. Bertelsmann Verlag mit DVD

Diese DVD ist sehr empfehlenswert. Faszinierende Beispiele von ökologischen Zusammenhängen wie Rauch, Keimung, Düften zur Anlockung von Fressfeinden von Blattfressern beim Tabak und betäubten Mimosen.

Steinecke, H, I. Meyer (2005) Kleine Botanische Experimente. Harri Deutsch Verlag

Diese Experimente haben Pädagogen aus dem Palmengarten Frankfurt zusammengestellt, die gründliche Erfahrungen mit Führungen haben.

Die Rose von Jericho – Quellbewegungen bei Pflanzen (ohne Autor)
In: Gärten zum Leben und Lernen 16/4. Jahrg./Oktober 2000 Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung Seelze und Prof. Dr. W. Probst(Hg.)

Arnd, Phillip; Wurzeln in die Erde, Sprosse in die Höh. In: Gärten zum Leben und Lernen 14, 4. Jg., Mai 2000 (3) Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung Seelze und Prof. Dr. W. Probst (Hg.)

Brauner, Leo (1980) Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum: Anleitung zu bodenkundlichen und pflanzenphysiologischen Versuchen. G. Fischer Verlag Stuttgart

Behrens, M (2004) Pflanzen im Sachunterricht (CD-Rom)
Pädagogische Hochschule Karlsruhe. Zentrum für Informationstechnologie, Abt. AVZ
Postfach 4960, 76032 Karlsruhe
Tel.: 0721/925 - 4400
Fax 0721/925 - 4402
Preis: 10 €

Müller, Christa, G.K. Müller (2003) Geheimnisse der Pflanzenwelt. Manuscriptum Verlagsbuchhandlung, Waltrop und Leipzig

Der Titel ist eventuell irreführend. Die ist eine der systematischsten, klarsten, lesbarsten Übersichten über die Erscheinungen der Pflanzenwelt von den Farben über die Verbreitung bis zur Ernährung und zum Aufbau.

330 Seiten, die auch für den Botaniker immer noch Neuigkeiten und Überraschungen enthalten.

Probst, Wilfried (1999). Eine Pflanze, die zählt und sich erinnert. In: Unterricht Biologie 1999 Heft 288 S.17-19

Auf 3 Seiten findet sich gerafft eine Darstellung dessen, was man auf mindestens zwei Doppelstunden strecken müsste! Vor allem wäre es interessant, Arbeitsanregungen zu formulieren, die die Schüler zu eigenständigem Forschen bringen anstatt zum Nachvollzug von Anweisungen, deren Sinn sich erst hinterher erschließt.

Links

Die **Mimose** ist in Internet sehr gut vertreten. Als Suchwort eignet sich „Pulvinus“ (Plural Pulvini). So heißen einfache Gelenke, die recht schnelle, wachstumsunabhängige Bewegungen erlauben. Solche verdickten Stellen an Blattstielen oder an der Basis der Fiedern von Blättern ermöglichen gleichförmige Bewegungen.

<https://www.nature.com/articles/srep06466.pdf>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3115350/>

Sehr exakte Übersicht über die Fakten zur Steuerung der Pulvinus-Bewegung.

<https://www.coursera.org/lecture/plantknows/4-4-leaf-movement-in-mimosa-zCR8i>

Ein hemdsärmeliger Sprecher erläutert die Bewegungen des Pulvinus in englisch, begleitet von eher handgezeichneten Schemata. Ein Erklärvideo ohne sonderliche Abwechslung.

Science for Kids

<https://www.youtube.com/watch?v=H3anJS8P5kk>

Nicht empfehlenswert; einfache Schemata, unklare Darstellung (englisch).

<https://www.youtube.com/watch?v=xMiOPZiyCoo>

Englischsprachiges Kurzvideo mit arabischen Untertiteln. Gute schematische Darstellung der Vorgänge im Gelenk.

Ungewöhnlich ist dieses Video: <https://www.youtube.com/watch?v=mMpRnEar61g7>

Zu Klaviermusik und ohne Kommentar wird eine Pflanze mit sehr vielen Fallen im Zeitraffer gezeigt. Eine Menge Fliegen. Ständig klappt irgendwo eine Falle zu und man hat verpasst zu sehen, wen sie da fängt. Einige entkommen. Dauer: 8 Minuten. Natürlich sind die Kommentare: Zu langweilig.

<https://www.dailymotion.com/video/x4nztyp>

Der Film zum Buch von Volker Arzt. Bei Minute 11 wird die betäubte Mimose gezeigt, dann wieder in Minute 20. Sehr gute Aufnahmen zu Dionaea.

<https://steemit.com/steemstem/@servusminervae/how-do-plants-move-the-sensitive-plant>

<https://busy.org/@servusminervae/how-do-plants-move-the-sensitive-plant>

Venusfliegenfalle

<https://av.tib.eu/media/29962>

<https://doi.org/10.3203/IWF/W-1879>

Ein 15-minütiger digitalisierter FWU-Film von 1983 mit deutlichen Streifen und manchmal verzerrtem Kommentar; ein gebrauchter Film eben, aber mit sehr genauen Darstellungen des Ablaufes der Reizung und der Aktionspotentiale. Keine Musik, recht langsames Sprechtempo.

Sehr sorgfältige Darstellungen und Erläuterungen für Schüler ab Klasse 8 mit Kenntnissen der Zelle und der Verdauungsprozesse, Enzyme. Besonders schön der Hinweis auf die langen Blütenstiele – die Bestäuber sollen nicht gefangen werden.

Hier reichen zwei Kontakte mit den Sinneshaaren - scheinbar:

<https://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/movements/nastic/nastic.html>

NEUROBIOLOGIE auf amerikanischem Englisch:

http://backyardbrains.de/experiments/Plants_SensitiveMimosaPudica

Fachinformationen zur Kultur von Karnivoren

<https://www.carnivoren.org/karnivoren/gattungen/>

Gesellschaft für Fleischfressende Pflanzen

<http://www.karnivoren-in-kultur.de>

<http://www.falle.de>

Sehr übersichtlich gestaltete Seite eines Gartenexperten samt Katalog der Gärtnerei.

<http://www.falle.de/versandpreisliste.pdf>

Die hier empfohlene „schwimmende Insel“ funktioniert im Schulgarten hervorragend, auch in einem Maurerbottich. Das einführende Buch für Anfänger ist schon recht speziell, aber sehr gut verständlich. Die angebotene DVD von 1995 ist nach wie vor sehr gut nutzbar.

<https://www.falle.de/scripts/index.php?i=1,0>

