

**Landeshauptstadt
Hannover**



Hannover

Schulbiologiezentrum

7.13

Bewegungen bei Pflanzen

Bewegungen bei Pflanzen.

Didaktische Bemerkungen

Auch im Pflanzenreich sind vielfältige Bewegungen zu beobachten. Da sie aber meist sehr langsam ablaufen, wird den Pflanzen oft Unbeweglichkeit unterstellt. Diese ist jedoch nur scheinbar.

Die Fülle von Möglichkeiten hinsichtlich der Ursachen und der Mechanik pflanzlicher Bewegungen lassen den aus der Tierphysiologie übernommenen Reizbegriff hier nur bedingt einsatzfähig erscheinen.

Für die Schule ist eine vollständige Systematik der Bewegungen nicht erstrebenswert. Ihr geht es mehr um die Phänomene, um die Darstellung der Pflanze als Lebewesen. Dabei sollten vom wissenschaftlichen Gesichtspunkt aus nur **Quellung, Wachstums- und Turgorbewegungen** (in der Unterstufe letztere als „Gelenkbewegungen“ bezeichnen) unterschieden werden. Insbesondere sollte auf den Funktionswert der Blüten- und Blattbewegungen geachtet werden, der bei den Blüten Schutz von Nektar und Pollen vor Raub und Befeuchtung und Anpassung an die optimale Flugzeit der Bestäuber zum Inhalt hat, bei den Blättern den Schutz vor Verdunstung, Kälte, Licht oder Tierfraß. Beobachtungen und Versuche in diesem Bereich stellen vor allem die **Pflanze als Lebewesen** dar.

Da die Schüler durch Bewegungen an Unterrichtsobjekten besonders gefesselt werden, befindet sich das Thema in einer günstigen psychologischen Position. Während bis Klasse 6 die Betrachtung der Phänomene genügt, empfiehlt sich ab Klasse 7 das Experiment, in dem **die Bedingungen** erarbeitet werden, unter denen die Bewegung stattfindet.

Fachwissenschaftliche Bemerkungen zur Schullieferung

Die Analyse jeder einzelnen Bewegung kann durch die Vermischung von Bewegungs- und Entwicklungserscheinungen kompliziert werden.

Nultsch definiert daher allgemein als Bewegungsvorgang die „sichtbare Orts- oder Lageveränderung eines Organs oder eines ganzen Organismus“ innerhalb eines „relativ kurzen Zeitraumes“.

Die höhere, fest an den Standort gebundene Pflanze ist zu einer freien Ortsbewegung zwar nicht fähig, doch vermögen bei ihr einzelne Organe sichtbare

Bewegungen auszuführen. Es sind vor allem Krümmungen, Drehungen, Öffnungs- und Schließbewegungen. Diese Bewegungen kommen auf dreierlei Weise zustande: durch **Quellung**, durch ungleiches **Wachstum** verschiedener Organseiten (z.B. bei Blütenblättern) und durch **Turgoränderungen** in Gelenken. (Turgordruck - Druck des Zellsaftes auf die Zellwand).

Dabei können die Bewegungen durch einen äußeren Reiz hervorgerufen werden - "induzierte Bewegungen" oder ohne Einwirkung eines Umweltfaktors - "autonome Bewegungen" selbsttätig ablaufen.

Die Turgor- und die Wachstumsbewegungen sind an lebendes Plasma gebunden. Wenn die unterschiedlichen Reize (z.B. Licht, Temperatur u.a.) stets zur gleichen Antwortreaktion der Pflanze (wie z.B. bei *Mimosa pudica*) führen, stellen diese Bewegungen wissenschaftssystematisch **Nastien** dar. Die durch den Reiz ausgerichteten Bewegungen werden als **Tropismen** zusammengefasst (Phototropismus, Geotropismus u.a.). Bei frei lebenden Pflanzen dagegen heißen sie wie im Tierreich **Taxien**.

Sowohl tropistische als auch nastische Bewegungen können sich auf Wachstums- oder Turgorverschiebungen in den Organen gründen. Man muss daher von Fall zu Fall zwischen Wachstums- und Turgorbewegungen unterscheiden.

Quellungsbewegungen entstehen durch physikalische Vorgänge. Sie wirken sich daher sowohl an totem wie an lebendem Material aus. Um sie auszulösen, genügt vielfach feuchte Luft. Die abends gesteigerte Luftfeuchtigkeit bewirkt in verschiedenen stark quellenden "Schichten" der Blütenblätter vieler Blüten Krümmungsbewegungen, Schließbewegungen (z.B. Wetterdistel, Strohlume). Die Rose von Jericho (*Anastatica hierochuntica*), ein wüstenbewohnender Kreuzblütler, krümmt sich unter dem Einfluss trockener Luft so stark, dass er kugelförmig wird und so vom Wind fortgerollt werden kann. Auch das Aufplatzen reifer Früchte und das Aufreißen reifer Sporenkapseln (Sporangien) bei den Farnen geschieht durch Quellung oder Schrumpfung (Entquellung) von Zellwänden. Jede Zellwand besteht in ihrem mikroskopischen Bau aus einem Geflecht feinsten Fasern, sogenannter Mikrofibrillen. Während diese Mikrofibrillen in der Primärwand der Zellwand ungeordnet liegen, sind sie in der Sekundärwand fast immer parallel ausgerichtet. Das eindringende Wasser bewirkt eine **Dickenzunahme** der Mikrofibrillen. In ihrer **Längsrichtung** bleiben sie jedoch fast unverändert. Trockene Flachsfasern werden z.B. durch Quellung um 20 % dicker und nur 0,01 % länger.

Auf Grund dieser parallel ausgerichteten Mikrofibrillen kann eine Zellwand nur in einer Ebene quellen oder schrumpfen. Liegen nun Zellwände mit unterschiedlich ausgerichteten Mikrofibrillen übereinander, so folgen - wenn die physikalischen Zugkräfte nicht einander aufheben - bei Quellung oder Schrumpfung Krümmungsbewegungen. Das lässt sich mit Papier demonstrieren: Schreibpapier quillt meist horizontal und vertikal unterschiedlich. Entsprechende Stücke aufeinander geklebt zeigen beim Trocknen des Klebers Verkrümmungen. Auch das Arbeiten des Holzes beruht auf ähnlichen Ursachen.

Turgorbewegungen sind an lebendes Protoplasma gebunden und zeigen die Reaktion der Pflanze auf verschiedene Reize wie z.B. Licht, Temperatur, Berührung, Elektrizität oder chemische Reize. Die in festgelegten Bahnen ablaufenden Reaktionen kennzeichnen die Bewegungen als Nastien.

Allgemein bekannt ist das Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen infolge Änderung des **Zelldruckes**, des **Turgors**.

Jedoch führen viele Pflanzen auch größere Bewegungen aus. Sauerklee, Bohne, Robinie oder die Mimose kennen eine Schlafstellung, die teils lichtabhängig, teils autonom ist. Reizaufnahme und Reizbeantwortung sind dabei stets zweierlei Vorgänge.

Der Reiz muss zunächst eine bestimmte **Reizschwelle** überschreiten, um einen Vorgang auszulösen. Dabei gilt das Gesetz des "Alles oder Nichts", d.h., der Vorgang muss voll ablaufen, wenn die Reizschwelle überschritten wird. Danach tritt eine Reizermüdung ein, während der "reizbare Zustand" wieder aufgebaut wird.

Fest steht heute, dass diese Vorgänge mit elektrischen Veränderungen in jeder Plasmamembran einhergehen und von Zelle zu Zelle weitergeleitet werden können. Hat sich bei einer Zelle an der Plasmagrenzfläche ein (elektrisches) **Ruhepotential** eingestellt, so strömen bei Erregung plötzlich Calcium (+) Ionen in die Zelle. Hierdurch ergibt sich infolge der Umschichtung des elektrischen Gleichgewichtes ein Aktionspotential, was in den dafür ausgebildeten Gelenken zu einer Turgoränderung führt. Unmittelbar danach folgt ein **Austritt** von Kalium (+) Ionen, wodurch das Ruhepotential wieder hergestellt wird. Ist der Turgor in den Gelenken durch Abgabe von Flüssigkeit an die Interzellularen erst einmal "zerfallen", muss er langsam wieder aufgebaut werden. Die Pflanze reagiert deshalb nur einmal voll. Während der Erholungsperiode kann der Reiz nur geschwächt beantwortet werden. Jede Zelle kennt diese elektrischen Änderungen. Bei allen Pflanzen können sie auf die Nachbarzellen übergreifen.

Die Bewegung ist also mit Änderungen des elektrischen Potentials verbunden. Wenig bekannt ist darüber, welche **stofflichen Ursachen** diese Änderung auslösen.

Ob sich ein Blatt zusammenfaltet oder erschlafft, ist allein von der Lage des Gewebes abhängig, in dem der Wasseraustritt erfolgt.

Wachstumsbewegungen sind die Folge einer durch einen Reiz ausgelösten ungleichen Wachstumsverteilung und als tropistische Bewegung im Gegensatz zu den Turgorbewegungen irreversibel. Sie können allein durch jeweils entgegengesetztes Wachstum aufgehoben werden. Die tropistischen Bewegungen zeigen eine Reizkette, die entsprechend den Begriffen der Tierphysiologie gegliedert ist in

Reizaufnahme (sensorische Phase)
Reizleitung (duktorische Phase)
Reizreaktion (motorische Phase)

Die zu Wachstumsbewegungen führenden auslösenden Reize sind vielfältig. Die Sprosse der Pflanzen z.B. wachsen meist vom Erdmittelpunkt fort, sie sind negativ geotrop. Viele Wurzeln richten sich dagegen zum Erdmittelpunkt hin aus, sie sind positiv geotrop.

Es bestehen somit Beziehungen zwischen den Wachstumsbewegungen der Pflanzen und der Schwerkraft der Erde (Geotropismus). Die Schwerkraft der Erde lässt sich durch die Fliehkraft ersetzen. Werden Pflanzenkeimlinge auf ein sich vertikal drehendes Rad gesteckt, so wachsen die Keimwurzeln vom Radmittelpunkt fort, die Sprosse zum Radmittelpunkt hin. Die Wurzelspitze der Hauptwurzel reagiert am empfindlichsten auf geotrope Reize (Schwerkraft).

(1806 von Knight entdeckt; die Keimlinge rotieren mit 150 Umdrehungen pro Minute).

Untersuchungen der Bohnenkeimwurzel haben zur Entdeckung von stärkereichen Zellen geführt, deren Stärkekörner stets der unteren Zellwand aufliegen. Unterschiedliche geotrope Reizungen bewirken jeweils die Verlagerung der Stärke in Richtung des erfolgten Reizes. Da aber auch Pflanzen ohne Statolithenstärke (so benannt auf Grund der erfolgten Umschichtung) Georeaktionen ausführen, dürfte diese nicht die alleinige Ursache für geotrope Empfindlichkeit sein.

Bei allen geotropisch gereizten Pflanzen sind aber elektrische Veränderungen ermittelt worden. Eine unterschiedliche Wanderungsgeschwindigkeit von Anionen und Kationen (bedingt durch das Schwerfeld) führt offensichtlich zu einer "deutlichen Positivierung" der Unterseite. Dieser "geoelektrische Effekt" vollzieht sich unabhängig von lebendem Plasma. So zeigt in Salzlösung getränktes Filtrier- oder Pergamentpapier - horizontal hingelegt - deutlich die o.a. Positivierung der Unterseite.

Die besonders für das Streckungswachstum wichtigen Wuchsstoffe, die Auxine, wenden sich der positivierten Unterseite zu. Das erhöhte Wachstum der Unterseite wird so verständlich. Andererseits bewirkt eine zu starke Wuchsstoffanreicherung Wachstumshemmungen.

Licht führt bei den höheren Pflanzen zu Wachstumshemmungen. Dabei nimmt die Lichtwachstumsreaktion hier mit steigender Lichtstärke zu. Der belichtete Pflanzenteil wird auf Grund der höheren Lichtmenge in seinem Längenwachstum stärker gehemmt als die Schattenseite. Hieraus resultiert die Lichtwendigkeit der Pflanzen. Sie ist auch mit elektrischen Veränderungen verbunden und einer Verlagerung der für das Längenwachstum wichtigen Wuchsstoffe, der Auxine, auf die Schattenseite.

Außer durch die Schwerkraft (Geotropismus) und das Licht (Phototropismus) können tropistische Bewegungen auch durch Wärme (Thermotropismus), chemische Reize (Chemotropismus), Verwundungen (Traumatotropismus) und Berührungen (Haptotropismus) ausgelöst werden.

Stets ist die Bewegung mit einem seitlichen, elektrischen Potentialgefälle und einer Wanderung der Auxine verbunden.

Die Einstellung der Blätter zum Licht, der Transversal-Phototropismus (Blattoberseite dem Licht zugekehrt, Blattunterseite abgewandt oder Anordnung des Blattes in einem bestimmten Winkel zum Licht) lässt sich dagegen nicht mit einer Wuchsstoffverlagerung erklären. Die Teiglieder dieser Reizkette sind noch unbekannt.

Sachliche und methodische Hinweise zum Material

1. Zapfen der Kiefer (*Pinus sylvestris*)

Bei vielen Samen wird die Öffnung mechanisch bewerkstelligt, sobald die Protoplasten abgestorben sind. Die Zellulose der Zellwände ist keine amorphe Masse, sondern in Fibrillen (Fasern) angeordnet, die in Quer- und Längsrichtung unterschiedliche Quellungswerte haben. Trocknet der Kiefernzapfen bei Fruchtreife aus, so wird jede einzelne Schuppe geöffnet, indem die quer liegenden Fibrillen der Oberseite mehr als die längs liegenden der Unterseite

schrumpfen. Auch umgekehrte Mechanismen sind denkbar (Mesembrianthemum, Veronica-, Sedumarten **öffnen** sich bei Feuchtigkeit).

Das Modell des Kiefernzapfens ist leicht nachzubauen, wenn man einen Streifen längs geschnittenes und einen Streifen quer geschnittenes Papier mit Pelikanol aufeinander klebt und austrocknen lässt. Die bald eintretende Krümmung entspricht dem Öffnen der Zapfenschuppe, die Papierfasern den Fibrillen. Die Abhängigkeit der Zapfenbewegung von Entquellung lässt sich nachdrücklich demonstrieren, indem man alle Zapfen in Wasser legt und anschließend auf der Heizung trocknet. Selbst die sich fortwährend wandelnde Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Spreizung und kann sichtbar gemacht werden.

2. Hülsen des Besenginsters (Cytisus scoparius)

Der Besenginster besitzt als Schmetterlingsblütler eine Hülse. Bei Fruchtreife nimmt die Spannung zwischen Innen- und Außenfläche infolge Austrocknung fortwährend zu. Nach Erreichen eines Schwellenwertes zerreißt die Naht, und die Hülse dreht sich schnell korkenzieherartig auf. Dabei werden die trockenen Samen herausgeschleudert. Die Bewegung kommt dadurch zustande, dass die Fibrillen einmal längs und einmal diagonal gelagert sind und beim Entquellen entsprechende Kräfte frei werden. Die Hülsen strecken sich wieder, sobald sie in Wasser gelegt werden. Eine Nachbildung des Vorganges kann man schaffen, indem aus Papier ein Längs- und ein Diagonalstreifen aufeinander geklebt werden (Faserrichtung).

Aus einem alten Bestand besitzen wir Samen des Federgrases. Der Same selber ist abgenommen, so dass nur noch der Anhang geliefert wird. Dieser ist spiralförmig aufgerollt. Die Feder hakt sich fest, während Feuchtigkeitsänderungen den Samen infolge Drehung in die Erde bohren. Gerade das Federgras ist ein überzeugendes Versuchsobjekt. Man legt spätestens 1 Stunde vor Unterrichtsbeginn die Samenanhängsel des Federgrases (nicht die Feder) ins Wasser. Der aufgedrehte Stängel entdreht sich dabei. Nach Herausnehmen fasst man ihn unten und trocknet das Wasser ab. Nach etwa 2 Minuten beginnt die erneute Aufdrehung infolge Entquellung in einer solchen Geschwindigkeit, dass man die Drehbewegung ohne Übersetzung verfolgen kann. Bei Vorhandensein eines Hygrometers als Eichgerät ist aus dieser Spirale ein gut funktionierendes Hygrometer zu bauen.

3. Keimlinge der Sonnenblume (Helianthus annuus)

Die Wirkungen des Lichtes auf Pflanzen sind allgemein bekannt. In Bezug auf die Lichtwendigkeit kann man positive und negative (Wurzeln beim Efeu, Früchte bei Cymbalaria) beobachten.

Schon sehr kurze Einwirkung während einer Sekunde veranlasst besonders bei Keimlingen positive Bewegungen. Die Sonnenblume ist bekannt für verschiedenste positive Lichtreaktionen. Die Keimlinge sind bei uns normal gekeimt und ergrünt. Eine Woche vor Auslieferung wurden sie durch einen Topf verdunkelt, der durch ein Loch einseitiges Licht erhielt. Die Ausrichtung auf das Licht ist eindeutig, negativer Geotropismus scheidet aus. Weitere Versuche lassen sich mit den Lieferpflanzen insofern anstellen, als durch Veränderung des Lichtloches die Auswirkungen innerhalb von Stunden oder Tagen beobachtet werden können.

4. Buntnesselsprosse (Coleus-Blumei-Hybride)

Die Schwerkraft der Erde wird von vielen Pflanzen positiv oder negativ beantwortet. Die Hauptwurzel und der Haupttrieb von Pflanzen reagieren im Allgemeinen auf die Schwerkraft, indem sich die Hauptwurzel positiv, der Haupttrieb negativ dazu einstellen. Keimlinge von Sonnenblumen reagieren schon nach Stunden auch darauf. Die jungen Sprosse der Buntnessel stellen sich negativ zur Erdschwere ein. Die gelieferten Töpfe wurden drei Tage vor Lieferung einfach auf die Seite gelegt. Bei Keimlingen von Hafer tritt bei einem solchen Versuch schon nach 14 Minuten eine sichtbare Wirkung ein; Sonnenblumenkeimlinge reagieren etwas langsamer. Immerhin lässt sich innerhalb eines Vormittags bei Coleus auch für Schüler die Wirkung nachweisen.

Die unterschiedliche Reaktionsträgheit verschiedener Sprosspflanzen lässt sich dadurch ermitteln, dass man verschiedene Arten gleichzeitig horizontal legt. Dabei ist interessant zu beobachten, wie weit die Bewegung den Spross ergreift. Auch die Frage, ob und wie weit die Bewegung wieder rückgängig zu machen ist, ist von Interesse. Neben Keimlingen und jungen Sprossen reagieren Hauptwurzeln positiv geotropisch. Lässt man Bohnen in einer großen feuchten Kammer keimen und befestigt sie mit einer Nadel so, dass die Wurzeln nach unten wachsen können, lässt sich durch wiederholte Drehung des Keimes sehr schnell der Geotropismus nachweisen.

Zur Erforschung des pflanzlichen Verhaltens benutzt man Geräte, in denen die Schwerkraft infolge langsamer Drehung fortwährend anders angreift oder andere, in denen infolge schneller Rotation die Schwerkraft durch die Fliehkraft ersetzt worden ist.

5. Dreifarbige Winde (Convolvulus tricolor)

Einige Pflanzen wie Tulpe und Krokus reagieren allein auf Wärme, andere, wie Seerosen und Enziane, allein auf Licht. Allerdings ist eine bestimmte Temperatur notwendig, um die Pflanze zu sensibilisieren. Deshalb lassen sich nur schwer ganz exakte Angaben machen; die meisten Blütenbewegungen sind - sinnvollerweise - Mischreaktionen. Während bei Blättern oft Turgorbewegungen eine Rolle spielen, bewegen sich Blütenblätter in der Regel durch Wachstum. Jede Blütenöffnung beruht auf dem Mechanismus, dass die Innenseite des Blütengrundes wächst und so die Blüte öffnet. Bei Wiederholung beruht die Bewegung auf der Tatsache, dass Innen- und Außenseiten verschiedene temperatur- oder lichtbezogene Wachstumsoptima haben. Die Dreifarbige Winde öffnet - wie alle Winden - ihre Blüten sehr schnell.

Ob dies mehr vom Licht abhängt (wie es scheint) oder von der Wärme, ist der Literatur nicht zu entnehmen. Sie zeigt vor allem infolge ihrer sehr "pünktlichen" Blütenöffnung die Anpassung an den Tagesablauf langrüsseliger Schmetterlinge.

6. Mittagsblume (Dorotheanthus bellidiformis)

Der Name Mittagsblume stellt die Eindeutschung der botanischen Bezeichnung mesembria - Mittag (Gr.) und anthemon - Blume (gr.) dar. Damit ist ein Charakteristikum der Familie angesprochen. Die Blüten öffnen sich unter der Einwirkung der Sonne, haben also in der Regel einen deutlich nachweisbaren Tagesrhythmus. Er ist dadurch sinnvoll, als in den Steppen und Halbwüsten

Afrikas, Arabiens, Australiens und Südamerikas nachts starke Kälteeinbrüche und Taufall erfolgen.

Die Fruchtkapseln öffnen sich der Blütenbewegung völlig entgegengesetzt nur durch Feuchtigkeit. Es gibt sogar zahlreiche durch Regen auslösende Schleudermechanismen. Die gelieferte Art ist eine bekannt einjährige Gartenblume. Am Wildstandort entwickelt sie wesentlich spärlichere Blätter.

7. Winde (*Ipomoea tricolor*)

Windenpflanzen zeigen bei der Keimung zunächst in der Regel normale negativ-geotropische Reaktion. Von einem bestimmten Zeitpunkt ab hört das auf; die Sprossspitze beginnt die Figur eines Kegelmantels zu beschreiben. Je nach Art beträgt deren oberer Durchmesser bis zu 1,50 m (Wachsblume). Die Bewegung kommt als Wachstumsbewegung zustande, indem das Zellwachstum kreisförmig weiter fortschreitet. Eine Kreisbewegung dauert in der Regel 3 - 9 Stunden, bei Feuerbohnen nur 2 Std. Nach Auftreffen auf eine vertikale Stütze führt die Bewegung zum Umschlingen. Diese Darstellung ist jedoch vereinfacht. Auf jeden Fall ist die eigentliche Bewegung autonom. Erst bei Berührung eines Gegenstandes können weitere Orientierungsmechanismen ausgelöst werden. Die Bewegungsrichtung ist meistens endogen bedingt. Linkswinder drehen gegen den Uhrzeigersinn (aus der Vogelschau betrachtet!), Rechtswinder mit ihm. Innerhalb eines Vormittags lassen sich durch genaues Protokoll die Lage der Rankenspitze, die Größe des Kegelmantels und die Geschwindigkeit feststellen.

8. Gauklerblume (*Mimulus luteus*)

Beim Aufblühen steht die Narbe wie ein Maul vor den Staubgefäßen. Besucht ein Insekt (meist Hummel) die Blüte, stößt es gegen die Narbe und läßt dabei in der Regel Blütenstaub ab. Infolge des Reizes legt sich die zweiteilige Narbe zusammen und gibt den Weg zum Blütenstaub frei. Diese Bewegung dauert einige Sekunden, die Erholung bis zu einer Stunde. Nach Bestäubung soll die Erholung unterbleiben. Ähnliche Narbenbewegungen zeigen *Catalpa* und *Incarvillea* (Trompetenbaum, Staudengloxinie).

Wachstumsbewegungen gibt es in vielen Blüten; Turgorbewegungen wie diese sind jedoch selten. Es sind besonders bekannt: Staubblattbewegungen bei allen Berberitzen, der Zimmerlinde, der *Kalmia*. Bei allen *Centaurea*-Arten weicht die Staubfadenröhre bei Berührung zurück. Einige Pflanzen wie *Pellionia* und *Pilea* schleudern den Blütenstaub fort. In der Regel dürfte den Erscheinungen innerhalb des Lebensraumes der Pflanzen Bedeutung zukommen.

9. Dorstenia

Die *Dorstenia* gehört zu einer Pflanzengruppe aus dem tropischen Afrika und Amerika. Die Blüten- und Fruchtstände sind Abschussskatapulte. Zunächst wird aus den federartig gespannten Staubblättern der Blütenstaub bei der Reife verschleudert. Die Früchte reifen in saftigen Höhlen wie bei vielen anderen Maulbeergewächsen.

“Der untere Teil eines jeden Früchtchens besitzt dicke Wandungen und ist in das Blütenlager, ähnlich wie ein Haarbalg in die Haut des Menschen, eingesenkt. Der obere dünnhäutige Teil ragt warzenförmig über das Blütenlager empor. Wenn der Same vollständig ausgereift ist, steigert sich der Turgor in der äußeren Zellschicht

der dicken Fruchtwände, der dünnhäutige Scheitel reißt auf, die dicken Fruchtwände schließen plötzlich zusammen, und der von ihnen bisher umhüllte Same wird gewaltsam herausgeschleudert“. (Aus Anton Kerner v. Marilaun, Pflanzenleben, Band 2, Leipzig 1871, S. 771).

Die Pflanze kann nur im Klassenraum über eine gewisse Zeit gehalten werden. Die Pflanze benötigt Temperaturen von 18° bis 20°C, Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung und hohe Luftfeuchtigkeit. Experimente sind wegen der Unvorhersehbarkeit des "Abschusses" nicht möglich.

10. Buschbohne

Wie die autonomen Suchbewegungen der Ranken gibt es auch vorwiegend autonome Blattbewegungen. Sie werden in der Regel "Schlafbewegungen" genannt. Richtig daran ist, dass sie unter Laboratoriumsbedingungen unabhängig vom Sonnenstand etwa einem zwölfstündigen autonomen Rhythmus folgen. Eine Entsprechung zum menschlichen Schlaf ist nicht vorhanden, die Bezeichnung anthropomorph.

Ähnliche Erscheinungen zeigen die Blätter vom Sauerklee, vom Wiesenklee, von der Robinie, der Mimose, den Maranthen. Am einfachsten erkennt man bei der Bohne die Reaktion, wenn die Pflanze verdunkelt wird. Die autonome Komponente dagegen ist in der Schule schwer zu erarbeiten.

Sie stellen sich aber auch auf Grund von Licht und Dunkelheit ein und zeigen deutliche Abhängigkeit von der Wärme. So senkt die Bohne die Blätter auch bei Verdunkelung und hebt sie wieder im Licht. Die Bewegungen sind Turgorbewegungen innerhalb der "Gelenke" der Blattfiedern.

Methodische Hinweise

Bei der umfassenden Themenstellung dieser Lieferung ist es schwierig, einzelne Aufgaben zusammenzustellen. Deswegen werden folgende Schritte vorgeschlagen:

1. Am Liefermaterial werden zunächst nebeneinander die verschiedenen Phänomene herausgearbeitet. Das Einzelobjekt führt so zur Problemstellung, nicht das Wissenschaftssystem.
2. Die Phänomene werden für jedes **Einzelobjekt** fachwissenschaftlich geklärt, soweit es die Altersstufe zulässt. Die Sinnfrage kann vom Biologischen her erörtert werden.
3. Eine **Zusammenfassung**, wie sie auf der beigefügten Tafel gegeben wird, weist auf die Vielfalt der Probleme hin. Sie stellt eine schulgemäße Zusammenfassung dar.

Es ist versucht worden, unterrichtliche Anregungen schon bei den Einzelobjekten zu geben. Die Phänomene dürften bis Klasse 7 allein die Hauptrolle spielen. Erst danach lassen sich Turgor- von Wachstumsbewegungen und Quellungsbewegungen systematisch einordnen.

Lieferung: Pflanzenbewegungen

Quellungsbewegungen reagieren stets auf den Wechsel feucht – trocken

1. Öffnen und Schließen: Zapfen der Kiefer
2. Abschleudern der Samen: Hülsen des Besenginsters
Einbohren: Anhängsel vom Federgras.

Wachstumsbewegungen

3. Reaktion auf Licht; Lichtwendigkeit: Keimlinge der Sonnenblume, Sprossspitze
4. Reaktion auf die Schwerkraft: Erdwendigkeit, Geotropismus: Buntnessel, Sprossspitze
5. Mischreaktion, vorwiegend auf Licht und Wärme; Photo- und Thermonastie: Dreifarbige Winde, Blüten (*Convolvulus tricolor*)
6. Mischreaktion, vorwiegend auf Licht und Wärme: Lein, Blüten (*Linum usitatissimum*)
7. Vorwiegend autonome Bewegung (solange kein Gegenstand berührt wird): Winde, Sprossspitzen (*Ipomoea tricolor*)

Turgorbewegungen

8. Auslösung durch Berührung: Narbe der Gauklerblume (*Mimulus luteus*)
9. Auslösung durch Berührung oder nach Erreichen eines Sollwertes selbstständig: Fruchtstand der Gewächshauspflanze *Dorstenia*.
10. Vorwiegend autonome Bewegung: Tag - Nachtstellung der Blätter der Buschbohne (*Phaseolus vulgaris*).

Anschauungsmittel

- F 4 Entwicklung und Vermehrung der Erbse
- F 470 Rankenbewegungen (11 min)
- F 181 Protoplasmaströmung in pflanzlichen Zellen

Aus dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen

- E 399 *Linaria cymbalaria* (Scrophulariaceae) -
Phototropische Bewegungen der Blütenstiele
- E 425 *Viola tricolor* (Violaceae) -
Postflorale Bewegungen des Fruchtsieles
- C 677 Rankenbewegungen - I. Grunderscheinungen
- C 678 Rankenbewegungen - II. Reizort, Reizalter u. Reaktionstypen
- C 564 Reizbewegungen bei *Mimosa pudica*
- C 333 Reizbarkeit und Leistung des Tierfangapparates von
Dionaea muscipula (Venusfliegenfalle)
- W 697 Anthese et Floraison (Wachstum und Bewegung der Staubgefäße
bei *Salix*, *Pennisetum*, *Secale*, *Mahonia*)
- W 531 The Autonomons Movements of Plants
- E 331 *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae) - Ausschleudern der Samen
- E 723 *Impatiens parviflora* (Balsaminaceae) - Aufspringen der reifen
Frucht (Turgormechanismus)

Literatur

- Strasburger, E.: Lehrbuch der Botanik
Fischer Verlag, Stuttgart 1962
- Walter, H.: Grundlagen des Pflanzenlebens
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1962
- Kerner von Marilaun: Pflanzenleben
Bibliographisches Institut, Leipzig 1890
- Nultsch, W.: Allgemeine Botanik
Thieme Verlag, Stuttgart 1968
- H. Kugler: Einführung in die Blütenökologie
Gustav Fischer, Stuttgart 1955
- Bertalanffy, L.v.: Handbuch der Biologie, Band IV, Die Pflanze
Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Potsdam 1950

Die Zusammenstellung dieser Arbeitshilfe erfolgt in Zusammenarbeit mit
Herrn B. Hofmann.

gez. Winkel, Biologiedirektor

Pflanzenbewegungen

