

Ueber Bewegung in der Pflanzenwelt.

Einleitung.

§. 1.

Alle Bewegungen, welche wir in der Pflanzenwelt wahrnehmen, lassen sich füglich unter zwei Rubriken bringen. Die Einen sind Folge des Lebensprocesses und finden nur statt im Innern des Pflanzen-Organismus; die Andern werden hervorgerufen durch äußere Einwirkungen und haben Aehnlichkeit mit den willkürlichen Bewegungen der Thiere. Jene wollen wir *innere*, diese *äußere* oder *scheinbar willkürliche* Bewegungen nennen.

Bevor wir aber diese verschiedenen Bewegungen näher bezeichnen und zu erklären versuchen, ist es nothwendig, das Wesen der Pflanzen hinsichtlich ihrer physisch-elementarischen Bestandtheile, so wie ihres Organismus in soweit darzustellen, als es erforderlich sein wird, unsere Erklärungen verständlich darauf zu basiren. Dabei werden wir dann, gleich wie auch bei manchen der zu gebenden Erklärungen, die entsprechenden Erscheinungen im thierischen Organismus denen des Pflanzen-Organismus zur Seite stellen, weil jene nicht selten ein vorzügliches Mittel sind, diese begreiflicher zu machen und gehörig zu würdigen.

Wir werden demnach in Verfolg dieser Arbeit zunächst reden von den Elementen, von den Elementar-Bestandtheilen und von dem Leben der Naturalien; dann aber von den innern, und zuletzt von den äußeren oder scheinbar willkürlichen Bewegungen der Pflanzen.

I. Von den Elementen.

Physische Elemente.

§. 2.

Schon den Philosophen des Alterthums galten Feuer, Luft, Wasser und Erde als Elemente, aus deren Veränderung durch Verdichtungen, Verbindungen zc. sie die ganze Welt mit der unendlichen Mannichfaltigkeit ihrer Gebilde hervorgehen ließen. Als aber die Chemiker unserer Zeit alle Stoffe, welche sich chemisch nicht weiter zerlegen ließen, einfache Stoffe, Elemente nannten, und die Zahl derselben bald in die Fünzig stieg, da verlor die Lehre von den vier Elementen der Alten nach und nach ihr Ansehen, bis Schelling und Andere die uralte Idee von einer Weltmaterie, einer Urmaterie wieder in Anregung brachten, und Oken *) dieselbe in Uebereinstimmung mit dem jetzigen Standpunkte der Naturwissenschaften durch seine Theorie des Lichtes und der Wärme folgerichtig entwickelte und so die Lehre von den vier Elementen wieder in ihr altes Recht einsetzte.

Elemente nennen wir nicht bloß die letzten einfachen, durch die Chemie nicht weiter zerlegbaren Stoffe, sondern auch die ersten einfachen und allgemeinsten Substanzen oder Materien, aus deren Verbindung die unzähligen Naturgebilde in ihrer unendlichen Verschiedenheit hervorgegangen sind. Mit dem Worte einfach bezeichnen wir nämlich auch den Begriff der Einheit, welcher dem Begriffe des Wortes mehrfach, also der Mehrheit entgegensteht, und sagen in diesem Sinne: es gibt nur ein Feuer, eine Luft, ein Wasser, eine Erde, nennen also, mit den Alten, diese vier Substanzen einfache, oder Elemente, und zwar physische Elemente, zum Unterschiede von den bis jetzt chemisch nicht zerlegten Stoffen, die wir chemische Elemente, Grundstoffe nennen wollen.

Das Urelement, kosmische Element, Welt-Element, ist der Aether (das Feuer-Element der Alten), ein von mehreren Naturforschern angenommenes, sehr feines, elastisches, den Weltraum erfüllendes Fluidum, dessen Daseyn aber freilich lange Zeit sehr hypothetisch schien, da man dasselbe nicht positiv nachweisen konnte, bis astronomische Beobachtungen und Berechnungen in der neuesten Zeit zu Resultaten geführt haben, aus welchen sich mit ziemlicher Gewißheit das Vorhandenseyn des Aethers schließen läßt. So hat nämlich Enke gefunden, daß die Bahn des nach ihm benannten Enke'schen Kometen be-

*) Oken. Naturgeschichte für Schulen. Leipzig 1821. Desgl. Oken. Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände. 1833 bis 1841.

ständig Veränderungen erleidet, die sich, nach Berücksichtigung aller Perturbationen, nicht wohl anders als durch einen, die Bewegung des Kometen hemmenden Widerstand erklären lassen. Wo aber ein solcher Widerstand geleistet wird, da muß auch ein Substrat vorhanden seyn, welches ihn leistet, und als solches kann uns nur der Aether gelten.

Planetarische Elemente nennen wir Luft, Wasser und Erde, weil sie den Planeten angehören, oder vielmehr dieselben zusammensetzen.

Aggregatsform der physischen Elemente.

§. 3.

Nur das Erd-Element ist starr, das Wasser tropfbar flüssig, Luft und Aether sind elastisch-flüssig, luftförmig flüssig. Im Starren ist die Cohäsion, im luftförmigflüssigen die Expansion vorherrschend. Das Tropfbarflüssige steht in der-Mitte zwischen dem Starren und luftförmigen.

Das Leben der physischen Elemente.

§. 4.

Jedes der vier Elemente hat seine ihm eigenthümliche Thätigkeit, sein eigenes Leben. Das Leben des Aethers äußert sich durch Licht und Wärme, und, da die Schwere wesentlichste Eigenschaft aller Materie ist, in der Urkraft der Schwere. Das Leben der Luft ist thätig im Elektrismus, das Leben des Wassers im Chemismus, das Leben der Erde in der Cohäsion, welche in ihrer ursprünglichen Thätigkeit die Krystallisation bewirkt, und in den Metallen sich als Magnetismus kund giebt.

II. Von den Elementar-Bestandtheilen und dem Leben der Naturalien.

Elementar-Bestandtheile der Naturalien.

§. 5.

Die Naturalien sind Verbindungen der flüssigen Elemente mit dem starren, dem Erd-Elemente. Die erste und Hauptverschiedenheit der Naturalien hängt also ab von der Art und Weise, wie sich die Flüssigen mit dem Starren verbinden.

Die Mineralien sind, mit Ausnahme der Irden, binäre Verbindungen, das heißt, es

hat sich in denselben ein Flüssiges mit dem Starren verbunden, und zwar in den Salzen das Wasser, in den Brenzen die Luft, in den Metallen der Aether; die Irden aber sind elementarisch-einfache Mineralien.

Die Pflanzen sind ternäre Verbindungen, es haben sich darin zwei Flüssige, Wasser und Luft, mit dem Starren verbunden.

Die Thiere endlich sind quaternäre Verbindungen, es haben sich in denselben die drei Flüssigen, Wasser, Luft und Aether mit dem Starren verbunden.

Mehr Verbindungen sind unter den Elementen nicht möglich, und es ist demnach damit die Zahl der Naturreiche bestimmt gegeben.

Das Leben der Naturalien.

§. 6.

Verbindet sich nur ein flüssiges Element mit dem Erd-Element, so bleibt in dieser Verbindung das Leben der Elemente in Ruhe oder gebunden. Darum sagen wir, die Mineralien haben ein latentes Leben, oder, da wir vorzugsweise das Bewegliche lebendig zu nennen pflegen, sie seyen leblos.

Verbinden sich mit dem Starren zwei Flüssige, Wasser und Luft: so wird das Leben dieser Elemente thätig, Elektrismus, Chemismus und Magnetismus treten in Wechselwirkung, es entsteht Bewegung im Innern der Verbindung; und darum sagen wir, die Pflanzen leben, nennen aber dieses, aus der angedeuteten Wechselwirkung hervorgehende Leben, ein vegetatives Leben.

Treten endlich alle Elemente in eine Verbindung zusammen, so bewirkt der Aether durch Wärme, Licht und Schwerkraft, neben dem vegetativen, ein zweites, ein geistiges Leben, das sich in willkührlicher Bewegung des vom Planeten freigewordenen Körpers äußert. Die Thiere haben also ein vegetatives und ein geistiges Leben und unterscheiden sich vorzüglich durch das letztere von den Pflanzen.

Organische und unorganische Naturalien.

§. 7.

Für die mit ihren eigenthümlichen Thätigkeiten in ternäre und quaternäre Verbindungen eingegangenen Elemente finden sich in den Pflanzen und Thieren besondere Theile, in welchen das Leben der verbundenen Elemente wirksam ist. Wir nennen diese Theile Organe, und die Verbindungen selbst organische Körper, organische Naturalien: Pflanzen und Thiere.

Da das Leben der Elemente in den binären Verbindungen ein latentes ist, so sind auch für die Thätigkeit der verbundenen Elemente keine Organe vorhanden. Die Mineralien sind also unorganische Körper, unorganische Naturalien.

Organe für die Elemente in Pflanzen und Thieren.

§. 8.

Das Erdorgan der Pflanzen ist das Zellgewebe, welches einem Haufen hohler Krystalle zu vergleichen ist; Wasserorgane sind die Wurzeln und die Inter-cellular- oder Saftgänge; Luftorgane die Blätter und Spiralgefäße.

Das Erdorgan der Thiere ist das Gefäßsystem; das Wasserorgan das Verdauungssystem; das Luftorgan das Respirations-system; Aetherorgane sind das Muskel-, Knochen- und Nervensystem.

Pflanzen und Thieren auf der untersten Stufe der Ausbildung fehlen jedoch manche der angegebenen Organe, oder sie sind wenigstens noch unausgebildet. So z. B. bestehen die niedersten, einfachsten Pflanzen nur aus Zellgewebe, also aus dem Erd- und Wasserorgan, während die Luft überall von Außen Zutritt hat; die niedersten, einfachsten Thiere aus dem Verdauungssystem, also dem Wasserorgan, aus welchem unmittelbar der Chylus abgesetzt und assimilirt wird. Das Erdorgan fehlt also, und da Luft von allen Seiten aufgenommen wird, auch das Luftorgan; die Aetherorgane aber entbehren noch aller Scheidung und bilden, in einander aufgelöst, eine Gallertmasse, die Hauptsubstanz des Leibes.

III. Von den inneren Bewegungen der Pflanzen.

Bewegung des Blutes und Chylus in den Thieren, der Säfte in den Pflanzen.

§. 9.

Die Hauptorgane des Verdauungssystems der höheren Thiere sind der Magen und der Darmkanal. In jenem werden die Speisen aufgelöst, in diesem erfolgt Scheidung und Niederschlag, die Scheidung im Zwölffingerdarm, der Niederschlag im Dünndarm, wo zugleich der aus dem Chymus geschiedene Chylus durch die Lymphgefäße aufgesogen, dann weiter durch das Gefröse und den Stamm der Lymphgefäße in die linke obere Hohlvene, also in das Blut geführt wird, in und mit welchem er durch die rechte Herzkammer in die Lunge geht. In der Lunge wird das mit dem Chylus gemischte Blut durch den Sauerstoff

der Luft oxydirt, geht dann in die linke Herzkammer und aus dieser in die Aorta und das Arteriensystem, aus welchem es die nährenden Theile an den bestimmten Orten absetzt und so, desoxydirt, in das Venensystem aufgenommen und durch die Hohlvene von Neuem in die rechte Herzkammer *ic.* geführt wird.

In dem Pflanzen-Organismus ist die Bewegung der nährenden Theile von der im Thier-Organismus sehr verschieden. Ein Verdauungssystem kommt im Innern der Pflanzen nicht vor. Die festen Theile, welche in den Pflanzen-Organismus aufgenommen werden sollen, sind schon in der Erde aufgelöst und bis zur Aufsaugung durch die Wurzelzafeln vorbereitet worden. Der Boden ist also der Magen der Pflanzen, die Wurzelzafeln sind die Lymphgefäße im Dünndarm des Thieres; sie führen den Nahrungsast in die Inter-cellulargänge der Wurzeln, aus welchen er in den Stamm, in die Aeste u. s. w. in alle Theile des Gewächses gelangt, wo er überall mit der, in die Spiralgefäße eingeathmeten Luft in Wechselwirkung gebracht, oxydirt, in die Zellen dringt, um nährenden Theile abzusetzen, dann wieder heraustritt, um in den Saftgängen von Neuem mit der Luft in Berührung zu kommen *ic.* Die Inter-cellular- oder Saftgänge haben also die Function des thierischen Arterien- und Venensystems zugleich, nur mit dem Unterschiede, daß sie nicht selbst die nährenden Theile absetzen, wie das Arteriensystem des Thieres. Die Spiralgefäße haben die Function des Respirationsystems. Daher kann, indem die Luft überall hin in den Pflanzen-Organismus gelangt, nicht aber, wie im Thier-Organismus, in einem einzelnen Organe, einer Lunge, Kieme *ic.* sich dem Nahrungsaste darbietet, in den Pflanzen kein eigentlicher Kreislauf des Saftes, kein Zurückkehren desselben an einen besondern Ort stattfinden.

Auch im Aufnehmen der Nahrung finden wir zwischen Pflanzen und Thieren scheinbar einen großen Unterschied. Die Wurzelzafeln saugen beständig Nahrung ein, dafern sie nur vorhanden ist. Die Thiere dagegen nehmen nur Nahrung ein, wenn sie vom Hunger oder Durst dazu getrieben werden, ja der Mensch, das Haupt der irdischen Schöpfung, ißt und trinkt selbst nicht jedesmal, wann er Hunger oder Durst hat, sondern macht dieses oft von seiner Vernunftseinsicht abhängig. Doch ist der angedeutete Unterschied auch nur scheinbar: denn die Wurzelzafeln entsprechen, wie wir oben gesehen haben, nicht dem Munde der Thiere, sondern den Lymphgefäßen im Dünndarm, und diese saugen, gleich den Wurzelzafeln, so lange ein, als Chylus vorhanden ist. Das Einnehmen der Speisen und Getränke dagegen ist bei Thieren und Menschen vom Willen abhängig, und dieser wurzelt in dem geistigen Leben derselben, das dem Pflanzen-Organismus fehlt.

Ursache der Blut- und Saftbewegung in den Organismen.

§. 10.

Als bewirkende Ursache der Saft- und Chylusaufnahme, sowie der Bewegung des Saftes und des Chylus in den Gefäßen nehmen manche Naturforscher eine besondere Kraft im Organismus an, die sie Lebenskraft nennen; uns aber will es natürlicher scheinen, die Aufnahme und Bewegung dieser Flüssigkeiten einer Polarität zuzuschreiben, bewirkt und unterhalten theils durch die Elementarkräfte im Innern des Organismus, theils durch allgemeine Naturkräfte von Außen, jedoch so, daß durch das Zusammenwirken dieser inneren und äußeren Potenzen jene Bewegung, das Leben der Organismen bedingt ist.

Im thierischen Organismus wird die erwähnte Polarität, dieser Lebensproceß hervorgerufen durch den Sauerstoff, der beim Athmen in die Lunge gebracht und dem Blute mitgetheilt wird *). Dadurch tritt die Lunge in einen polaren Gegensatz zu dem venösen Blute und zieht dasselbe an; stößt es aber wieder ab, sobald es oxydirt, also mit der Lunge, oder vielmehr dem Sauerstoffe, gleichnamig geworden ist; es gelangt in die linke Herzkammer und geht von da in das Arteriensystem, wo es auf seinem Laufe nach und nach mit den nährenden Substanzen seinen Sauerstoff absetzt, so desoxydirt in das Venensystem tritt und von Neuem nach der Lunge gezogen wird. Das Blut wird also von der einen Seite nach der Lunge gezogen und nach der andern wieder abgestoßen und so der Kreislauf desselben bewirkt.

Im Pflanzen-Organismus dagegen ist es nicht bloß der Sauerstoff, welcher, als im Innern wirkende Potenz, jene Polarität hervorruft; sondern hier wirken noch ganz besonders auf die Bewegung der Säfte ein die äußeren, mächtigen Naturkräfte Licht und Wärme. Die Stomata der Epidermis auf den Blattflächen und andern grünen Pflanzentheilen sind die Oeffnungen, durch welche der Sauerstoff der Atmosphäre in Gasform eingezogen und in die Spiralgefäße gebracht und ebenso das abgeschiedene kohlensaure Gas ausgestoßen wird. Das Einziehen und Ausstoßen dieser Luftarten geschieht regelmäßig, und darin besteht das Athmen der Pflanzen **). Durch den Sauerstoff in den Spiralgefäßen wird der Saft in den

*) Bei Zusammenstellung von Erscheinungen im Thier- und Pflanzen-Organismus haben wir stets, wenn es nicht anders angegeben ist, das Thier und die Pflanze auf der höchsten Stufe der Ausbildung im Auge.

***) Daß die Gewächse im Sonnenschein Sauerstoffgas ausgeben, kann die Behauptung, daß sie regel-

Intercellulargängen oxydirt und abgestoßen, dann von den Zellen eingesogen und nachdem er, bei beständigem Kreislauf in denselben, mit einem Theile der nährenden Substanzen, auch seinen Sauerstoff an die inneren Seiten derselben abgesetzt hat, also desoxydirt worden, wird er zu den Spiralgefäßen zurückgezogen und von Neuem oxydirt, abgestoßen &c. Das ist die oben, S. 6, erwähnte Wechselwirkung der Elemente; das Wasser in den Intercellulargängen, der Saft, enthält die Bestandtheile der Pflanze in aufgelöstem Zustande, die Luft in den Spiralgefäßen polarisirt den Saft und bereitet dadurch die aufgelösten Bestandtheile zum Niederschlag in den Zellen, zur Assimilation, vor. Es ist dies dieselbe Erscheinung, derselbe Vorgang, den wir mit einer kleinen Abweichung im thierischen Organismus wieder finden, wie wir bereits oben gesehen. Daß aber durch solches Assimiliren der Nahrungstheile, durch Bildung neuer Zellen, neuer Gefäße &c., des Saftes im Organismus weniger werden und dieser Saftverlust eine vermehrte Einsaugung zur Folge haben muß, ist von selbst klar. Die durch den Sauerstoff bewirkte Polarität findet aber nicht bloß statt zwischen dem Saft und den Spiralgefäßen, sondern selbst eine Zelle wird gegen die andere polar, was eine Bewegung der Flüssigkeit von Zelle zu Zelle zur Folge hat. Da nun aber der Sauerstoff von Oben in die Pflanze kommt, so ist es natürlich, daß der Saft auch am stärksten nach Oben gezogen wird, daß seine Hauptbewegung nach Oben gehen muß. — Daneben sind es Licht und Wärme besonders, welche zwischen Stamm- und Wurzelwerk, zwischen dem Oben und Unten, den polaren Gegensatz hervorrufen, durch den der Saft nach Oben gezogen wird, während die Schwerkraft nach unten zieht. Das Licht wirkt nicht nur durch Saftzersehung in den Blättern und andern weichen Theilen der Pflanzen auf die Bewegung der Säfte mächtig ein; sondern auch durch Entziehung des Sauerstoffes, Desoxydation, wodurch nebenbei die grüne Farbe dieser Theile hervorgebracht wird; besonders aber durch seine Entbindung des Wärmestoffes, dieser zweiten äußeren Potenz. Die Wärme ist die Ursache der Verdunstung des Saftwassers, und diese ist daher stärker, wo mehr Wärme durch die Sonnenstrahlen entbunden wird, also stärker an den oberen Theilen, den Zweigen und Blättern des Baumes, als am Stamme desselben; sie ist stärker in höherer, schwächer in niedrigerer Temperatur, daher stärker im Sonnenlichte, als im Schatten, stärker am Tage, als in der Nacht, stärker im Sommer, als im Winter.

mäßig dieses Gas einziehen, nicht umstoßen; denn wir dürfen wohl kaum annehmen, daß die Sonne ein Viertheil der Gesamtzeit des Jahres eine Pflanze bescheine.

Versuche und Beobachtung zur Ermittlung der Menge des in bestimmten Zeiten verdampfenden Saftwassers haben sehr auffallende Resultate geliefert. Woodward fand, daß manche Pflanzen binnen 11 Wochen eine Wassermenge als Dunst ausgaben, deren Gewicht ungefähr hundertmal so groß war, als das Gewicht der Pflanzen selbst beim Anfang der Versuche. Eine Sonnenblume (*Helianthus annuus*) von drei Fuß Höhe verlor täglich durch Ausdunstung vierzig Loth Wasser. Da nun aber das Gewächs wenigstens ebensoviel, ja noch mehr Wasser einsaugen muß, als es durch Verdampfung verliert, so leuchtet daraus ein, wie bedeutend der Einfluß der Pflanzenwelt auf die Witterung seyn muß, wie also dieselbe mitwirkt zur Erhaltung des großen Ganzen. — Aber nicht bloß das Wasser saugt die Pflanze ein, welches sie zu ihrer eignen Subsistenz bedarf; selbst unnatürliche Verluste an Wasser sucht das Einsaugungsvermögen zu ersetzen. Das sogenannte Thränen des Weinstocks hat eine vermehrte Einsaugung zur Folge; das Anbohren einer Birke liefert in 14 Tagen ein Gewicht Wasser, das dem Gewichte des angebohrten Baumes gleichkommt, und muß also der Baum, wenn er dabei nicht an Saftmangel, oder Hunger, leiden soll, binnen dieser Zeit die Menge des ausgeflossenen Wassers mehr einsaugen, als im unverletzten Zustande. Man darf folglich daraus nicht auf die Menge des Wassers schließen, das zum eignen Bedarf eingesogen wird; denn das Ausfließen durch Wunden ist unnatürlich. Als wir bei einer Ueberschwemmung an einer Weißbuche (*Carpinus Betulus*), welche bis etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß Stammhöhe im Wasser stand, mehrere Zweige in einer Höhe von 8 bis 10 Fuß abschnitten, begann bald nachher ein starkes Austropfen, dann aber ein Ausfließen von Wasser, welches anhielt bis das Fluthwasser in das Flussbett zurückgetreten war. Diese Erscheinung beweiset offenbar, daß das Einsaugen des Wassers zu dem Abgang desselben in geradem Verhältniß steht. Eben so klar geht aber auch daraus hervor, daß der durch künstliche Operation bewirkte Saft- oder Wassererguß nicht auf die Menge des Wassers schließen läßt, welches die Pflanze zu ihrem Bedarf einzieht; denn der Versuch wurde im Winter gemacht, wo das natürliche Einsaugen von Säften, des geringen Verbrauches wegen nur unbedeutend ist.

Im thierischen Organismus kommen ähnliche Erscheinungen vor. Je mehr durch den Gebrauch des Körpers an Kräften aufgewendet wird, desto größer ist die Aufsaugung im Dünndarme, desto öfter stellt sich der Hunger ein. Darum essen Menschen, welche anstrengende körperliche Arbeiten verrichten, mehr als solche, die müßig gehen. Durch größere Austregung einzelner Körperteile wird ungleichförmige Strömung des Bluts hervorgebracht. Der, während der Zeit der Verdauung, zum Auflösen der Speisen erforderliche Magensaft wird in der Milz und in den Magenwänden aus dem Blute gezogen und dies

bewirkt ein stärkeres Zufließen des arteriösen Blutes, welches im Verhältniß dieser stärkeren Zuflutung den andern Körpertheilen entzogen wird. Daher die Erscheinung, daß man während dieser Zeit zu tiefem Denken unfähig ist, indem dazu die erforderliche Spannung des Hirns durch das arteriöse Blut fehlt; plagt man sich aber dennoch, um etwas Geistiges zu schaffen, so schadet dieß eben so sehr der Verdauung, als starke körperliche Bewegung, welche das arteriöse Blut in den Gliedern verbraucht. Wo also das Blut am meisten verbraucht wird, dahin strömt es am meisten: bei geistiger Anstrengung nach dem Kopfe, bei körperlicher nach den angestregten Körpertheilen. Daher die starken Armmuskeln unserer Handarbeiter.

Werfen wir nun noch einen Rückblick auf den Inhalt dieses §., so ergibt sich als Resultat: Die Pflanzensäfte werden bewegt 1) durch innere Kräfte, nämlich den Electricismus der Luft, den Chemismus des Wassers und die Cohäsion, den Magnetismus, des Erd-elementes, welche als Elementarkräfte dem Pflanzen-Organismus eigen sind; 2) durch äußere Kräfte, nämlich Licht und Wärme, die als Kräfte des Aethers nicht innerhalb des Pflanzen-Organismus wirken können. Bei dieser, durch die genannten Kräfte bewirkten Saftbewegung sind aber die Organe selbst in Ruhe, es findet kein abwechselndes Ausdehnen und Zusammenziehen zur Förderung der Saftbewegung statt. Zwar hat man das Austreten des Milchsaftes auf der Querdurchschnittsfläche solchen Saft führender Pflanzen als Beweis ansehen wollen, daß der Saft durch Bewegung der Organe getrieben werde; es beweiset aber diese Erscheinung nur die Contractilität der Saftbehälter; denn wäre dem Milchsaft nicht durch den Schnitt ein Ausweg eröffnet worden, so hätte sich das Saftgefäß nicht zusammengezogen. So fließt auch das Blut aus einer durchgeschnittenen Vene des thierischen Körpers, selbst wenn man sie weiter nach Außen unterbunden hat, so daß die Wirkung des nachfließenden Blutes aufgehoben ist, und doch wissen wir, daß die Venen sich nicht wechselnd ausdehnen und zusammenziehen, daß sie nicht pulsiren. Während also die Bewegung der Pflanzensäfte durch innere und äußere Kräfte bewirkt wird, hängt die Bewegung des Blutes und der Lymphe im thierischen Körper nur von innern Kräften ab, von den Elementar Kräften des Thier-Organismus, der auch den Aether einschließt. Daher also im Thiere auch Bewegung der Organe des Verdauungs-, Ernährungs- und Respirationssystems, nicht aber bloß des Inhalts dieser Organe, wie in den Pflanzen. Daß aber die Bewegung der Organe dieser Systeme mechanisch mitwirkt zur Bewegung ihres Inhalts, unterliegt keinem Zweifel.

Zweck der Blut- und Saftbewegung.

§. 11.

Durch die Bewegung des Blutes in den Adern des thierischen, des Saftes in den Interzellulargängen des Pflanzen-Körpers werden die nährenden Theile überall hin gebracht, wo sie sich absetzen sollen. Dadurch wird aber nicht nur das, was im Organismus verbraucht worden, wieder ersetzt, sondern es werden auch die Theile des Körpers bei den Thieren bis zu einem gewissen Alter, bei den Pflanzen während ihrer ganzen Lebensdauer vermehrt. Zweck der Blut- und Saftbewegung ist also Erhaltung u. Wachsthum.

IV. Von den äußeren, scheinbar willkürlichen Bewegungen der Pflanzen.

Willkürliche und scheinbar willkürliche Bewegungen.

§. 12.

Willkürliche Bewegungen und Handlungen setzen einen Willen oder ein Wollen voraus; der Wille ist aber eine Kraft des Geistes. Das erste Organ für die Thätigkeit des Geistes ist das Hirn mit dem Rückenmark und den Nerven, das Nervensystem, durch welches er erregend auf die Muskel wirkt, die dann durch Zusammenziehen und Ausdehnen die Knochen in Bewegung setzen. Wo also kein Nervensystem ist, da kann, wenn wir auch die Möglichkeit des Vorhandenseyns eines Geistes mit seinen Kräften zugeben wollten, kein Ausführen des Willens, keine willkürliche Bewegung statt finden. Willkürliche Bewegungen haben ihr erstes Entstehen im Innern des Organismus, im Geiste, und gehen von Innen nach Außen.

Willkürlich können nur feste Körpertheile bewegt werden, nicht flüssige. Ich kann meine Arme, Hände, Finger &c. bewegen, wann ich will; nicht aber das Blut in meinen Adern, die Lymphe in den Lymphgefäßen &c. Eben so wenig ist es mir möglich, die Flüssigkeiten in ihren Organen stille zu stellen, ja nicht einmal die Bewegung dieser Organe kann ich hindern. Alle diese Bewegungen sind also unabhängig von meinem Willen; sie sind vegetative Bewegungen und haben nichts gemein mit meinen geistigen Kräften. Das Herz schlägt, die Arterien pulsiren, das Blut fließt in meinen Adern, ich mag schlafen, oder wachen, ich mag es wollen oder nicht wollen.

In dem Pflanzen-Organismus können nur solche vegetative Bewegungen vorkommen,

da demselben das geistige Leben fehlt. Doch giebt es allerdings auch im Pflanzenreiche Bewegungen fester Theile, welche Folge eines Willens, und zwar in manchen Fällen eines sehr beharrlichen Willens zu seyn scheinen. Es kommt aber bei diesen Bewegungen die erste Anregung nicht, wie bei geistigen Handlungen, von Innen, sondern von Außen. Sie können also auch nicht willkührliche, wohl aber scheinbar willkührliche Bewegungen genannt werden.

Solcher scheinbar willkührlichen Bewegungen kommen an fast allen organischen Systemen der Pflanzen vor: an der Wurzel, dem Stengel, den Blättern, Blüten und Früchten.

Bewegung der Wurzel.

§. 13.

Die Wurzel, Haupt- oder Stammwurzel, wächst abwärts, dem Mittelpunkt der Erde zu, und ihr Bestreben — wie wir es jedoch nur uneigentlich nennen können — sich in dieser Richtung zu verlängern, weicht keinem natürlichen Hindernisse. Fällt ein Samenkorn so in die Erde, daß das Würzelchen des Keimes nach Oben, das Blattfederchen nach Unten zu stehen kommt: so wendet sich das Samenkorn, dafern es nicht zu fest gepackt, oder zu schwer ist, beim erwachenden Leben des Keimes so, daß beide Theile in die ihnen eigenthümliche, natürliche Lage kommen; liegt aber das Samenkorn zu dieser Wendung zu fest, so wendet sich das aufwärts gerichtete Würzelchen beim Heraustrreten aus dem Samen um und wächst der Seite desselben entlang abwärts, das Blattfederchen aufwärts. Trifft das Würzelchen in seiner abwärts gehenden Richtung auf ein Hinderniß, etwa einen Stein: so wird zwar die Richtung gestört, aber das Streben nach der Tiefe bleibt und zeigt sich auf der Oberfläche des Steines, worauf es immer nach den ihm zunächst gelegenen tieferen Stellen wächst, bis es an den Rand desselben kommt und dann seine senkrechte Richtung wieder verfolgt. Bindet man das zarte Würzelchen in aufwärtsgehender Richtung fest, so kehrt es über dem Bande um und wächst abwärts; verhindert man auch dieses immerfort durch weiteres Anbinden, so bilden sich Ausfackungen unter dem Bande, die sich als Würzelchen nach unten verlängern. Füllt man ein Rohr zur Hälfte mit feuchter Erde, legt nahe unter die Oberfläche derselben ein Samenkorn und füllt dann die obere Hälfte des Rohres mit trockenem Sande: so wächst das Würzelchen des Keimes nach Unten; kehrt man darauf das Rohr um, so daß die feuchte Erde nach Oben kommt: so kehrt sich auch das Würzelchen um und wächst wieder abwärts, in den trockenen Sand. Kehrt man von Neuem um, so thut es auch das Würzelchen. Daß sich dabei auch das Stengelchen wenden muß, versteht sich von selbst.

Aus solchen Beobachtungen und Versuchen geht hervor, daß die Wurzel der Schwere folgt; zur Evidenz aber ist diese Behauptung gebracht worden durch die sehr sinnreichen Versuche, welche J. Hunter, Knight und Dutrochet angestellt haben.

Hunter ließ Samen in der Mitte eines Fäßchens keimen, das beständig umlief. Wurzel und Stengel wuchsen in der Richtung der Drehungsaxe. Knight *) befestigte Bohnen an den Felgen eines vertikal laufenden Rades von 11" Durchmesser, das in der Minute 150 Umläufe machte. Die Wurzeln wuchsen, als die schwereren Theile, nach Außen, folgten also, gleich den Kugeln auf der Centrifugalmaschine, der Centrifugalkraft; die Stengeln wuchsen nach Innen. An den Felgen eines horizontal laufenden Rades wuchsen bei 250 Umläufen in der Minute die Wurzeln nach Unten, aber um 80° nach Außen von der senkrechten Richtung abweichend; die Stengel nach Oben und ebensoviel Grad nach Innen von der Senkrechten abweichend. Bei 80 Umläufen in der Minute verringerte sich die Größe des Winkels auf 45°. — Dutrochet **) vervielfältigte und modificirte diese Versuche auf mehrfache Weise. Die Resultate blieben sich gleich, alle nämlich zeigten, daß die Wurzeln in der Richtung der Schwerkraft wuchsen. Es bleibt uns also kein Zweifel mehr, daß es die Schwere ist, welche in natürlichem und ungehinderten Zustand die Wurzel in die Tiefe, nach dem Mittelpunkte der Erde hinzieht.

Richtung des Stengels.

§. 14.

Die Richtung des ungehindert wachsenden Stengels geht nach Oben. Auch die Erklärung dieser Erscheinung hat den Naturforschern ihre Schwierigkeiten geboten. Erinnern wir uns jedoch an die oben, §. 10, gegebene Erklärung des Saftlaufes, so verschwinden diese Schwierigkeiten bald. Dort fanden wir als Potenzen, welche von Außen das Aufsteigen der Säfte hervorrufen, Licht und Wärme, und als deren erste Wirkungen das Zerlegen und Verdampfen des Saftwassers. Zerlegung und Verdampfung fangen aber mit dem erwachenden Leben des Keimes im Samen an. Darum hält zu tiefes Unterbringen des Samens, das die Einwirkung des Lichtes zu sehr schwächt, sowie kalte Bitterung, die das Verdampfen hindert, das Wachsthum der jungen Pflanzen zurück. Wenn aber auf den Keim schon Licht und Wärme nur von Oben einwirken: so müssen auch dorthin sich die Säfte

*) Phil. Transact. 1806. 99.

**) Memoires des Végétaux. 1837. 8. II.

bewegen, dort bei ihrer Zersetzung die meisten Nahrungstheilchen absetzen; es müssen in dieser Richtung sich die meisten Zellen bilden; der Pflanzenstengel muß nach dieser Richtung vorzüglich wachsen. Die jüngere Spitze des Stengels ist daher immer weich, während die Außentheile desselben von Unten herauf nach und nach fester und härter werden. Dadurch können aber Licht und Wärme nicht so kräftig auf die Seite des Stammes wirken, als auf die Spitze desselben; es muß daher hier eine stärkere Verdampfung, eine stärkere Zersetzung, ein stärkerer Saftzufluß statt finden, die Pflanze muß mehr nach Oben wachsen, als nach den Seiten, ihre Länge muß viel bedeutender werden, als ihre Dicke.

Aus dem Gesagten kann man den Schluß ziehen, daß der Stengel der Gewächse sich in unserer nördlichen Erdhälfte etwas gegen Süden neigen müsse, weil von dieser Seite hauptsächlich das Sonnenlicht einfällt. Das ist auch in der That der Fall bei allen Kräutern mit schwachen Stengeln, an denen das Festwerden der Außentheile langsam von Statten geht; nicht aber bei stärkeren und härteren Stengeln, namentlich nicht bei den Stämmen der Holzgewächse. Daß diese Neigung der Stengel aber nur sehr gering, ja bei vielen gleich Null ist, hat seinen Grund darin: 1) daß in der Zeit, in welcher die Pflanze am stärksten wächst (Mai, Juni, Juli), der freistehende Pflanzenstengel täglich auf allen Seiten von den Sonnenstrahlen getroffen wird; 2) daß, wie wir oben, S. 10, bemerkten, die Pflanze kaum $\frac{1}{4}$ der Gesamtzeit des Jahres von der Sonne beschienen wird, und also in den andern drei Vierttheilen die Wärme allein, und zwar von allen Seiten gleich stark wird; 3) daß die Luft von allen Seiten gleich starken mechanischen Druck auf die Pflanze ausübt, so daß dieselbe, wenn gar kein Sonnenlicht darauf fiel, schon aus diesem Grunde allein senkrecht in die Höhe wachsen müßte.

Abweichen des Stengels von der perpendikulären Richtung.

S. 15.

Wenn wir hier von einer, dem vorigen S. scheinbar widersprechenden, Abweichung des Stengels von der, durch Licht, Wärme und Luft bestimmten, senkrecht aufsteigenden Richtung reden: so können wir natürlich nicht jene Abweichung meinen, welche durch äußere, mechanische Hindernisse hervorgebracht wird; sondern nur diejenige, welche in der Natur des Gewächses selbst, besonders in seinem Wachsthum begründet ist.

Die Stengel mancher Pflanzen wachsen bei geringer Dicke so schnell in die Länge, daß sie das Gewicht dieser Länge nicht zu tragen vermögen. Einige derselben legen sich daher auf den Boden, geben aber dabei durch Aufheben der Spitze ihr stetes Streben nach Oben

kund. Andere halten sich an Stützen, Felsen, Bäume, Hecken *rc.*, theils mit besondern Wurzeln, Luftwurzeln, Adventivwurzeln, wie Epheu (*Hedera*); theils mit Ranken (*Cirrhi*), wie Erbsen (*Pisum sativum*), der Weinstock (*Vitis*) *rc.*; theils mit hakenförmig gekrümmten Haaren, wie *Galium Aparine*; theils sogar mit den Blattstielen, wie *Clematis* *rc.* Wir nennen solche Pflanzen kletternde (*Plantae scandentes*). Dann gibt es aber auch solche, deren schwache Stengel selbst sich um besondere Stützen winden, wie die Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*), Bohnen (*Phaseolus*), Hopfen (*Humulus Lupulus*) *rc.* Wir nennen sie Schlingpflanzen (*Plantae volubiles*).

Das Winden des Stengels.

§. 16.

Findet der schwache Stengel einer Schlingpflanze keinen Gegenstand, um den er sich winden kann; so fällt er auf den Boden, richtet aber seine Spitze wieder auf, bis sie so lang gewachsen ist, daß sie von ihrem Gewichte gedrückt, gleichfalls auf den Boden sinkt, worauf sich die wachsende Spitze von Neuem hebt, fällt *rc.* Berührt aber der Stengel bei seinem Wachsen eine zweckmäßige Stütze, so windet er sich darum und läßt sich von derselben tragen. Merkwürdig scheint, daß die Windungen immer dieselbe Richtung erhalten und sich durch kein Mittel bestimmen lassen, die entgegengesetzte anzunehmen.

Das Winden der Stengel scheint in der, fast allgemein vorkommenden, spiralförmigen Drehung derselben, die sich durch die Stellung der Aeste und Blätter, bei vielen Pflanzen aber auch durch gedrehte Ranken kund giebt, seinen Grund zu haben. Warum sich aber einige Stengel links, d. h., wenn wir uns selbst innerhalb die Windungen denken, von der Rechten zur Linken aufsteigend winden, wie *Convolvulus*, *Phaseolus*, *Passiflora* *rc.*; andere rechts, wie *Lonicera Caprifolium*, *Humulus* *rc.*, das ist auch durch die Beobachtungen von Palm und Mohl *) noch nicht genügend erklärt. Das Sonnenlicht kann wohl nicht die Ursache dieser verschiedenen Richtungen seyn, da die eine dem scheinbaren Lauf der Sonne folgt, die andere demselben entgegen geht. Ist aber die jedesmalige Richtung der Windung gleich der erwähnten Spiraldrehung: so ist die Aufgabe der Erklärung keine andere, als die, warum die Spiraldrehungen in den einen Pflanzen rechts, in den andern links laufen; und das wäre eine Aufgabe ähnlich der, warum einige Pflanzen *folia opposita*, andere *folia*

*) Palm. Ueber das Winden der Pflanzen. 1827. — Mohl. Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. 1827.

alterna tragen. Wir wollen damit nur sagen, daß die eine dieser Fragen nicht wichtiger ist als die andere, und daß es überhaupt nicht Aufgabe der Physiologie seyn kann, alle Bildungsverschiedenheiten im Pflanzen-Organismus zu erklären.

Bewegung der Blätter.

1. Bewegung gegen das Licht.

§. 17.

Man bemerkt überall an den Gewächsen, besonders aber in Treibhäusern, wie an solchen, die man im Zimmer pflegt und gegen den Fenstern stehen hat, daß sie die Oberseite ihrer Blätter dem Lichte zugehren, und zwar so, daß die Sonnenstrahlen senkrecht darauf fallen. So oft man eine solche Pflanze umkehrt, immer nehmen die Blätter diese Stellung gegen das Licht wieder ein, ja sie werden braun und schwarz und sterben ab, wenn man sie gewaltsam an dieser Bewegung hindert und das Licht auf die Unterseite fallen läßt.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist auf verschiedene Weise versucht worden. Bonnet*) schrieb sie einer durch die Sonnenstrahlen bewirkten Faserverkürzung auf der Oberseite zu; De Candolle**) nimmt einen stärkeren Absatz an der oberen Blattseite als Grund derselben an; L. Treviranus eine bloße Anziehung zwischen dem Lichte und der Oberseite des Blattes. — Wir finden den Hauptgrund der fraglichen Erscheinung in dem anatomischen Bau des Blattes, der auf der Oberseite desselben lange, gestreckte, senkrecht auf der Blattfläche stehend sich berührende Zellen zeigt, während die Zellen der Unterseite kugelförmig sind. Aus dieser Formverschiedenheit der Zellen geht hervor, daß die an der oberen Blattseite mehr zum Verdunsten, die an der untern zum Einsaugen bestimmt sind, diese also, der Pflanzenwurzel entsprechend, die schwereren, jene die leichteren seyn müssen. Daraus folgt dann weiter, daß sich, wenn keine andere Kraft einwirkt, das Blatt wagerecht, mit der Unterseite dem Boden zugekehrt stellen muß. Senkrecht von oben auf das horizontal gestellte Blatt fallende Sonnenstrahlen können dasselbe nicht aus seiner Stellung bringen, da der Saft in der Richtung der gestreckten Zellen zum Verdampfen gezogen wird. Fallen aber die Sonnenstrahlen schief auf das Blatt, so wird der Saft in der Richtung derselben nach der Seite gezogen; er drückt also gegen die der Sonne zugekehrten Wände der senkrechten

*) Bonnet. Recherches sur l'usage des feuilles. 1754.

**) De Candolle. Physiologie végétale. 1832. III.

Zellen und das ganze Blatt wird so gewendet, daß die Richtung der Zellen mit der Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen zusammentrifft.

2. Schlaf der Blätter.

§. 18.

Die meisten Gewächse pflegen des Abends ihre Blätter an den Zweig, oder in Form einer Knospe zusammenzustellen, daß die untere Blattfläche nach Außen gekehrt ist. Man bemerkt diese Erscheinung mehr an weichen, als an dicken, festen, am deutlichsten an gefiederten Blättern, die nicht nur ihre Hauptstiele an den Zweig drücken, sondern auch die Fiedern paarweise zusammenlegen. Einige wenige Gewächse, wie Impatiens, Robinia, Oxalis und Cassia legen ihre Blättchen zurück, daß die Oberseite derselben nach Außen kommt, was wohl in abweichendem Bau des Zellgewebes seinen Grund haben muß.

Man hat das Zusammenlegen der Blätter am Abend das Einschlafen, das Auseinanderlegen am Morgen das Erwachen derselben genannt. Beide Erscheinungen erfolgen in jeder Temperatur, wenn sie überhaupt die Functionen des Pflanzen-Organismus gestattet, auch in trockner, wie in feuchter Luft, ja selbst unter Wasser.

Schon nach einigem Nachdenken ergibt es sich, daß nur das Licht die Ursache des Wachens; der Mangel desselben, die Finsterniß, die Ursache des Schlafens der Gewächse seyn kann. Auch haben dies die Versuche von De Candolle, der es durch das Licht von sechs argand'schen Lampen dahin brachte, daß Mimosen bei Nacht wachten, bei Tage schliefen, deutlich genug bewiesen.

Im vorigen §. haben wir gesehen, daß die Richtung der Blätter gegen das Licht in der Formverschiedenheit der Zellen und in der durch das Sonnenlicht vermehrten Ausdünstung auf der obern Blattfläche ihren Grund hat. Hört mit der sinkenden Sonne die Wirkung derselben allmählig auf: so kommen die senkrechten, gestreckten Zellen der Oberseite aus ihrer Function, die runden der Unterseite, nicht nur der Blattscheibe, sondern auch des Blattstiels, schwellen an und bringen den Stiel nach Innen, das Blatt schläft ein. Des Morgens bei Aufgang der Sonne ziehen sich die Zellen der Unterseite zusammen, die Zellen der Oberseite treten wieder in Thätigkeit, das Blatt nimmt seine Tagesstellung wieder ein, es erwacht.

4. Blattschwingungen des gewöhnlichen Hahnenkopfes (*Hedysarum gyrans*).

§. 19.

Der bewegliche Hahnenkopf ist eine Pflanze, welche auf den Inseln der Südsee, aber

auch am Ganges in Bengalen zu Hause, und von da zuerst im Jahre 1775 in die europäischen Treibhäuser gekommen ist. Die Blätter dieser merkwürdigen Pflanze sind dreizählig und bewegen sich unaufhörlich. Des Morgens heben sich mit der Dämmerung nach und nach die Hauptstiele, die Mittelblättchen erwachen aus ihrem Schlafe und fangen mit den ersten darauf fallenden Sonnenstrahlen an, sich rechts und links und immer stärker zu bewegen, bis sie mit der vollen Sonnenhöhe des Tages, bei voller Sonnenkraft oft das ganze Gewächs erschüttern. Um diese Zeit haben auch die Hauptstiele ihren höchsten Stand erreicht. In den Nachmittagsstunden senken sie sich mit der sinkenden Sonne, die Bewegung der Mittelblättchen wird allmählig schwächer, bis in der Dämmerung das Einschlafen erfolgt. Senkung der Hauptstiele und Stillstand der Mittelblättchen erfolgt auch, wenn die Pflanze nur einige Minute lang beschattet wird; Berührung mit der Hand, oder mit andern Gegenständen bringt aber keine Veränderung hervor.

Andere Bewegungen machen die Seitenblättchen. Unabhängig von Licht und Dunkel bewegen sie sich, so lange die Pflanze lebt, ruckweise auf und nieder, und zwar abwechselnd, so daß das eine sich hebt, während das andere sich senkt. Die Höhe, bis zu welcher die Blättchen sich heben, beträgt etwa 50° und diese wird oft in einer Minute erreicht.

Diese Bewegungen sind nicht in allen Altersperioden der Pflanze gleich stark. An der noch ganz jungen Pflanze sind sie sehr schwach, werden aber täglich stärker und erreichen den höchsten Grad ihrer Stärke zur Zeit der Blüthe und Befruchtung. — Sehr interessant sind die Beobachtungen, welche Hufeland an diesem Gewächse gemacht hat *).

Durch die Mitte der Blattstiele, an deren Grunde die Gelenke der Bewegung sind, läuft, wie L. Treviranus gefunden, ein Bündel von Spiralgefäßen, umgeben von gestreckten Zellen. Nach Außen folgt dann gewöhnliches Zellgewebe, dessen Zellen gegen die Peripherie hin größer sind. Dadurch ist das Zellgewebe aller Seiten so ins Gleichgewicht gesetzt, daß es nur einer geringen Einwirkung bedarf, um Bewegung hervorzubringen.

Die Bewegung der Mittelblättchen hängt offenbar von der Einwirkung der Sonnenstrahlen und dem Verdampfen des, wahrscheinlich ruckweise, einströmenden Saftes ab, wodurch bald die Zellen der einen, bald die der andern Seite das Uebergewicht bekommen. Die Bewegung der Seitenblättchen dagegen scheint einzig aus dem ruckweisen Einströmen des Saf-

*) Hufeland. Vermischte Aufsätze. Seite 167. — Ferner:

Hufeland. Voigts Magazin. VI. Hedysarum.

tes hervorzugehen, der bald mehr in das eine derselben tritt, bald mehr in das andere, und so, bald das eine hebt, bald das andere.

4. Blattbewegung an Mimosen, Robinien etc.

§. 20.

Aus der Gattung der sogenannten Sinnpflanzen (*Mimosa*) macht besonders die *M. pudica* bei erschütternden Berührungen, so wie bei chemischen Einwirkungen, solche auffallende Bewegungen, daß man dadurch wohl zu dem Glauben gebracht werden konnte, die Pflanze habe Gefühl und die Bewegung geschehe in Folge geistiger Wahrnehmung und Erregung.

Die Blätter dieser Pflanze sind bekanntlich gefiedert. Berührt man das Endblättchen eines solchen Blattes, etwa durch einen Schlag mit der Fingerspitze: so legen sich alle Fiederchen wie zum Schlafe zusammen; wird durch den Schlag auch der Zweig erschüttert: so legen sich auch alle Fiederchen an den Blättern dieses Zweiges zusammen, und so erstreckt sich dieses Zusammenlegen der Fiederchen bei Erschütterung der ganzen Pflanze auf alle Blätter derselben. — Ein Tropfen Schwefel-, Salz-, oder Salpetersäure behutsam auf ein Blättchen gebracht, bewirkt ein plötzliches Zusammenlegen aller Fiederchen und ein Niedersinken des Hauptstieles, und diese Bewegung geht allmählig über auf alle Blätter, die an dem Zweige oberhalb des betropften Blattes sitzen.

Beide Erscheinungen können wir für nichts anderes, als ein Einschlafen der Blätter halten. Der erschütternde Schlag bringt die durch das Licht gespannten Zellen aus ihrer Lage, aus dem Lichte, wenn auch nur auf einige Augenblicke, also auch aus ihrer Spannung; die Zellen der Unterseite schwellen an, bekommen das Uebergewicht und das Blatt schläft ein. Das baldige Wiedererwachen desselben ist Folge der fortdauernden Einwirkung des Lichtes. — Das auf Betropfung eines Fiederchens mit einer scharfen Säure erfolgende Einschlafen hat wohl seinen Grund in der Fremdartigkeit der Flüssigkeit, welche dabei durch Einsaugung in den Organismus gebracht wird, weshalb auch nur die Blätter einschlafen, in welche zunächst der veränderte Saft gelangt. Mit der Veränderung des Saftes muß auch eine Veränderung in dem Verhältniß desselben zum Wärmestoff, eine veränderte Verdampfung hervorgebracht werden, also auch eine Veränderung in der Blattstellung.

Die Fiederblättchen an einem Robinien- od. Akazienzweige (*Robinia Pseudacacia*, *R. viscosa*, *R. hispida*) legen sich langsam, wie zum Schlafe zusammen, wenn man den, nicht unmittelbar von der Sonne beschienenen Zweig einigemal stoßweise und rasch schüttelt, wodurch die Zellen der Oberseite aus ihrer Spannung gebracht werden. — Die fliegen-

fangende *Dionaea* (*Dionaea muscipula*) schlägt ihre zweilappige, bewimperte Blattscheibe plötzlich zusammen, wenn sich ein Insect auf die stachelhaarige Blattfläche setzt. Das Insect wirkt wie Schatten und das Blatt legt sich zusammen bis das gefangene Thierchen ganz ruhig geworden, worauf es sich allmählig wieder öffnet. — Ebenso sind auch die Bewegungen der Blättchen an *Oxalis casta*, *O. sensitiva*, *Smithia sensitiva*, *Averrhoa Caribaea* und manchen andern Gewächsen wohl nur Folge veränderter Zellenspannung.

Bewegung der Blüthen.

1. Schlaf der Blüthen.

§. 21.

Sehr viele Blumen, wie unser Gänsblümchen oder Masliebchen (*Bellis perennis*), Stechapfel (*Datura Stramonium*), die Ranunkeln (*Ranunculus*), die Tulpen (*Tulipa*), die meisten Winden (*Convolvulus*) u. u., schließen sich des Abends und schlafen bis zum Morgen, wo sie, durch die Sonnenstrahlen geweckt, sich wieder öffnen. Doch ist die Zeit des Schließens und Oeffnens nicht bei allen Blumen dieselbe. Die meisten öffnen sich des Morgens, sobald die Sonne scheint; manche aber erst um 9 Uhr, wie die Ringelblume (*Calendula*); manche um 11 Uhr, wie *Portulaca oleracea*, *Ornithogalum umbellatum*; manche um 12 Uhr, wie die meisten Species der Gattung *Mesembryanthemum*. Es giebt aber auch Pflanzen, deren Blumen sich erst am Abend öffnen und des Morgens wieder schließen, und andere, deren Blumen sich am Abend öffnen und am folgenden Morgen schon verblüht sind. Zu jenen gehören mehrere unserer Silenen, besonders *Silene noctiflora*; zu diesen unsere Nachtkerze (*Oenothera biennis*), einige Cactusarten, namentlich *Cactus grandiflorus*, *C. triangularis* und mehrere Species anderer Pflanzengattungen.

Der Blüthenschlaf ist ebensowohl Wirkung des Sonnenlichtes, als der Blattschlaf. Daß aber einige Blüthen sich am Abend öffnen und am Tage schließen, scheint in einem abweichenden Bau des Zellengewebes seinen Grund zu haben, was dann auch eine Abweichung im Verdampfen des Saftwassers zur Folge haben muß. Diejenigen Blumen dagegen, welche nur eine Nacht blühen, scheinen zu ihrer Entfaltung eines längern Einwirkens des Sonnenlichtes zu bedürfen.

Linné hat ein Verzeichniß von Blumen aufgestellt in der Reihenfolge, wie sie sich vom Morgen bis zum Abend in den verschiedenen Stunden öffnen, oder schließen, und dasselbe Blumen-Uhr genannt. *)

*) *Caroli Linnæi Philosophia botanica. Stockholmiae, 1751, p. 274 (Horologium Florae).*

Ein ähnliches Verzeichniß besitzen wir auch von De Candolle. *)

2. Bewegung der Staubgefäße und Staubwege.

§. 22.

Unter den vielen Mitteln, deren sich die Natur bedient, um die Pollenkörnchen bei ihrer Reise auf das Stigma zu bringen, heben wir hier nur diejenigen hervor, welche in einer auffallenden Bewegung, entweder der fructificationis partes, oder der ganzen Blüthe mit allen ihren Theilen bestehen. In sehr vielen Blüthen sieht man, besonders deutlich in manchen Lilien, Storchschnabelarten, Steinbrechen (*Saxifraga*) der *Parnassia palustris* u. die Staubgefäße sich den Staubwegen nähern, um die Anthere über das Stigma zu bringen, und dies geschieht sogar in manchen Blumen, Nelken und Rauten z. B. abwechselnd, so daß zuerst die Stamina des äußern Wirtels, d. i., diejenigen, welche mit den Blumenblättern alterniren, also gegen dem Kelche stehen, beginnen, und nach ihnen diejenigen folgen, welche den innern Wirtel bilden, also gegen den Blumenblättern stehen. In den Blüthen des Sauerach (*Berberis vulgaris*) und einiger Cactusarten kann man sogar diese Bewegung der Staubgefäße gegen das Pistill durch mechanische Berührung hervorrufen. Man darf nur die Spitze einer Federmesser Klinge, einer Nadel, Borste u. auf der Innenseite an den Grund des Filamentum bringen, ja bei *Berberis* nur einen feinen Luftstrom dahin blasen, die Blüthe stark erschüttern, oder in heißes Wasser tauchen: so erfolgt die Bewegung plötzlich und schnellend, und nach einigen Augenblicken kehrt das Filamentum, anfangs schnell, dann aber langsamer, in seine vorige Stellung zurück, und so kann man den Versuch mit demselben Stamen öfter wiederholen. Die filamenta der Wandkräuter (*Parietaria*) stehen vor der Reise des Pollens eingebogen, bei der Reise aber und mit dem Aufspringen der Anthere schnellen sie zurück und schleudern die Pollenkörnchen gegen das Stigma. Am Pistill kommen solche Bewegungen seltner vor, und nur in den Weidenröschen (*Epilobium*), Nigellen, Passions-Blumen und einigen andern sieht man die Stigmata, bei Lilien, Tulpen, Nachtkerzen, der *Goldfussia anisophylla* u. auch die Griffel, zur Zeit der Pollenreise die Blüthe stark erschüttern, oder sich gegen die Stamina neigen, und in der Gauklerblume (*Mimulus*), den Blumen der Bignonien und des Gnadenkrautes (*Gratiola*) die zwei Plättchen des Stigma klaffen, nach Aufnahme des Pollens aber sich wieder schließen.

Nach unsern bei den Blattbewegungen gegebenen Erklärungen kann es nicht schwer fallen, auch hier bald den Grund der angeführten Erscheinungen aufzufinden. Während sich die Staubgefäße ausbilden, stehen sie aufrecht, meist etwas nach Außen geneigt, weil von

*) De Candolle. Physiologie végétale. 1832. II. p. 484.

dieser Seite hauptsächlich der Saft in das Filamentum tritt; beim Reifen des Pollens verfürzt sich nach und nach die Zellenmembran der Innenseite durch Vertrocknung, was dann eine Bewegung des Filamentum nach dieser Seite zur Folge haben muß. Daß aber die Stamina des äußeren Wirtels früher reifen, hat seinen Grund in der, durch die Stellung bedingten stärkeren Einwirkung des Sonnenlichtes. — Die auf mechanische Berührung, Erschütterung zc. folgende Bewegung der filamenta mancher Blumen halten wir ebenso, wie die Bewegung der Blätter an Mimosen, Robinien zc. (S. 20), für ein momentanes Einschlafen. — Das Zurückschnellen der Staubgefäße in den Blüthen der *Parietaria* ist Wirkung plötzlich freigewordener Elasticität der filamenta.

Noch müssen wir hier etwas ausführlicher gedenken der merkwürdigen Erscheinungen, welche eine südeuropäische, diöcische Wasserpflanze, die *Vallisneria spiralis*, bietet, indem dieselben alle angeführte Blüthenbewegungen weit hinter sich zu lassen scheinen. Die Samenblüthe dieses Gewächses bildet sich, wie die Staubblüthe, tief unter dem Wasserpiegel. Gegen die Zeit des Ausblühens zieht sich allmählig der spiralförmig gewundene Stiel der Samenblüthe auseinander, und verlängert sich dadurch so, daß die Blume über den Wasserpiegel kommt, wo sie sich alsbald zur Bestäubung öffnet. Die Staubblumen dagegen, welche in kurzgestielten Köpfschen oder Kölbchen am Boden stehen, können auf diese Art nicht über den Wasserpiegel gebracht werden, indem ihre Stiele nicht gewunden sind; da aber auch die Pollenkörnchen nicht durch das Wasser aufsteigen könnten, ohne sich zu öffnen: so trennen sich die Blumenköpfschen von ihren Stielen und steigen an die Oberfläche, wo sich die Blüthchen durch einen Ruck von der Spindel des Köpfschens lösen und nun geöffnet, truppweise um die Samenblüthe herumschwimmen, bis die Bestäubung geschehen ist. Nach dem Acte der Bestäubung windet sich der Stiel der Samenblüthe wieder in seine Schraubengänge und zieht sich mit dem Ovarium unter das Wasser zurück, damit die Samen dort am Boden reifen. *)

Während Andere vielleicht diese Erscheinung als ein Wunder in der Pflanzenwelt anstaunen und die Wirkung eines animalen Lebens darin zu erkennenglauben, suchen wir nur das Wundervolle in den verschiedenen Mitteln, durch deren Zusammenwirkung hier der Zweck der Natur erreicht wird. Unter Wasser konnte die Bestäubung nicht vor sich gehen, und über dem Wasser der Same, seiner Natur nach, nicht reifen. Darum wurde die Samenblume

*) Picot La Peyrouse in Roth's neuen Beiträgen I. 1802. 338.

mit einem schraubenförmig gewundenen Stiel versehen, der sich ausdehnen und zusammenziehen kann. Zum Zusammenziehen oder Verkürzen legte die Natur Elasticität in denselben, durch welche, wenn keine andere Kraft wirkt, die Schraubengänge so zusammengehalten werden, daß sie einander berühren, also der Schrauben-Cylinder seine geringste Länge hat. Mit der allmählichen Entwicklung der Blume aber bildet sich zugleich um den Fruchtknoten, der unter der Blumenkrone und dem Kelche sitzt (Germen inferum), eine Scheide (Spatha), angefüllt mit Luft, und vergrößert sich mit der Entwicklung der Blume, treibt also immer mehr Wasser aus der Stelle, wird dadurch gehoben und zieht die Bindungen des Blumenstiels auseinander, bis sie mit der Blume auf die Oberfläche des Wassers kommt. Hier öffnet sich nun die Blume bald durch Einwirkung der größeren Wärme in der atmosphärischen Luft. — Die 3 bis 4'' langen Stiele der Staubblüthenkolben sind nicht gewunden, wie die Stiele der Samenblüthen, können daher nicht durch Verlängerung die Blüthen zur Oberfläche des Wassers bringen, wohin sie, gleich den Samenblüthen, durch eine Spatha, welche den ganzen Kolben umschließt, gezogen werden. Darum haben die Stiele die Einrichtung erhalten, daß sie bei der Reife der Pollenkörner am Grunde der Kolben abbrechen und dieselben frei lassen, die nun, von den Scheiden getragen, an den Ort ihrer Bestimmung gebracht werden. Hier zerspringt dann das obere Ende der Scheide durch die Einwirkung der Luft und Wärme in einigen Lappen, die Elasticität der Blumenstielen, die bisher gebunden schien, wird frei, und mit einem Ruck trennen sich die nun geöffneten Blüthen von der Ase des Kolbens, kommen hervor und schwimmen so zahlreich umher, daß sie truppweise das Wasser bedecken. Dabei müssen sie natürlich auch in die Nähe der Samenblüthen, und, durch Adhäsion gezogen, mit denselben in Berührung kommen.

Nach dem Acte der Bestäubung dehnt sich nach und nach der Fruchtknoten aus; die Spatha, welche bis dahin die Blüthe, gleichwie die Schwimmblase den Fisch, auf der Oberfläche des Wassers gehalten, zerspringt; die Elasticität des Blütenstiels kann wieder frei wirken, zieht denselben in engere Bindungen zusammen und der nach dem Verblühen gebliebene Fruchtknoten kehrt nach seinem früheren Aufenthaltsorte, dem Boden des Wassers zurück.

Bewegung der Fruchtstiele und der Frucht.

1. Bewegung der Fruchtstiele.

S. 23.

Auch die Fruchtstiele mancher Gewächse machen zur Zeit der Samenreife, ja manche

selbst vor derselben Bewegungen, die hier nicht unerwähnt bleiben dürfen. Der Zweck dieser Bewegung ist kein anderer, als den Samen dahin zu bringen, wo die, das Ausbilden des Keimes zu einer neuen Pflanze bedingenden Verhältnisse geboten sind. Die *Vallisneria spiralis* (Vergl. den vorigen S.) läßt ihre Samen unter Wasser reifen, damit sie, sobald die Kapsel sich öffnet, unmittelbar auf den schlammigen Boden fallen, der alle Bedürfnisse des Keimes befriedigt. Eben so machen es unsere Nymphaen oder Teichrosen und viele andere Wasserpflanzen. Manche Landgewächse drücken ihre Fruchtsiele an den Boden, damit der Same beim Zerspringen des Pericarpium gleich an, ja selbst in die lockere Erde komme, wie unsere *Viola odorata*, besonders wenn sie auf Grabland im Garten steht; andere ziehen zu diesem Zwecke den Fruchtsiel in enge Schraubenwindungen zusammen, wie unsere *Cyclamen europaeum*; noch andere, welche an Mauern und Felsenwänden herabhängen, in deren Ritzen und Spalten sie wurzeln, krümmen ihre Fruchtsiele gegen die Wände und stecken, sobald sie eine Ritze erreichen, ihre Kapseln hinein, damit sie sich da ihres Samens entledigen, wo nur die Keime sich entwickeln können, so z. B. unser Cymbelkraut (*Linaria Cymbalaria*) u. a. m. Der aufrechte Stengel des unterirdischen Klee (*Trifolium subterraneum*) krümmt sich zur Zeit der Samenreife, steckt seine zum Stachel erhärtete Spitze in den lockern Boden und vergräbt zugleich auch die Früchte mit.

Die Blüten der angeführten Wasserpflanzen werden bis nach der Bestäubung durch eingeschlossene Luft über der Oberfläche des Wassers gehalten. Nach dem Freiwerden dieser Luft folgen die sich bildenden Früchte andern Kräften, die der *Vallisneria* z. B. der Elasticität ihrer Stiele, die andern der Schwere.

Die Bewegungen der Fruchtsiele und selbst Stengel der erwähnten Landgewächse haben theils ihren Grund in der Hygroskopicität, theils in einer ungleichförmigen Vertrocknung dieser Theile. Bei dem *Cyclamen* wird das Zusammenziehen des Fruchtsieles durch Elasticität bewirkt.

2. Bewegung der Frucht.

S. 24.

Wenn aller Samen beim Freiwerden von seiner Mutterpflanze, bloß der Schwerkraft folgend, senkrecht zu Boden fiel: so könnte die Verbreitung der Gewächse nur sehr langsam von statten gehen, ja das liebliche Grün, das unsere Erde schmückt, würde auf unsern Höhen und an deren Gehängen meist fehlen. Aber da müssen Luft und Wasser, Thiere und Menschen mitwirken zur Aussaat des reifen Samens, damit die Pflanzen, über die

ganze Erde verbreitet, zur Verschönerung derselben und zum Nutzen ihrer mannichfaltigen Bewohner dienen können. Auf die Beschreibung aller der verschiedenartigen Aussaaten können wir uns hier nicht einlassen, da dies nicht in unserer Aufgabe liegt; wohl aber müssen wir noch kurz derer gedenken, die durch auffallende Bewegungen der sich öffnenden Samenhüllen bewirkt werden.

Viele Pflanzen streuen ihren Samen aus durch ein schnellendes Aufspringen des Pericarpium, bewirkt durch die Elasticität seiner Theile, wie die Balsaminen (*Impatiens*), das Schaumspringkraut (*Cardamine Impatiens*), mehrere Wolfsmilcharten, das Bingelkraut, u. a. m. An den Balsaminen wird durch rasches Einrollen, oder Drehen der Hüllklappen der Samenträger erschüttert und der Samen fortgeschleudert. Die Samenhüllen einer Balsamine, die in unsern schattigen Wäldern an feuchten Stellen wächst, zerspringen so plötzlich, wenn man sie behutsam auf die flache Hand legt, daß mit Blitzeschnelle Hülle und Samen verschwunden sind, ohne daß man gesehen wohin; ja die leiseste Berührung des Gewächses ist zur Bewirkung dieses Zerspringens aller reifen Pericarpium desselben hinreichend. Man hat dieser Erscheinung wegen das Kräutchen genannt „Rühr' mich nicht an“, *Noli (me) tangere*. An den Wolfsmilcharten (*Euphorbia*) und dem Bingelkraut (*Mercurialis*) zerfallen die Kapseln in ihre Fruchtblätter, diese zerspringen gewaltsam in zwei Hälften und schleudern so den Samen weit fort. Mehrere Storchschnabelarten (*Geranium*) streuen ihre Samen aus, indem sich ihre Fruchtblätter mit Schnellkraft unten vom Mittelsäulchen trennen und ihr schnabelförmiges Ende sich zurückrollt, oder dreht. Bei andern Geraniaceen dagegen fliegt das ganze Fruchttchen mittelst einer starren Haarkrone an seinem Schnäbelchen, nachdem es sich auf die angegebene Weise von seinem Mittelsäulchen getrennt, vom Winde getragen, davon. Die Klappen der Sauerkleekapseln öffnen sich nur in schmalen Längspalten, aus welchen dann die Samen hervortreten und durch das elastische Aufspringen des Samenmantels fortgeschleudert werden.

Das bezeichnete Deffnen der Samenhüllen ist bei vielen Gewächsen mit einem hörbaren Knitern verbunden, wie bei mehreren Arten unseres Flachs (*Linum*), dem Kräutchen „Rühr' mich nicht an“, der *Euphorbia Lathyris* u. a. m.; bei der *Hura crepitans* aber sogar mit einem starken Knalle, wobei die Stücke der zerplatzten Hülle mit den Samen nach allen Richtungen viele Schritte weit fortgeschleudert werden.

Austrocknung der gereiften Hülle, durch die Sonnenstrahlen bewirkt, bringt den Anfang zur Trennung der Theile hervor, wodurch die ihnen inwohnende, bisher gebunden gewesene Elasticität frei wird und, mit Schnellkraft die Trennung vollendend, die Samen fortschleudert.

Das Zerspringen der Pericarprien von *Impatiens Noli tangere*, die man auf die flache Hand legt, wird durch die Wärme und Ausdünstung der Hand beschleunigt. Das Knittern und Knallen bei dem Deffnen mancher Pericarprien kommt von eingeschlossener Luft, welche, durch Wärme ausgedehnt, die Hülle zersprengt.

Fleischige und saftige Pericarprien öffnen sich in der Regel nicht zur Zeit der Samenreife, sondern müssen zerstört werden, wenn der Same frei werden soll. Diese Zerstörung wird häufig bewirkt durch Thiere, denen das Fleisch der Hülle zur Speise dient; aber auch durch Fäulniß und auf andere Weise. Eine merkwürdige Ausnahme macht jedoch die Spritzgurke (*Momordia Elaterium*). Bei ihr entsteht am Grunde der Frucht durch Abbrechen des Stiels eine Deffnung, aus welcher der wässerige Inhalt mit dem Samen einige Fuß weit fortgetrieben wird, während die Hülle eine kleine Strecke zurückfährt.

Daß diese Wirkung ebenfalls auf Elasticität der durch ihren Inhalt fast bis zum Bersten ausgedehnten Hülle beruht, ist nicht zu bezweifeln. Durch das Entstehen der Deffnung findet die Flüssigkeit mit dem Samen einen Ausweg, vermöge seiner Elasticität zieht sich nun das Pericarpium zusammen und treibt den Inhalt mit Gewalt fort. Das Zurückfahren des Pericarpium ist Folge der Rückwirkung *).

Schluss.

S. 25.

Aus unsern Untersuchungen, die wir durchaus nicht als unser Thema vollständig erschöpfend ansehen, ergibt sich als Endresultat:

Das Mineral, als binäre Elementarverbindung, hat ein latentes, ruhendes Leben, ist ohne alle Bewegung.

Die Pflanze, als eine ternäre Elementarverbindung, hat ein vegetatives Leben, das sich äußert durch die Bewegung des Inhalts ihrer Organe, hervorgebracht durch die Wechselwirkung der 3 Elemente, zum Zweck der Erhaltung und des Wachstums. Alle Bewegungen fester Theile sind Wirkung äußerer Kräfte, namentlich des Aethers (wenn

*] Vergl. diesen Artikel in meinem „Grundriß der Naturlehre. 4te Auflage“, oder in irgend einem andern physikalischen Werke.

nicht mechanischer Berührung, oder chemischer Mittel), der sich in der Elementarverbindung der Pflanze nicht findet, also im Innern derselben nicht wirken kann.

Das Thier, als quaternäre Elementarverbindung, hat außer dem vegetativen noch ein geistiges Leben, welches sich äußert durch geistige Wahrnehmung und Handlung, durch Geistesthätigkeit, die sich in der großen Reihe der Thiere nach und nach steigert, bis sie, in der Vernunft des Menschen, dieser Krone der irdischen Schöpfung, ihre höchste Vollkommenheit erreichend, sich über das Irdische erhebt, und dem ewigen Urquell alles Lebens, der unbegreiflichen Gottheit anschließt *).

*) Hier reihet sich unsere Abhandlung über „Geistesthätigkeit in der Thierwelt“ an, die sich im Programme des Jahres 1841 findet.

nicht unbedingte Verbindung, vor welcher (Kohl) der sich in der Verbindung
 der Phosphor nicht furcht, also im Innern derselben nicht wackeln kann.
 Das Phosphor, als gewöhnliche Elementarverbindung, hat außer der regulären nach
 im geistigen Leben, welches sich äußert durch geistige Thätigkeit und Hand-
 lung, auch geistige Thätigkeit, die sich in der geistigen Thätigkeit der Phosphor nach und nach
 äußert, die sie, in der Verbindung des Phosphors, nicht ohne die Verbindung, ihre
 höchste Bestimmung erreicht, sich über das Phosphor, und der eigenen Thätigkeit
 alle Lebens, zu unbedingten Gesetzen angeschlossen.

*) Für nicht die andere Verbindung der Phosphor, die sich in der Verbindung an, die sich im Phosphor
 Gramme seit Jahre 1841 haben.

Die Phosphor, die sich in der Verbindung an, die sich im Phosphor
 Gramme seit Jahre 1841 haben.

Die Phosphor, die sich in der Verbindung an, die sich im Phosphor
 Gramme seit Jahre 1841 haben.