. . © Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Coptocycla 10-punctata Boh. (Mon., III, S. 131) = *Coptocycla adamantina* Boh. (Mon., III, S. 126).

Physonota caucana Spaeth (in diesen „Verhandlungen", Jahrg. 1898, S. 277) ist auf verdorbene Stücke von *Physonota lutarella* Boh. aufgestellt.

Über den absteigenden Saftstrom und andere Formen der Wasserverschiebung in der Pflanze.

Von

Dr. Emil Löwi.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien, 1907—1908.)

Mit 4 Abbildungen im Texte.

(Eingelaufen am 20. November 1908.)

I. Begriffsbestimmung.

Wenn auch die Saftbewegung der Pflanze weitaus am häufigsten akropetal vor sich geht, so hat doch schon im 18. Jahrhundert Stephan Hales[I]*) durch Versuche gezeigt, daß die Pflanze zur Wasserleitung auch in entgegengesetzter Richtung befähigt ist.[1] Daß ein derartiger „absteigender Saftstrom" bestimmten physiologischen Funktionen dienen könne, hat Wiesner[II] 1882 gezeigt: die Blütenköpfchen von *Bellis perennis* öffnen sich nur, wenn die Laubblätter transpirieren können, also offenbar dadurch, daß letztere dem geschlossenen Köpfchen Wasser entziehen, während im absolut feuchten Raum die Öffnung unterbleibt. Im selben Jahre beschrieb Meschayeff[III] eine andere Form außergewöhnlicher Wasserverschiebung unter dem Namen „Déplacement" des Wassers: succulente Pflanzen können sich auch zu Zeiten vollständigen Wasser-

*) Auf die Literaturangaben wird im Texte durch römische, auf die Anmerkungen durch arabische Ziffern hingewiesen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

mangels dadurch weiter entwickeln, daß die Säfte der untersten und allmählich der immer höher stehenden Blätter für den Lebensunterhalt der jüngsten Teile verwendet werden. Die Richtung des Wasserstromes ist zwar innerhalb der Achse die normale, innerhalb der untersten Blätter aber der normalen entgegengesetzt. Ebenso kann es vorkommen, daß bei sich entwickelnden Pflanzen die stärker transpirierenden Organe aus den schwächer transpirieren-

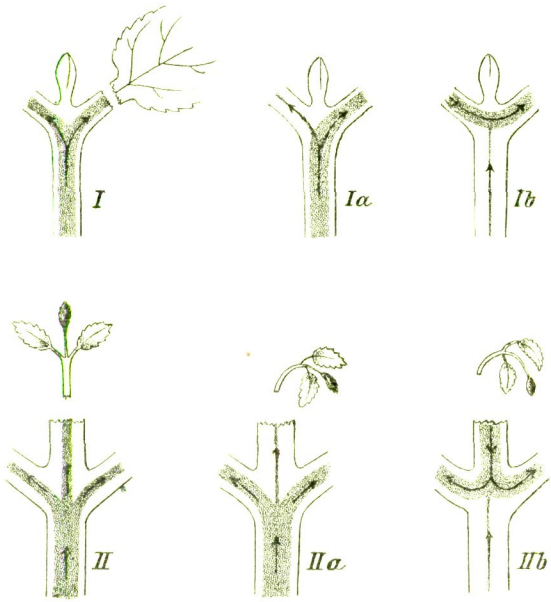


Fig. 1.

Schema der Wasserbewegung unter normalen Umständen (I u. II), bei korrelativer Transpiration mit Ablenkung des Wasserstroms (Ia u. IIa), bei korrelativer Transpiration mit Aussaugung (Ib) und bei absteigendem Saftstrom (IIb).

(Die wechselnde Breite des dunkeln Bandes deutet die auf den verschiedenen Wegen zufließenden relativen Wassermengen an.)

den Wasser entnehmen, wodurch gewisse Gestaltsänderungen eintreten können (korrelative Transpiration, Wiesner[VI] 1905).

Wenn infolge außergewöhnlicher Transpirations- oder Feuchtigkeitsverhältnisse ein Pflanzenteil einem anderen Wasser entzieht, so kann dies auf zweierlei Weise geschehen, wie auch das Wort

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

„entziehen" in zweifachem Sinne aufgefaßt werden kann. Das stärker transpirierende Organ entzieht dem schwächer transpirierenden entweder dadurch das Wasser, daß es dem Hauptstrom so viel entnimmt, daß das andere fast nichts mehr bekommt (Fig. 1, I_a und II_a), oder es entreißt ihm tatsächlich sein eigenes Wasser, wenn nämlich der aufsteigende Hauptstrom für die starke Transpiration nicht genügend Wasser bietet oder wenn er ganz versiegt (Fig. 1, I_b und II_b). Alle vier Typen sind im Experiment nachweisbar, sind aber wahrscheinlich sämtlich auch in der Natur vertreten. Die oben erwähnte Beobachtung Wiesners über das Öffnen von Blüten bildet ein Beispiel für den Typus II_b. Zum Nachweis der korrelativen Transpiration stellte Wiesner[VI] treibende *Aesculus*-Sprosse so auf, daß das eine Blatt in der Sonne, das gegenüberliegende im Schatten lag; letzteres blieb im Wachstum zurück, weil es sein Wasser an ersteres abgeben mußte. Den Beweis dafür fand er darin, daß nach Vertrocknen und Abfallen des Schattenblattes auch das Sonnenblatt zugrunde ging, und daß bei ganz gleicher Aufstellung, wenn das Schattenblatt entfernt wurde, das Sonnenblatt im Wachstum zurückblieb und abstarb; es handelt sich also um Typus I_b, das Schattenblatt wird vom Sonnenblatt ausgesaugt. Beim bewurzelten Baum, wo die Wasserversorgung eine bessere ist, da nicht bloß infolge der Saugkraft der Transpiration, sondern auch infolge der von den Wurzeln ausgehenden Druckkraft und anderer Faktoren Wasser bis zu einer gewissen Höhe gefördert wird, bleiben die Schattenblätter zwar auch im Wachstum zurück, aber sie fallen nicht ab; es dürfte sich um eine Wachstumsbeeinträchtigung nicht durch Aussaugung, sondern durch Ablenkung des Wasserstromes, somit um Typus I_a handeln. Typus II_a tritt nicht selten ein, wenn zarte Blumen in Töpfen, wenn auch gut mit Wasser versorgt, lange Zeit der direkten Sonne ausgesetzt sind: sie lassen dann die Köpfchen trotz genügenden Feuchtigkeitsgehaltes der Erde herabhängen, da die Blätter den größten Teil des ihnen von der Wurzel zugeschickten Wassers für ihre eigene Transpiration verbrauchen und für die höherstehenden Teile nicht genug Wasser übrig bleibt.

Um nun kurz zusammenzufassen, so hat man, abgesehen vom Déplacement des Wassers (Meschayeff), der Aussaugung älterer

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Pflanzenteile durch jüngere bei Succulenten, zu unterscheiden: die Aussaugung wachsender Blätter durch gleich hochstehende, aber besser beleuchtete gegenüberliegende (korrelative Transpiration, Wiesner [Ib]) und die Aussaugung höher gelegener Teile durch das stärker transpirierende tieferliegende Laub (absteigender Saftstrom, Wiesner [IIb]). Ähnliche Erscheinungen wie in den beiden letztgenannten Fällen können aber auch durch Ablenkung des Wasserstromes von gleich hoch (I_a) oder höher gelegenen (II_a) Teilen zustande kommen, was als spezielle Fälle der korrelativen Transpiration, die nicht mit Aussaugung einhergehen, aufgefaßt werden muß.

II. Die Wirkungen der Wasserverschiebung.

1. Erörterungen zu älteren Versuchen über den absteigenden Saftstrom und Ergänzungen durch neue Beobachtungen und Untersuchungen.

Das Absaugen des Wassers höher gelegener Pflanzenteile durch das tiefer stehende, stärker transpirierende Laub hat verschiedene physiologische Erscheinungen zur Folge, deren Wiesner[IV] eine ganze Reihe anführt. Außer dem bereits erwähnten Öffnen von Blüten, wofür als weiteres Beispiel unten ein Versuch angeführt werden wird, möchte ich noch auf das Verhalten von Kurztrieben und von Wurzeltrieben bei verschiedener Luftfeuchtigkeit hinweisen: Wiesner kultivierte ganz gleiche Exemplare von *Azalea indica,* die nur Kurztriebe besaßen, bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und fand, daß die Terminalknospe umso später geschlossen wurde, je feuchter die Luft war. Die Ursache für die Bildung der Kurztriebe liegt also in der starken Wasserabgabe des Laubes, denn nur bei nahezu dunstgesättigter Luft entwickelten sich Langtriebe. Desgleichen liegt bei *Capsella bursa pastoris* die Ursache für die Bildung der Blattrosette (Wurzelblätter) darin, daß die Blätter das Wasser der Achse absaugen; denn bei Kultur im absolut feuchten Raum entstehen auch unter den günstigsten Vegetationsbedingungen, auch bei hellster Beleuchtung, lange Internodien mit reduzierten Blättern. Das Absaugen des Wassers aus der Achse ist ohne Zweifel nicht als ein fortwährender Strom zu den Blättern

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

aufzufassen, denn dann wäre nicht bloß eine Weiterentwicklung der Achse überhaupt ausgeschlossen, sondern sie könnte sich nicht einmal am Leben erhalten; wahrscheinlich ist vielmehr, daß Perioden normaler Wasserversorgung mit solchen des absteigenden Saftstromes abwechseln; letzterer stellt sich dann ein, wenn das Laub besonders stark transpiriert, also vom Boden nicht mehr genug Wasser erhält, das ist bei ungenügendem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, sehr trockener Luft oder bei starker Sonnenbestrahlung.*)

Der Zusammenhang zwischen Wasserabsaugung und Blütenöffnung ist in sehr klarer Weise aus Versuchen zu erkennen, die Verfasser an Tulpen, und zwar einer weißblühenden Varietät, anstellte. Es wurden nur abgeschnittene Exemplare verwendet, die mit der Schnittfläche in Wasser tauchten. Teils waren sie mit Ausnahme der Blüte vollständig untergetaucht, teils standen sie bloß mit der Schnittfläche in Wasser, Blätter und Blüten außerhalb desselben; wieder andere waren oberhalb des Blattansatzes abgeschnitten, so daß zum Versuch bloß der in Wasser tauchende Schaft mit der Blüte verwendet wurde. Am zweiten Versuchstage war bei einem Exemplar, das vier transpirierende Blätter hatte, Blütenschaft und Perianth erschlafft, wobei letzteres sich gleichzeitig geöffnet hatte. Als die Blätter aber eingetaucht wurden, stellte der normale Turgor sich wieder her und das Perianth war am folgenden Tage mehr geschlossen als zu Anfang des Versuches. Blüten mit transpirierendem Laube öffneten sich umso schneller, je mehr Blätter vorhanden waren, Blüten ohne oder mit untergetauchten Blättern aber blieben geschlossen, bis nach 5—6tägiger Versuchsdauer, unmittelbar vor dem Abfall der Perianthblätter, auch diese Exemplare an der Spitze ein wenig aufgingen, während die Blüten mit transpierierendem Laub längst vollständig offen waren. Da also die oberhalb der Blätter abgeschnittenen Tulpen und diejenigen, deren Laub untergetaucht war und deshalb nicht transpirieren

*) Als Bestätigung dieser Ansicht dürfte auch die weiter unten (S. 414) mitgeteilte Beobachtung an *Sauromatum* aufzufassen sein. Doch wäre zu bedenken, daß durch Ablenkung des Wasserstromes dieselben Erscheinungen herbeigeführt werden können, so daß durch Versuche wird entschieden werden müssen, um welche der beiden Möglichkeiten es sich bei jeder der genannten Pflanzen handelt.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

konnte, sich gleich verhielten, während nur die Blüten mit transpirierenden Blättern sich vollständig öffneten, kann die Ursache dieser Erscheinung bloß in der durch die Transpiration der Blätter bewirkten Absaugung des Wassers aus den Perianthblättern liegen.*)

Eine andere Varietät von *Tulipa* mit sehr kleinen blaßroten Blüten, mit welcher dieselben Versuche angestellt wurden, öffnete die Blüten zwar nicht — von einem geringen Auseinanderweichen der Perianthblätter abgesehen —; sie zeigte aber eine andere Eigentümlichkeit, die sich nicht leicht auf andere Weise als durch den absteigenden Saftstrom erklären läßt: die Perianthblätter erschlafften umso schneller, je mehr transpirierende Blattflächen vorhanden waren.

Es gibt gewisse Lebenserscheinungen, welche, obwohl unter natürlichen Verhältnissen vorkommend, doch eigentlich nicht als normal betrachtet werden können. Sie kommen dadurch zustande, daß die äußeren Verhältnisse, unter denen ein Organismus lebt, sich vorübergehend bis zu dem Grade ändern, daß der Organismus zwar direkt keinen Schaden leidet, aber dadurch, daß er auf die geänderten Verhältnisse, denen er sich nicht genügend anpassen kann, in gewöhnlicher Weise reagiert, in einen abnormen Zustand gerät, der bei längerer Dauer schädlich wirken kann. Wir wollen sie, ohne an dieser Stelle näher darauf einzugehen, als „akzidentelle Erscheinungen" bezeichnen, im Gegensatz zu den unter normalen Verhältnissen sich abspielenden „physiologischen". Hieher gehört auch eine Form des absteigenden Saftstroms, nämlich die bekannte Tatsache, daß zu Zeiten lang dauernder Trockenheit Wiesenpflanzen ihre Blüten und Infloreszenzen, manche Holzpflanzen ihre Sproßgipfel schlaff herabhängen lassen; denn diesen Teilen wird das Wasser durch das tiefer stehende Laub entzogen, weil aus dem Boden keines oder nur zu wenig zu beziehen ist (Wiesner[IV]), die Blätter aber trotz des Wassermangels mit der gewöhnlichen Intensität weiter transpirieren. Dauert die Trockenheit nicht allzu lange, so erholen sich die welkenden Teile nach dem ersten Regen wieder und die Pflanzen leiden weiter keinen

*) Diese Versuche wurden in der Biologischen Versuchsanstalt in Wien ausgeführt, auf einem langen kühlen Gange, wo die äußeren Vegetationsbedingungen während der ganzen Versuchsdauer unverändert blieben.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Schaden; dauert der Wassermangel aber an, so gehen die welkenden Teile zugrunde und vertrocknen. Am schönsten ausgeprägt fand ich letzteren Fall an *Cornus alba*. Während der langen Trockenperiode anfangs Juli 1907 gehörten die Sträucher dieser Art zu den am meisten geschädigten Pflanzen; die großen Blätter und weichen Enden der Zweige hingen schlaff herab, die Sproßgipfel begannen zu vertrocknen, und als es wieder regnete, da erholten sich zwar die erwachsenen Blätter, nicht aber die kleinen Blätter an den Zweigenden, welche im ganzen in einer Ausdehnung von mehreren Zentimetern abtrockneten. Unterhalb der abgestorbenen Teile begann das erste Axillarknospenpaar zu treiben. Die Trocken- und Hitzeperiode im Juni des folgenden Jahres hatte auf dieselbe Strauchgruppe anfangs dieselbe Wirkung, die Schädigung war aber endlich so groß, daß nach den folgenden reichlichen Niederschlägen das Austreiben der Knospen unterblieb und die Pflanzen zugrunde gingen.

Im folgenden Abschnitte werden Beobachtungen angeführt, unter denen sich einige weitere Beispiele hiefür finden, daß der absteigende Saftstrom infolge etwas geänderter natürlicher Verhältnisse eintritt, somit als akzidentelle Erscheinung.

2. Über die Wirkungen einer Trockenperiode[2] auf einige Pflanzen.

Die ersten auffallenden Veränderungen wurden beobachtet, nachdem die Trockenheit neun Tage gedauert hatte und die Temperatur seit vier Tagen besonders hoch (Tagesmaximum 29—33½°) gestiegen war: *Fraxinus, Syringa* und *Ligustrum* sind an manchen Standorten in allen Teilen gleichmäßig erschlafft, lassen also die Blätter hängen, während sie an anderen Orten noch unverändert sind. Auf die übrigen Pflanzen hat die Trockenheit noch keine sichtbare Wirkung ausgeübt, insbesondere ist es noch nirgends zum absteigenden Wasserstrom gekommen. Während der folgenden vier Tage[3] herrschte kühles und windiges Wetter, worauf wieder zwei warme Tage folgten. Am Abend des letzten Tages dieses sechstägigen Zeitabschnittes, dem 15. Tage der Trockenperiode, fanden sich an mehreren Standorten bei *Ligustrum vulgare* die Erscheinungen des absteigenden Saftstromes, andere Exemplare hatten im ganzen stark verwelkte Blätter; letzteres war auch bei *Fraxinus*

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

excelsior der Fall, desgleichen bei *Rosa canina* und *Philadelphus coronarius;* nicht gelitten hatten *Robinia Pseudacacia* und *Cytisus Laburnum,**) während *Evonymus europaea* an einigen Standorten erschlafft war. *Cornus sanguinea* hatte an den meisten Standorten welkes Laub, das jüngste, unmittelbar unter der noch nicht geschlossenen Terminalknospe befindliche, noch lange nicht erwachsene Blattpaar war aber frisch geblieben. Die eben abgeblühten Infloreszenzen waren meist zu einem kaum kirschengroßen Convolut von Blütenstielen zusammengeschrumpft und so trocken, daß man sie zu Pulver zerreiben konnte, nur einzelne Fruchtknoten hatten sich zu einem etwa 2 mm hohen, nun aber ebenfalls vertrockneten Körperchen entwickelt. Individuen an anderen Standorten, welche wenig oder gar nicht geschädigt waren, hatten bereits Früchte von zirka 5 mm Höhe. Diese Beobachtungen gewähren einen Einblick, den man allerdings nicht verallgemeinern darf, in die Verhältnisse der Wasserverteilung der besprochenen drei Organe; in bezug auf die Wasserversorgung ist bei der genannten Art gegenüber dem Laub die Sproßspitze im Vorteil, die Infloreszenz aber im Nachteil. Sehr deutlich waren die Wirkungen des absteigenden Saftstromes bei *Amorpha fruticosa* zu beobachten; die Sproßspitzen mit den jüngsten Blättern und der Terminalknospe hingen herab, während die nächsttiefer stehenden erwachsenen Blätter weniger schlaff waren, so daß es wahrscheinlich ist, daß sie ihr Wasser von den oberen bezogen haben.

Am 19. Tage erfolgte reichlicher Regenfall, nach welchem sich abends unter anderem folgende Veränderungen feststellen ließen: *Fraxinus excelsior* und *Evonymus europaea* hatten zwar noch herabhängende Blätter, jedoch turgeszentere als vor dem Regen. Bei *Sambucus nigra* waren die Blätter bereits turgeszent, die Blattstiele aber hingen noch herab. Zu den Pflanzen, an denen noch nichts von einer Erholung zu bemerken war, gehörten *Ligustrum vulgare* und *Amorpha fruticosa.* Bei letzterer waren außer der Sproßspitze mit den unerwachsenen Blättern auch die am tief-

*) An einem Standort jedoch war ein freistehendes Exemplar verwelkt, während ein anderes, zirka 1 m davon entfernt innerhalb einer Strauchgruppe stehendes normal blieb.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sten stehenden Blätter welk, während die dazwischen liegenden bereits normal aussahen. Von *Cornus sanguinea* hatten sich am besten die Individuen erholt, welche Früchte trugen, am schlechtesten die mit den vertrockneten Infloreszenzen. Das scheint darauf hinzudeuten, daß die oben vertretene Ansicht vom absteigenden Wasserstrom von den Infloreszenzen zu den Blättern die richtige ist, denn um ein einfaches Vertrocknen kann es sich wohl nicht handeln, da die Sproßspitzen auch während der größten Trockenheit und Hitze normal geblieben waren.

Nach zwei Tagen hatten sich die meisten Pflanzen vollständig erholt. Manche hatten aber einzelne Teile durch Absterben eingebüßt: bei einzelnen *Ligustrum*-Individuen trockneten die Sproßspitzen ab, bei einigen besonders geschädigten Exemplaren von *Cornus sanguinea* ein Teil des Laubes. Bei *Amorpha* vertrockneten bloß die untersten, also ältesten Blätter, während die übrigen und insbesondere die Sproßspitze mit ihren kleinen Blättern und der Endknospe wieder normal turgeszierten.

3. Die zum absteigenden Saftstrom führenden Bedingungen.

E. Pringsheim[VII] leugnet die Existenz eines stets vorhandenen absteigenden Saftstromes, wenn er auch, sich auf die Versuche Hales[I] berufend, sein gelegentliches Vorkommen zugibt. Dabei läßt er außer acht, daß Wiesners Untersuchungen weder von einem stets, noch von einem gelegentlich vorkommenden Saftstrom sprechen, sondern eine Reihe ganz bestimmter, teils im Experiment erzielbarer, teils in der Natur sich tatsächlich abspielender Phänomene vorführen, wie die bekannte, durch jene Wasserverschiebung leicht erklärbare Tatsache, daß ganz isolierte Blüten in der Regel sich länger frisch erhalten, als wenn sie samt dem Laube abgeschnitten werden. Die Entstehung sympodialer Laubsprosse (z. B. bei *Tilia, Ulmus, Fagus, Carpinus* u. a.) führt Wiesner[IV] darauf zurück, daß dem Sproßgipfel das Wasser durch das stärker transpirierende, tiefer stehende Laub entzogen wird, weshalb die Spitze vertrocknet*) und endlich abfällt; denn durch Regulierung der

*) In manchen Fällen tritt nicht Vertrocknung, sondern Ablösung mittels Trennungsschichte ein; hier dürfte nicht Aussaugung des Gipfels, sondern Ablenkung des Wasserstromes vorliegen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Transpiration läßt sich das Abwerfen der Terminaltriebe beschleunigen, verzögern, verhindern. Pringsheim wendet dagegen ein, daß nach seinen Untersuchungen die jüngeren Teile stärker transpirieren und gegenüber den älteren in bezug auf Wasserversorgung begünstigt sind. Doch hat er seine Erfahrung über die Bevorzugung der jüngeren Teile vorwiegend an Succulenten gewonnen; diese können natürlich niemals einen absteigenden Saftstrom haben, denn das widerspräche ihrer xerophilen Anpassung. Ich glaube mich hiebei an das Wort Pringsheims (l. c., S. 122): „So lange wir nichts besseres wissen und uns doch nicht auf die Konstatierung der Tatsache beschränken wollen, sind hier teleologische Deutungen am Platze" halten und die Behauptung wagen zu dürfen, bei einer Pflanze seien die Erscheinungen des absteigenden Saftstromes umso weniger möglich, je mehr sie an Trockenheit angepaßt ist; denn xerophile Pflanzen müssen immer in der Spitze die größte osmotische Kraft haben, um in Zeiten der Trockenheit vom Wasser der tiefer stehenden Blätter leben zu können. Versuche an *Sedum (album?)* und *Sempervivum (hirsutum?),* teils an abgeschnittenen oder ausgerissenen, teils an bewurzelten und eingetopften, aber nicht begossenen Pflanzen zeigten, daß das Wasser allmählich sich aus den unteren in die höher gelegenen Teile zurückzog, nicht bloß aus den Blättern, sondern auch aus der Achse, denn auch diese wurde langsam, von unten nach oben fortschreitend, vollständig trocken.*) Die Entwicklung am oberen Ende ging aber nichtsdestoweniger weiter vor sich, auch die Blüten entwickelten sich weiter, und bei *Sedum* vergrößerten sich nach dem Abblühen die Fruchtknoten so sehr, daß man glauben konnte, sie würden ohne Wasser vielleicht auch zur Reife kommen. Auch Pringsheim (l. c., S. 104) hat an im ganzen aufgehängten Exemplaren von *Sempervivum arachnoideum* beobachtet, daß die Fruchtknoten in 23 Tagen stark anschwollen. Pflanzen, welche nicht an Trockenheit speziell angepaßt sind, entbehren häufig der Einrichtungen, vermöge deren gerade die jüngsten Teile in bezug auf Wasserversorgung begünstigt sind, die Transpi-

*) Diese Bewegung des Wassers von den Blättern zur Achse ist eigentlich ein spezieller Fall des absteigenden Saftstromes, wobei aber innerhalb der Achse die Richtung der Wasserbewegung wieder akropetal ist.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ration wirkt in allen ihren Teilen ungefähr gleich, so daß die eine größere Oberfläche besitzenden älteren Blätter auch mehr Wasser benötigen als die jüngeren. Dadurch kann es zu Zeiten anhaltender Trockenheit dazu kommen, daß die Sproßspitze gegenüber dem tiefer stehenden stärker transpirierenden Laub in bezug auf die Wasserversorgung im Nachteile ist, wofür aus Beobachtungen spezielle Beispiele bereits angeführt wurden, oder aber der Welkungsprozeß macht sich in allen Teilen ungefähr gleich geltend, so bei *Cytisus Laburnum, Robinia Pseudacacia, Evonymus verrucosa, Lycium barbarum, Cornus sanguinea* u. a., — am meisten leidet *Fraxinus excelsior;* doch ist hiebei die mit der Vegetationszeit mehr oder weniger weit vorgeschrittene Entwicklung der Pflanze von Einfluß. So z. B. verhält sich *Cornus sanguinea* anders, wenn nicht, wie oben in der Aufzählung angenommen wurde, alle Blätter bereits ausgewachsen sind, sondern wenn die obersten noch unentwickelt sind und die Terminalknospe noch offen ist. In diesem Falle erschlaffen nämlich während einer Trockenperiode bloß die erwachsenen Blätter, während die jüngsten mit der Terminalknospe unversehrt bleiben. In diesem Falle sind also die jüngsten Teile gegenüber den älteren in bezug auf Wasserversorgung tatsächlich begünstigt. Es läßt sich also, wie einerseits die oben aufgeführten Beispiele von Pflanzen, die in der Natur den absteigenden Saftstrom haben, anderseits die hier aufgeführten Pflanzen, die dieses Phänomen nicht zeigen, kein allgemeines Gesetz aufstellen, wie unter gegebenen äußeren Verhältnissen die Wasserbewegung vor sich geht; das hängt vielmehr von der Art und von der Zeit, wahrscheinlich auch von individuellen und von Standortsverhältnissen ab.

Ebenso wie bei allmählich versiegender Wasserzufuhr die älteren Blätter das Wasser der Achse und eventuell noch des Sproßgipfels verbrauchen, oder umgekehrt bei Succulenten die jüngeren Teile nach und nach die untersten Blätter aussaugen, ebenso ist es denkbar, daß bei einem sich fortentwickelnden Sproß endlich der Zeitpunkt eintritt, wo die mit der Vermehrung und dem Wachstum der Blätter sich stetig vergrößernden transpirierenden Flächen endlich so viel Wasser verbrauchen, daß alles in den Sproß eintretende Wasser zur Transpiration verwendet wird und zum weiteren

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Wachstum keines übrig bleibt; der Sproß schließt sein Wachstum dann mit einer Terminalknospe ab (Wiesner[IV]); bei Herabsetzung der Transpiration durch Aufenthalt in feuchter Luft wird der Knospenschluß hinausgeschoben (l. c.). Pringsheim[VII] ist mit dieser Erklärung nicht einverstanden; er meint, man könne daraus folgern, daß die nach der Dekapitation einer Succulenten auftretenden Seitensproße die Folge des durch Entfernung der Spitze nun überschüssigen Wasserzuflusses seien. Diese Folgerung ist aber unzulässig; denn, wie auch Pringsheim richtig bemerkt, das Treiben der Seitensprosse wird nach Entfernung der Sproßspitze durch eine innere Reizverkettung veranlaßt und erst die treibenden Sprosse führen den für sie notwendigen Wasserzufluß herbei. Übrigens muß man bedenken, daß nach der gegebenen Erklärung auch der Knospenschluß nicht einfach die mechanische Folge des Wassermangels ist, sondern daß letzterer bloß das mechanische Mittel ist, mit dessen Hilfe der für die Winterruhe notwendige Knospenschluß zustande kommt. Es besteht also im Grunde genommen auch zwischen der Anzahl und Größe der transpirierenden Blätter und der Zeit des Knospenschlusses eine Art innerer Verkettung.[4] — In ähnlicher Weise ist das Blatt durch seine Transpiration an der Bildung seiner Axillarknospe beteiligt; denn durch die Entfernung des Blattes oder durch die Kultur im dunstgesättigten Raume läßt sich unter Umständen das Austreiben der Knospe in derselben Vegetationsperiode erzielen (Wiesner[IV]).*) E. Pringsheim[VII] meint mit Göbel,[V] hiebei seien noch andere Faktoren im Spiele, nämlich Korrelationen mit den übrigen Knospen Allerdings ist es richtig, daß Entfernung eines Teiles des Sprosses das Austreiben der nun am höchsten stehenden Axillarknospen zur Folge hat; diese Korrelation ist also wohl beim Austreiben der bereits geschlossenen Knospen, nicht aber beim Schlusse der noch wachsenden beteiligt, denn trotz des Bestehens der Korrelation läßt sich, wie oben erwähnt, unter Umständen durch geeignete Mittel das Austreiben des Achselproduktes herbeiführen; die auf letzterem liegende Hemmung kann also auf verschiedene Weise aufgehoben werden.

---

*) Vgl. ferner S. 409 *(Berberis* und *Ribes)*.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Auch in der Natur kommen, wie dies in dem folgenden Abschnitte auseinander gesetzt wird, derartige Korrelationsstörungen zuweilen vor.

4. Wasserverschiebung und Korrelationen.

Folgende Bemerkungen können, da sie sich nicht auf Versuche stützen, nicht den Zweck haben, bestimmte Erklärungen zu geben. Sie sollen vielmehr an der Hand von Beobachtungen dazu beitragen, den Weg zu zeigen, den künftige Versuche werden einschlagen müssen, um tiefere Kenntnis vom Wesen gewisser Korrelationen zu erlangen.

Im allgemeinen besteht zwischen der Terminal- und den Axillarknospen folgende Korrelation: In der laufenden Vegetationsperiode treiben letztere nicht aus, wenn erstere erhalten bleiben, sondern nur nach deren Entfernung. Doch besteht auch eine Beziehung zwischen dem Achselprodukt und seinem Tragblatt; denn wenn dieses verdornt ist *(Berberis vulgaris, Ribes grossularia),* so bildet sich in der Achsel keine Winterknospe aus, sondern regelmäßig noch in derselben Vegetationsperiode ein laubtragender Kurztrieb (Wiesner[IV]), während bei verwandten Arten mit flächenhaft entwickelten Blättern (z. B. *Ribes rubrum*) die Sproßanlage in der Achsel sich zu einer Knospe zusammenschließt, vielleicht infolge Beeinträchtigung der Wasserversorgung durch das transpirierende Tragblatt (Wiesner, l. c.). Wenn man nun außerdem noch von manchen Pflanzen, bei denen infolge spezieller, erblich fixierter Verhältnisse die Axillarknospen noch in der laufenden Vegetationsperiode sich zu Kurztrieben entwickeln, wie bei *Vitis,* absieht, so findet man noch Pflanzen, bei denen das Austreiben dieser Knospen, und zwar zu Langtrieben, nicht regelmäßig, aber als mehr oder weniger häufiger Ausnahmsfall zu beobachten ist. Besonders bei *Robinia Pseudacacia* kommt es nicht selten vor, daß ein Blatt in seiner Achsel einen Sproß von $^1/_2$—1 cm Länge hat, welcher sich im Verlaufe des Sommers oft zu einem mächtigen, mehrere Dezimeter langen Zweige entwickelt, in dessen Blattachseln sich das Austreiben der Axillarknospen wiederholen kann. Die sonst durch Korrelationen gehemmte Axillarknospe hat also in derselben Vegetationsperiode zwei Sproßgenerationen entwickelt.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Daß die Entfernung oder die Funktionslosigkeit der Sproßspitze allein noch nicht genügt, die nächst tieferen Axillarknospen zum Austreiben zu veranlassen, zeigen Beobachtungen an *Syringa*. Bei dieser Pflanze kommt es ungemein häufig, bei den meisten Individuen, wie scheint, beinahe regelmäßig, vor, daß die Spitze abtrocknet. Das Austreiben der obersten Axillarknospen erfolgt aber trotzdem erst in der nächsten Vegetationsperiode, wodurch ein Sympodium oder, und zwar sehr häufig, eine falsche Dichotomie zustande kommt. Das Abtrocknen erfolgt eben zu jener Zeit, wo das Längenwachstum des Sprosses und die flächenhafte Entwicklung seiner Blätter ungefähr abgeschlossen sind.*) Als Ausnahmsfall aber hat Verfasser einmal an *S. vulgaris* und wiederholt an *S. hispanica***) beobachtet, daß die Terminalknospe erhalten blieb und später ohne erkennbaren Grund in derselben Vegetationsperiode austrieb; bei der zuletzt genannten Art kam auch das Austreiben einzelner Axillarknospen**) vor oder der Terminal- und einer der beiden benachbarten Axillarknospen, oder auch, wenn die Terminalknospe abgetrocknet war, beider, nun endständiger Axillarknospen.

Eine Beobachtung an *Cornus sanguinea* scheint darauf hinzudeuten, daß bei manchen als Korrelationen gedeuteten Erscheinungen auch lokale Einflüsse mitbestimmend sein können. An einer größeren Anzahl von Individuen, die alle nebeneinander standen, waren (Juni 1908) die normaler Weise ruhenden Knospen in verschiedener Anordnung ausgetrieben. An diesen Exemplaren fanden sich trotz der herrschenden Trockenperiode keine Eintrocknungserscheinungen wie an den Angehörigen derselben Art auf den benachbarten Standorten; das deutet darauf hin, daß der Boden, in dem sie wurzelten, einen höheren Feuchtigkeitsgehalt besaß, und tatsächlich war er unmittelbar hinter den Pflanzen im Umkreise mehrerer Quadratmeter zu einer Mulde vertieft. Dazu kommt noch, daß sie nicht vollständig schutzlos den Strahlen der direkten Sonne ausgesetzt

*) Ob vielleicht die Ursache für das Unterbleiben des Austreibens eben darin liegt, daß zur Zeit des Abtrocknens die Organe bereits ungefähr erwachsen und die Axillarknospen in ihre Ruheperiode eingetreten sind, müßte noch untersucht werden.

**) An verschiedenen Standorten.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

waren, da einige größere Bäume in der Nähe sie zum Teil beschatteten.[5]

Man darf also die Korrelation, „Entfernung der Spitze hat Austreiben der Axillarknospen zur Folge", nicht verwechseln mit der bei manchen Pflanzen auftretenden Erscheinung, daß das transpirierende Laub den Knospenschluß bedingt, Herabsetzung der Transpiration aber den Knospenschluß hinausschiebt; hiebei handelt es sich weniger um eine Korrelation, als vielmehr eher um eine ziemlich grobe mechanische Beeinflussung.

5. Der auf- oder absteigende Welkungsprozeß infolge Aussaugung und der gleichmäßige Welkungsprozeß.

Die Fähigkeit der Succulenten, die unteren Blätter als Wasserreservoir für die jüngsten Teile benützen und sie allmählich aussaugen zu können, ist eine spezielle Anpassung an die Trockenheit und darf nicht einfach dadurch erklärt werden, daß die jüngeren Blätter eben immer stärker transpirieren als die älteren. Unter den Nichtsucculenten kommt vielmehr außer diesem Falle noch der gegenteilige (Aussaugung der jüngeren Blätter durch die älteren) vor, sowie auch gleichmäßiges Welkwerden aller Teile. *Hedera helix* hat derbe Blätter und verträgt eine zeitlang Trockenheit, ist aber an extreme Trockenheit nicht angepaßt. Bei abgeschnittenen Sprossen von *Hedera,* die man ohne Wasser aufstellt, werden die oberen Blätter allmählich von den unteren ausgesaugt, und zwar geht der Prozeß ganz regelmäßig vor sich, bei den kleinsten, noch unentwickelten Blättern an der Spitze beginnend und dann, allmählich ein Blatt nach dem anderen ergreifend, langsam basipetal fortschreitend; die dem Aussaugungsprozeß verfallenden Blätter werden zuerst schlaff, verlieren nach und nach ihre lederartige Beschaffenheit und werden papierdünn mit zerknitterter Oberfläche, — dann beginnen sie zu vertrocknen. Nach sechstägigem Welken mit angefrischter Schnittfläche ins Wasser gestellt, erholten sich die Sprosse wieder, doch dauerte es mehrere Tage, bevor die untersten Blätter wieder ihre normale lederartige Beschaffenheit zurückerlangten, auch die übrigen Blätter erholten sich in akropetaler Reihenfolge, nur die Spitzen mit den jüngsten Blättern hatten bereits eine irreparable Schädigung erlitten und vertrockneten.[6]

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Von *Clematis Vitalba* wurden zweierlei Sprosse untersucht, solche mit wasserreicher, dicker, weicher Achse (im folgenden mit A bezeichnet) und solche mit dünner, harter, kantiger Achse (B). Es wurden folgende Versuche angestellt: Einige Sprosse wurden abgeschnitten und teils intakt, teils nach Entfernung der erwachsenen Blätter auf eine Papierunterlage zum Trocknen hingelegt.*) Von den bis auf die Spitze entblätterten Sprossen hatte das A-Exemplar nach zwei Stunden noch frische Blätter, aber eine turgorlose Achse, während die Blätter des B-Exemplares schlaff waren (1). Von drei beblätterten Sprossen hatte das B-Exemplar die Spitze schlaff herabhängend, die erwachsenen Blätter aber waren normal, während die beiden A-Exemplare in allen Teilen schlaff waren (2). Fünf Stunden nach Versuchsbeginn war ein bis auf die Spitze entblättertes B-Exemplar noch frisch, während eine gleiche abgeschnittene Sproßspitze bereits turgorlose Blätter hatte (3). Von drei einer anderen Versuchsreihe angehörenden B-Exemplaren, von denen zwei bis zur Terminalknospe ungefähr gleich große Blätter hatten, während an dem dritten zu oberst ein paar unerwachsene Blätter standen, erschlafften bei letzterem die Blattstiele, während bei den beiden ersteren die Blattstiele steif blieben, selbst als die Blätter zu vertrocknen begannen; die Terminalknospe erlitt bei keinem der drei Exemplare merkliche Veränderungen (4). Diese Ergebnisse lassen sich meist im Sinne unserer Anschauungen erklären: bei (1) konnten die Blätter des A-Exemplares Wasser aus der Achse entnehmen, was beim B-Exemplar nicht möglich war, bei (2) bezogen die Blätter des B-Exemplares ihr Wasser aus der Spitze (absteigender Saftstrom), während den beiden A-Exemplaren das Wasser der ganzen Achse zur Verfügung stand; warum trotzdem bei den A-Exemplaren auch die Blätter an Turgor abnahmen, läßt sich nicht ungezwungen erklären. Bei (3) verwelkte die isolierte Spitze früher als das zweite Versuchsobjekt, weil letzteres aus der entblätterten Achse noch Wasser

*) Vor Versuchsbeginn wurden die Sprosse über Nacht in Wasser gestellt, da die Erschlaffung der Sproßspitzen bereits wenige Minuten nach dem Abschneiden, bevor noch der Versuch beginnen konnte, eingetreten war. Infolge dieser Vorbehandlung aber stand vollturgeszentes Material zur Verfügung.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

beziehen konnte. Bei (4) bildet besonders das eine Exemplar mit dem unerwachsenen Blattpaar an der Spitze ein Beispiel für die Begünstigung jüngerer Teile gegenüber älteren. Wenn auch die



Fig. 2. *Sauromatum guttatum.*

Obwohl die Pflanze täglich mehrere Stunden, über die Zeit des höchsten Standes der Sonne, deren direkten Strahlen ausgesetzt war, blieb das Blatt turgeszent und der Stiel behielt seine vertikale Stellung.

geringe Zahl der bisher durchgeführten Versuche noch kein abschließendes Urteil erlaubt, so läßt sich doch schon ersehen, daß die Wasserverschiebung selbst bei ein und derselben Pflanze nicht immer in gleicher Weise vor sich geht.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

An *Nerium Oleander* wurde folgende Beobachtung gemacht: Ein großer eingetopfter Baum blieb mehrere Wochen lang unbewässert. Seine Blätter begannen allmählich zu erschlaffen, und zwar überall gleichmäßig, krümmten sich von den Rändern und der Spitze gegen die Mitte und wurden papierdünn, ohne daß irgendein Teil des Laubes gegenüber einem anderen begünstigt wurde. Ebenso verhielten sich abgeschnittene, trocken liegende Sprosse von *Nerium*. Es fand also gar keine Wasserverschiebung statt. Auch *Cornus sanguinea* zeigt, wenn alle Blätter bereits erwachsen sind, sowohl an der erwachsenen Pflanze wie auch an abgeschnittenen Sprossen allgemeine gleichmäßige Erschlaffung ohne Bevorzugung gewisser Teile, nicht aber, wenn die Sproßspitzen noch unerwachsene Blätter besitzen; denn dann sind letztere, wie für die ganze Pflanze bereits erwähnt wurde, auch im abgeschnittenen Sprosse gegenüber den älteren Blättern in bezug auf Wasserversorgung begünstigt.

Anhangsweise möchte ich hier, allerdings mit Vorbehalt, eine Beobachtung mitteilen, die ich im Sommer 1907 machte, seither aber nicht wiederholen konnte, und welche mir Einblicke zu eröffnen scheint in die verschiedenen für die Richtung des Wasserstromes in Betracht kommenden Faktoren, wie Luft- und Bodenfeuchtigkeit, Temperatur und Sonnenbestrahlung, relatives Alter der transpirierenden Organe, so daß es sich der Mühe verlohnen dürfte, die Sache nachzuprüfen. Die Beobachtungen und Versuche wurden an einem Exemplar von *Sauromatum guttatum* angestellt, das im Vorjahre nicht geblüht hatte; während des Sommers hatte die Knolle vier junge Knollen gebildet und überwinterte samt diesen im Keller. Als es in der nächsten Vegetationsperiode (1907) das erste Blatt entwickelt hatte [Fig. 2*)], konnte es täglich mehrere Stunden lang den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt sein, ohne Schaden zu leiden. Als aber (Mitte Juli 1907) das zweite Blatt sich entwickelte, erschlaffte dieses nach längerem Aufenthalt in direkter Sonne und hing auf seinem gekrümmten Stiele zu Boden herab. Das ältere Blatt, welches dabei unverändert geblieben war,

*) Die Figur stellt das Stadium dar, in dem sich das zweite Blatt eben entwickelt.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

hatte ihm ohne Zweifel durch starke Transpiration das Wasser entzogen, ob durch Absaugung oder vielleicht durch Ablenkung muß vorerst unentschieden gelassen werden. Bis zum nächsten Morgen hatte, ohne daß frisch gegossen wurde, das erschlaffte Blatt seinen normalen Turgor und seine normale Stellung wiedergewonnen. Denselben Vorgang habe ich mehrmals beobachtet. Am

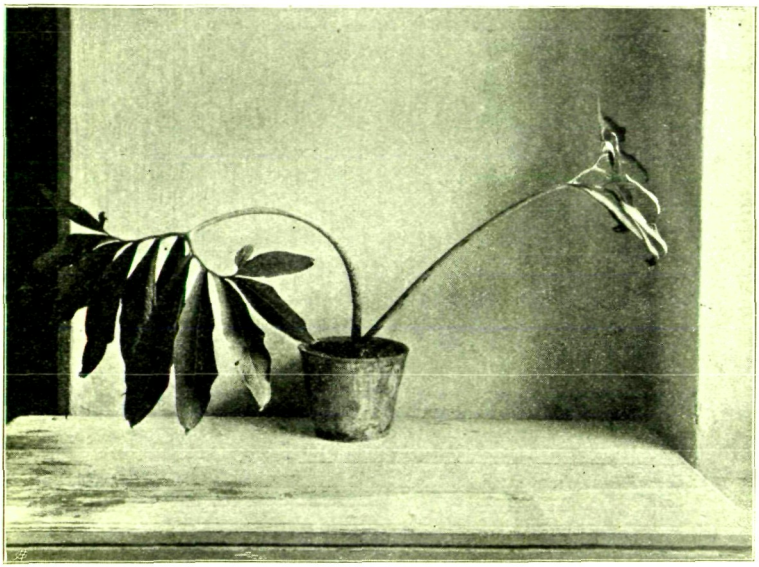


Fig. 3.

Dasselbe Individuum wie in Fig. 2, nach völliger Entwicklung des zweiten Blattes. Trotz genügender Bodenfeuchtigkeit verlor unter dem Einfluß der mehrstündigen direkten Sonnenbestrahlung das ältere Blatt seinen Turgor und hing schlaff herab.

27. Juli aber ereignete sich etwas Unerwartetes: die Pflanze stand während der Mittagszeit — auf einen kühlen und windigen Morgen war ein heißer Tag gefolgt — durch mehrere Stunden in der Sonne; um 3 Uhr — der Standort der Pflanze lag bereits wieder im Schatten, die Lufttemperatur betrug 25° C. — war das erste Blatt stark erschlafft und hing auf seinem bogenförmig gekrümmten Stiel bis unter die Erdoberfläche des Blumentopfes, fast bis auf den Boden herab, während das zweite Blatt, dessen Spreite schon

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bedeutend größer geworden war, ohne aber auch nur annähernd der des ersten Blattes gleichzukommen, frisch war und aufrecht stand (Fig. 3); die Erde war, wie auch bei der früheren Beobachtung, nach Aufhören der Sonnenbestrahlung noch feucht und ohne neue Wasserzufuhr stellte sich bis nächsten Morgen der normale Turgor und die aufrechte Haltung wieder her (Fig. 4).

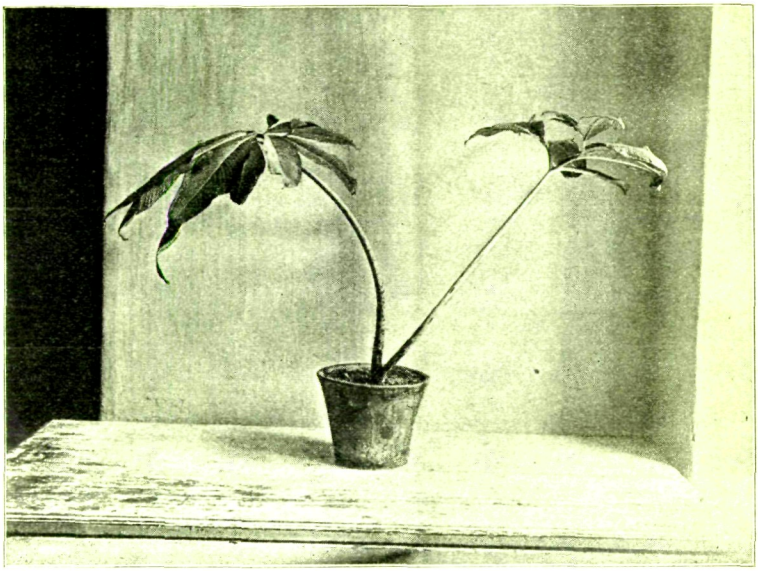


Fig. 4.
Die Pflanze von Fig. 3 am nächsten Morgen. Ohne daß der Erde neues Wasser zugeführt worden wäre, hat sich das ältere Blatt über Nacht erholt, seine Blättchen turgeszieren wieder und der Stiel nimmt wieder seine aufrechte Stellung ein.

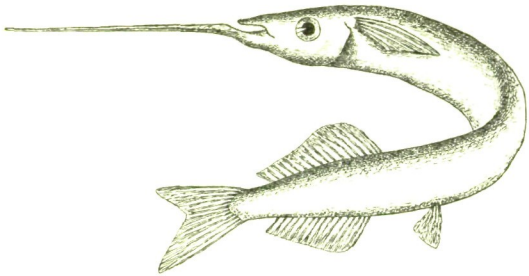
Jetzt transpirierte offenbar das auf der Höhe des Lebens stehende zweite Blatt stärker als das bereits alternde erste, und tatsächlich gelang der Versuch immer weniger gut, da das erste Blatt Absterbeerscheinungen zu zeigen begann und sich endlich auch im Schatten nicht mehr vollständig aufrichtete.[7]

III. Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

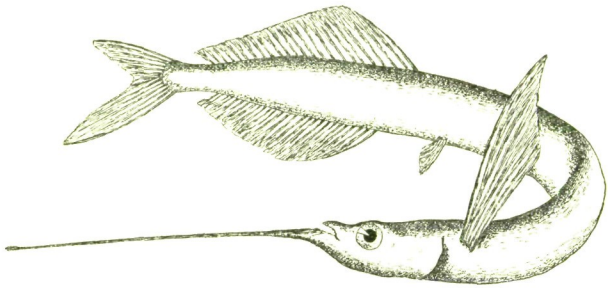
1. Der absteigende Saftstrom ist ein Phänomen, das bei manchen Pflanzen unter gewissen Umständen auftritt, bei anderen

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

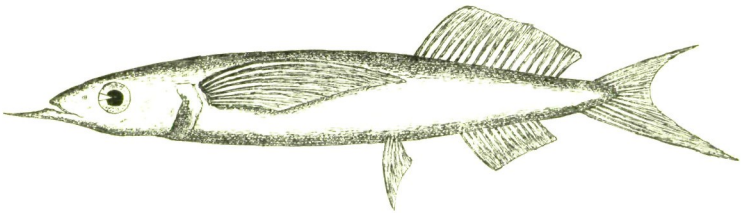
1.



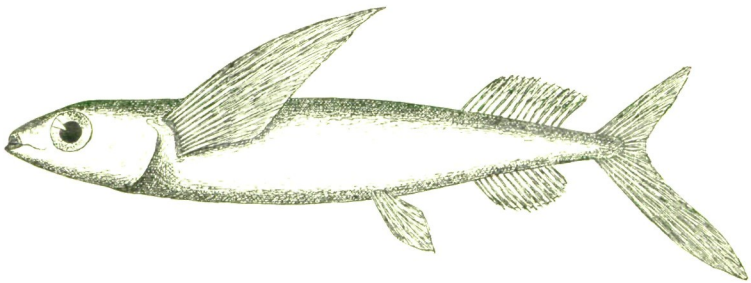
2.



3.



4.



1. *Hemirhamphus Georgii*, 2. *H. macrorhynchus* (= *Euleptorhamphus*), 3. *H. cuspidatus* (= *Oxyporhamphus*), 4. *Exocoetus micropterus*.

(Sämtliche Figuren etwas schematisiert, nach Cuvier et Valenciennes, Histoire naturelle de Poissons, XIX.)

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

aber infolge ihrer Organisation unmöglich ist und deshalb auch experimentell sich nicht herbeiführen läßt.

2. Die Erscheinung stellt sich entweder mit großer Regelmäßigkeit zu gewissen Zeiten der Vegetationsperiode im Verlaufe der normalen Lebensvorgänge ein (Wiesner): absteigender Saftstrom als physiologische*) Erscheinung; oder sie ist eine Folge von Bedingungsänderungen der äußeren Natur: absteigender Saftstrom als akzidentelle Erscheinung.

3. Der akzidentelle absteigende Saftstrom ist der Ausdruck einer mangelhaften Anpassung an Bedingungen, welche zwischen der durch die Wurzeltätigkeit aufgenommenen und der durch die Transpiration abgegebenen Wassermenge eine Differenz zu Ungunsten der ersteren schaffen. Er kommt demnach vorwiegend bei Pflanzen vor, welche in nahrhaftem Boden wurzeln und saftige Zweigspitzen mit einigermaßen zarten Blättern haben, ferner bei zarten Kräutern, besonders mit endständigen Blüten, und zwar unter dem Einfluß andauernder Bodentrockenheit. Schwer oder gar nicht unterliegen dem akzidentellen absteigenden Saftstrom Holzgewächse mit derben Blättern, mit harten, wasserarmen Zweigspitzen oder geschlossener Terminalknospe. Beblätterte Pflanzen, welche in hohem Grade an Trockenheit angepaßt sind, zeigen infolge dieser Anpassung den akzidentellen absteigenden Saftstrom überhaupt nicht.

4. Während in der Regel die jüngsten Teile gegenüber den älteren in bezug auf Wasserversorgung begünstigt sind, kommt es in gewissen Fällen auch vor, daß infolge verstärkter Transpiration ältere Teile die am meisten konzentrierten Säfte enthalten und

*) Diese Terminologie erkennt die Bezeichnung „physiologisch" nur jenen Lebensvorgängen zu, welche für „normal" gelten, weil sie beim betreffenden Organismus in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle vorkommen und den für die Erhaltung des Individuums und der Art besten Ablauf der Funktionen darstellen. Abweichungen, welche ein gewisses Maß überschreiten und den Organismus zu schädigen imstande sind, werden nicht als „physiologisch" bezeichnet, sondern als „pathologisch", oder, wenn die Abweichung in der gewöhnlichen Reaktion des Organismus auf geänderte äußere Bedingungen liegt, als „akzidentell". Scharfe Grenzen zwischen dem „Physiologischen" und dem „Nichtphysiologischen" lassen sich nicht ziehen; es soll deshalb auch keine exakte Definition versucht werden.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

deshalb den Sitz der höchsten osmotischen Wirkung darstellen, wodurch jüngere Teile in bezug auf die Wasserversorgung benachteiligt sind. Der Vorgang ist also gänzlich verschieden von dem zuerst genannten, bei welchem die Herstellung der höchsten osmotischen Wirkung in den jüngsten Teilen erfolgt, was insbesondere beim Déplacement des Wassers bei Succulenten der Fall ist.

5. Die Aussaugung von Blättern bei Succulenten ist in physikalischer Hinsicht eine mit dem absteigenden Saftstrom identische Erscheinung (Wiesner[VI]), wenn auch im ersteren Fall die Richtung der Wasserbewegung innerhalb der Achse die normale ist.

6. Ähnliche Erscheinungen wie durch den absteigenden Saftstrom können auch durch eine besondere Form der korrelativen Transpiration infolge Ablenkung des Wasserstromes hervorgerufen werden. Es wird deshalb Aufgabe künftiger Untersuchungen sein, durch exakte Experimente in jedem einzelnen Falle nachzuweisen, ob die bei manchen Pflanzen unter gewissen Umständen vorkommende Begünstigung in der Wasserversorgung älterer Teile gegenüber jüngeren auf einem Abfluß von Wasser (und plastischen Stoffen) in einer der normalen entgegengesetzten Richtung beruht, oder auf einem hauptsächlichen Zufluß zu den älteren Teilen mit Benachteiligung der jüngeren.

Literatur.

I. Hales Stephan: Statik der Gewächse. [Deutsche Ausgabe, Halle, 1747.*)]

II. Wiesner J.: Studien über das Welken von Blüten und Laubsprossen. (Sitzungsber. d. kais. Akad. der Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. LXXXVI, Abt. 1, 1882.)

III. Meschayeff: Über die Anpassungen zum Aufrechterhalten der Pflanzen und die Wasserversorgung bei der Transpiration (Bull. de la Soc. imp. des Naturalistes de Moscou, 1882), zit. bei Burgerstein: Die Transpiration der Pflanzen (Jena, 1904), S. 228.

IV. Wiesner J.: Der absteigende Saftstrom und dessen physiologische Bedeutung mit Rücksicht auf das Gesetz der mechanischen Koinzidenz im Organismus. (Botan. Zeitung, 1889, 47. Jahrgang.)

V. Goebel R.: Organographie der Pflanzen, 1898—1901, S. 179.

*) Das Original war in London 1727, eine französische Ausgabe von Buffon in Paris 1735 erschienen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

VI. Wiesner J.: Über korrelative Transpiration mit Hauptrücksicht auf Anisophyllie und Phototrophie. (Sitzungsber. d. kais. Akad. der Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXIV, Abt. 1, 1905.)

VII. Pringsheim E.: Wasserversorgung und Turgorregulation in welkenden Pflanzen. (Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Leipzig, Borntraeger, 1906, Bd. 43, H. 1.)

Anmerkungen.

1. Hales stellte einen abgeschnittenen Sproß, dessen Gipfel durch einen Schnitt entfernt worden war, mit dem oberen Ende in Wasser und fand durch Messung, daß eine sehr beträchtliche Wassermenge durch Transpiration verloren ging. Einen ähnlichen Versuch machte er auch an der eingewurzelten Pflanze: Bei einem mit dem Baume in Verbindung bleibenden Aste wurden die Spitze und die Seitenäste entfernt; hernach wurde er herabgebogen und in ein weites mit Wasser gefülltes Rohr eingekittet, welches am unteren Ende durch eine mit Quecksilber gefüllte Röhre in ein Quecksilbergefäß tauchte. Das in der Röhre immer höher steigende Quecksilber zeigte die durch die transpirierenden Blätter dem Aste entzogene Wassermenge an.

2. 11.—30. Juni 1908; ein bloß einige Minuten dauernder Regen am 22. Juni, aus sehr kleinen schütteren Tropfen bestehend, wurde nicht als Unterbrechung der Trockenheit aufgefaßt, wie er auch tatsächlich keine Wirkungen erkennen ließ und kaum den Boden in sichtbarer Weise befeuchtete; dasselbe gilt für den 28. Juni.

3. 21.—24. Juni einschließlich.

4. Es scheint nicht unpassend zu sein, hier auf ein analoges Beispiel aus der Tierphysiologie hinzuweisen. Das neugeborene Säugetier beginnt die Atmung nicht etwa deshalb, weil ihm von der Plazenta kein Sauerstoff mehr zugeführt wird und es sein Sauerstoffbedürfnis nun nur durch die Lunge decken kann; der Sauerstoffmangel führt vielmehr indirekt dadurch zum ersten Atemzug, daß die im Blute sich allmählich anhäufende, nicht durch Sauerstoff ersetzbare Kohlensäure einen Reiz auf die nervösen Zentren der Atembewegungen ausübt, wodurch endlich der Atmungsmechanismus in Gang gesetzt wird.

5. Sollte diese Annahme durch Versuche sich als richtig erweisen, so wäre das ebenfalls ein Beitrag zur Ansicht, daß unter Umständen das Austreiben von Axillarknospen zur Transpiration im umgekehrten Verhältnis stehe.

6. Dieser an einer größeren Anzahl von Exemplaren ausgeführte Versuch konnte weder wiederholt, noch auch an der normalen eingewurzelten Pflanze angestellt werden.

7. Am 5. August 1907 betrug die Temperatur im Schatten 30° C.; Wirkung auf das Sauromatum: Erschlaffung des Blattstieles des ersten Blattes, so daß das mittlere Blättchen mit zirka 5 cm der Oberfläche auf dem Boden (also tiefer als die Erdoberfläche im Topfe) auflag; im kühlen Zimmer ging

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die Erschlaffung, ohne daß neues Wasser zugeführt wurde, zurück und die Spitze des Blattes stand nächsten Morgen zirka 5 cm über dem Boden; die vertikale Stellung des Stieles wurde nicht mehr erreicht und seit 8. August, an welchem Tage schon bei 25°, trotz genügender Bodenfeuchtigkeit, Erschlaffung eingetreten war, richtete sich der Stiel überhaupt nicht mehr auf, sondern blieb horizontal; die Spreite zeigte an den Spitzen schon deutliche Absterbeerscheinungen. — Es sei noch bemerkt, daß die Pflanze bloß tagsüber im Freien stand, bei Nacht aber in einem großen kühlen Zimmer auf dem Fenster.

System und Verbreitung der Heliciden.

Von

Hermann v. Ihering.

Mit einer Karte.

(Eingelaufen am 20. Dezember 1908.)

Wie bei der riesigen und schwierigen Gattung *Unio,* so ist es mir auch bei der Gattung *Helix* vergönnt gewesen, die natürliche Unterabteilung des ungeheuren Materiales auf Grund morphologischer Untersuchungen eingeleitet zu haben. Pfeiffer zählte in seiner Monographie (1877) 3435 Arten von *Helix* auf und Westerlunds Katalog von 1890 enthält 1254 europäische Arten. Noch 1887 schrieb P. Fischer in seinem trefflichen Manual, daß die Modifikationen des Genitalapparates bei *Helix* zu mannigfaltig seien, um für die Systematik Verwendung finden zu können. Ich meinerseits, durch langjährige Studien vom Gegenteil überzeugt, veröffentlichte 1892[1]) eine Arbeit, in welcher ich den Genitalapparat der Heliciden zur Grundlage für die Systematik derselben machte. Meine Darstellung ist in der Hauptsache angenommen und zur Basis weiterer Klassifikationsversuche gemacht worden. Dies gilt ganz besonders von dem ausgezeichneten Handbuch von Pilsbry, welches im Gegensatz zu der einseitig konchyologischen Behandlung der Land-

---

[1]) Ihering, H. v., Morphologie und Systematik des Genitalapparates von *Helix.* (Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie, Bd. LIV, 1892, S. 386—520, Taf. XVIII u. XIX.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 59

Autor(en)/Author(s): Löwi Emil

Artikel/Article: Über den absteigenden Saftstrom und andere Formen der Wasserverschiebung in der Pflanze. 397-420