FLORA.

№ 30.

Regensburg. Ausgegeben den 11. November. **1863.**

Inhalt. Dr. J. Sachs: Die vorübergehenden Starrezustände periodisch beweglicher und reizbarer Pflanzenorgane. (Forts.) — A. W. Eichler: Ueber Welwitschia mirabilis nach Hooker. (Forts.) — Botanische Notizen.

Die vorübergehenden Starre-Zustände periodisch beweglicher und reizbarer Pflanzenorgane. Von Prof. Dr. Julius Sachs.

(Fortsetzung.)

II. Die vorübergehende Dunkelstarre.

Der reizbase Zustand der Mimosen- und Oxalis-Blätter so wie der periodische bewegliche Zustand dieser und anderer Blätter *(Acacia, Trifolium)* hängt von einer vorhergehenden und länger dauernden Beleuchtung ab; eine anhaltende Verdunkelung dagegen bewirkt einen Starrezustand, wo Reizbarkeit und periodische Beweglichkeit verschwinden; ich nenne diess „die vorübergehende Dunkelstarre."

Stellt man eine der genannten Pflanzen in einen finsteren Raum, so ist Reizbarkeit und periodische Bewegung auch ohne unmittelbare Einwirkung des Lichtes noch vorhanden; allein dieser bewegliche Zustand verschwindet vollständig, wenn die Dunkelheit einen oder mehrere Tage lang anhält. Die anfänglich im Finstern stattfindende Beweglichkeit muss daher als eine „Nachwirkung" des Lichts betrachtet werden; das Licht hat in den Bewegungsorganen einen Zustand hervorgerufen, der auch dann noch eine geraume Zeit fortbesteht, wenn seine Ursache,

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0467-6

das Licht, aufgehört hat zu wirken. Stellt man nun eine durch andauernde Dunkelheit unbeweglich gewordene Pflanze wieder an das Licht, so tritt nach mehrstündiger oder mehrthägiger Einwirkung desselben der bewegliche Zustand wieder ein. Auch die Dunkelstarre verschwindet nicht sogleich bei erneuter Einwirkung des Lichts; die Dunkelstarre kann aufgefasst werden als ein Zustand von Trägheit, der erst durch längere Insolation beseitigt wird. Es sei gestattet, ohne dass ich damit mehr als einen flüchtigen Vergleich andeuten möchte, an eine Erscheinung aus einem ganz anderen Gebiete zu erinnern: der Flussspath, wenn er längere Zeit im Dunkel gelegen hat, leuchtet nicht, der in ihm enthaltene Aether ist in Ruhe; setzt man ihn aber einige Zeit dem Sonnenlichte aus, so geräth sein Aether in Bewegung, er wird selbstleuchtend, er phosphorescirt und diese innere Bewegung dauert noch lange fort, nachdem die Insolation aufgehört hat. Der nicht leuchtende Zustand des Flussspaths liesse sich mit der Dunkelstarre der Pflanzen, der leuchtende, innerlich bewegte Zustand desselben mit dem periodisch beweglichen und reizbaren Zustande vergleichen; in beiden Fällen wird durch das Licht ein beweglicher Zustand herbeigeführt, der erst lange nach dem Aufhören der Lichtwirkung allmälig verklingt. Dieser Vergleich liesse sich auch in Bezug auf die Wärme durchführen.

Zur Herbeiführung der Dunkelstarre ist keineswegs absolute oder eine sehr tiefe Finsterniss nöthig; die Dunkelstarre tritt vielmehr auch dann ein, wenn eine Mimose einige Tage lang der mangelhaften Beleuchtnng ausgesetzt bleibt, wie sie im Innern eines gewöhnlichen Zimmers, entfernt von den Fenstern herrscht. Sowie die Kältestarre also schon bei ziemlich hoher Temperatur eintritt, die der Mensch noch keineswegs als Kälte empfindet, so genügt auch ein Lichtgrad, der dem Auge noch erlaubt kleine Schrift anhaltend zu lesen, um die Dunkelstarre bei *Mimosa* zu erzeugen.

Ausserdem, dass Licht und Finsterniss bei längerer Wirkung einen beweglichen oder unbeweglichen Zustand produciren, wirken beide aber auch noch als Reize auf die beweglichen Organe. Vorausgesetzt, dass die Bewegungsorgane sich nach hinreichender Beleuchtung in beweglich reizbarem Zustande befinden, bewirkt jede plötzliche Verdunkelung eine ganze oder theilweise Schliessung der Blättchen, jede Steigerung der Lichtintensität aber ein mehr oder minder vollkommenes Auseinanderschlagen, oder wenn man lieber will, eine mehr oder

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0468-1

minder vollkommene Tagstellung der periodisch beweglichen Blättchen; Steigerung und Minderung der Lichtintensität wirken also als Reize im entgegengesetzten Sinn, während jede Erschütterung eine Stellung bewirkt, wie sie durch plötzliche Verdunkelung bestimmt wird. In dieser Wirkung des Lichts und der Dunkelheit liegt die richtige Deutung einer lange verkannten Beziehung des Lichts zu den periodischen Bewegungen begründet. Da das periodische Oeffnen und Schliessen der Blätter mit dem periodischen Wechsel von Licht und Nacht mehr oder minder Hand in Hand geht, so folgerte man, dass dieser Wechsel der Beleuchtung die Ursache der periodischen Bewegung sei. Allein es steht fest, dass die periodischen Bewegungen auch bei constanter Finsterniss und bei constantem Licht stattfinden; daraus folgt bestimmt, dass der Wechsel von Licht und Finsterniss nicht die Ursache der periodischen Bewegung ist, obgleich er das Zeitmass derselben bestimmt. Die Geschwindigkeit der periodischen Bewegung ist im Finstern oder bei constantem Licht eine andere als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Der regelmässige Wechsel von Tag und Nacht nimmt also Einfluss auf die innere periodische Bewegung der Pflanzen; die Aufhellung am Morgen wirkt als direkter Reiz, der die Blätter beständig in der Tagstellung festhält; die Verminderung des Lichts am Abend oder früher dagegen wirkt als Reiz, der die Nachtstellung nach sich zieht.

Der Einfluss des Lichts auf die Beweglichkeit ist also ein überaus vielseitiger. Folgendes Schema dürfte vielleicht dazu beitragen, das allgemeine Gesetz in der grossen Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen hervortreten zu lassen:

I. Unbeweglicher Zustand, Dunkelstarre, hervorgebracht durch dauernde Dunkelheit.
- a) keine Reizbarkeit durch Erschütterung,
- b) keine Reizbarkeit für Lichtwechsel,
- c) keine freiwillig periodische Bewegung.

II. Ueberführung des unbeweglichen in den beweglichen Zustand durch dauernde Beleuchtung.

III. Beweglicher Zustand, hervorgebracht durch dauernde Beleuchtung.
- a) Reizbarkeit für Erschütterung.
- b) Rascher Wechsel der Beleuchtung wirkt als Reiz:

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0469-9

α. Steigerung des Lichts bewirkt Tagstellung,
β. Minderung des Lichts bewirkt Nachtstellung.

c) Der Wechsel von Tag und Nacht bewirkt in Folge von b) ein bestimmtes Zeitmass der periodischen Bewegung.

d) Bei constanter, aber nicht zu lange dauernder Dunkelheit finden freiwillig periodische Bewegungen statt, die weder durch Lichtwechsel noch durch Temperaturwechsel bedingt sind; bei zu lange andauernder Dunkelheit hören diese Bewegungen auf, weil die Pflanze in einen neuen Zustand verfällt, d. h. dunkelstarr wird.

e) Bei constanter Beleuchtung findet ebenfalls freiwillig periodische Bewegung statt.

Nachweisungen.

Dass die periodischen Bewegungen der Mimose auch bei tagelang anhaltender Finsterniss stattfinden, wurde schon von Du Hamel berichtet [1]) und von De Candolle bestätigt [2]). Letzterer zeigte auch, dass die Mimose bei constanter Beleuchtung periodische Bewegungen macht, dass sich die periodischen Bewegungen von *Oxalis incarnata* und *stricta* weder durch Licht noch durch Dunkelheit ändern. Ich zeigte früher, dass auch *Phaseolus* im Finstern fortfährt, die Blättchen auf und abzuschlagen, dasselbe habe ich auch bei *Trifolium incarnatum* und *pratense*, bei *Oxalis acetosella* und *Acacia lophantha* beobachtet. Es ist für den Augenblick gleichgiltig, ob die Bewegungen genau dieselben sind, wie unter dem gewöhnlichen Einfluss von Tag und Nacht; genug, dass sowohl bei constanter Finsterniss als bei constantem Licht überhaupt eine periodische Bewegung stattfindet. Es ist bekannt, dass die Bewegungen bei *Hedysarum gyrans*, so lange nur die Temperatur günstig ist, in gleicher Weise bei Tage und bei Nacht stattfinden und diese Bewegungen sind von anderen periodischen Bewegungen doch wohl nur durch die Geschwindigkeit verschieden. Alle diese Thatsachen zeigen, dass ganz unabhängig vom Wechsel der Beleuchtung wiederholte Bewegungen stattfinden. Dass ebenso die Reizbarkeit der *Mimosa pudica* im Finstern längere Zeit besteht, ist bekannt; Cohn fand die Blätter von *Oxalis acetosella* noch nach dreitägiger

1) Phys. des arb. 1758 p. 158, 159.
2) Pfl. Physiol. II. p. 640, übersetzt von Röper.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0470-0

Finsterniss reizbar, welche Angabe ich nach eigenen Beobachtungen bestätigen kann.

Die periodische Bewegung bei constanter Beleuchtung oder bei constanter Finsterniss ist aber nicht dieselbe wie unter gewöhnlichen Verhältnissen bei dem Wechsel von Tag und Nacht. De Candolle fand, dass die periodische Bewegung bei *Mimosa* unter constanter Beleuchtung rascher wurde, aus meinen unten mitzutheilenden Beobachtungen wird man erfahren, dass dasselbe bei constanter Finsterniss erfolgt. Auch die periodischen Bewegungen bei *Oxalis*, *Acacia*, *Trifolium* nahmen einen anderen Gang an, als gewöhnlich. Aus diesen Thatsachen folgt ohne Weiteres, dass der Wechsel von Tag und Nacht einen Einfluss auf den Gang der periodischen Bewegung ausübt, da die Blätter regelmässig am Morgen die Tagstellung, am Abend die Nachtstellung einnehmen, wenn sie dem Wechsel von Tag und Nacht ausgesetzt sind. Dieser Einfluss von Tag und Nacht muss als ein direkter Reiz aufgefasst werden, den der Wechsel der Lichtintensität auf die beweglichen Organe ausübt. Es ist durch unzählige Versuche bekannt, dass jede plötzliche Verdunkelung eines periodisch beweglichen Blattes die Nachtstellung, jede plötzliche Beleuchtung die Tagstellung erzeugt, was doch gewiss als Reizerscheinung bezeichnet werden darf. Aus dieser Thatsache zusammengehalten mit der vorigen, dass die Periode bei constanter Anwesenheit oder Abwesenheit des Lichts eine andere wird, folgt bestimmt, dass die periodische Bewegung so, wie sie unter gewöhnlichen Verhältnissen auftritt, durch einen auf Lichtwechsel beruhenden Reiz geregelt wird.

Das bisher Gesagte lässt sich nun in dem Satz zusammenfassen: die periodische Bewegung an sich ist nnabhängig von dem Wechsel der Beleuchtung, aber die periodische Bewegung in dem Zeitmass, wie sie unter gewöhnlichen Verhältnissen auftritt, wird durch den Lichtreiz bestimmt. Dieser Satz erleidet aber Ausnahmen: bei *Hedysarum gyrans* ist die periodische Bewegung auch unter gewöhnlichen Verhältnissen vom Licht ganz unabhängig, eine Tag- und Nachtstellung kann hier nicht unterschieden werden, weil die Oscillationen in kurzen Intervallen bei Tag und Nacht stattfinden. Man könnte, wie ich glaube, mit einiger Wahrscheinlichkeit, diese Thatsache so ausdrücken, dass hier der regulirende Lichtreiz zu schwach ist, um die heftigen und rasch wirkenden inneren Bewegungsursachen zu bewältigen. Schwieriger ist es, sich bei *Oxalis acetosella* zu orientiren: hier

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0471-6

bringt direktes Sonnenlicht die Nachtstellung hervor, wirkt also scheinbar wie plötzliche Verfinsterung, während diffuses Tageslicht (Schatten) die Tagstellung producirt; ich glaube, man kann diess Verhalten auf jeden Fall als eine grosse Reizbarkeit für Lichtwechsel bezeichnen; es ist aber unerklärlich, warum erst eine Zunahme des Lichts die Tagstellung, eine noch stärkere Zunahme desselben die entgegengesetzte producirt.

Das Verhältniss des Lichtreizes zu den in der Pflanze periodisch thätigen Kräften kann überhaupt ein sehr verschiedenes sein, wie aus De Candolle's Versuchen hervorgeht; bei *Mimosa* gelang es ihm, die tägliche Periode umzukehren, indem er künstlich Tag und Nacht umkehrte; man kann diese Thatsache so ausdrücken: bei *Mimosa* ist der Lichtreiz stärker als die periodisch wirkende Kraft; dagegen gelang es ihm nicht, bei *Oxalis incarnata* und *stricta* durch Lichtwechsel eine Veränderung der täglichen Periode zu erzielen, eine Thatsache, die man auch so ausdrücken kann, es sei bei diesen Pflanzen die innere periodisch wirkende Kraft viel stärker als der Lichtreiz. Die Stellung der periodisch beweglichen Blätter zu irgend einer Tageszeit lässt sich auffassen als die resultirende aus zweierlei Kräften, deren eine die in der Pflanze thätige periodische Bewegung, deren andere den Lichtreiz vermittelt.

In dem Vorstehenden habe ich über den Einfluss des Lichts weder neue Thatsachen noch wirkende Ursachen dargelegt, mein Wunsch ist es hier aber auch nur, die sehr verschiedenen Thatsachen einmal so zu ordnen, dass sie sich unter wissenschaftlich brauchbare Ausdrücke bringen lassen; sowie eine algebraische Formel erst dann gelöst werden kann, wenn die Zeichen richtig geordnet sind, so müssen auch die Erscheinungen erst gehörig gruppirt werden, bevor die versteckte Ursache derselben zu finden ist.

Alle bis hierher genannten Erscheinungen sind nun aber nur die Kennzeichen Eines Zustandes der beweglichen Organe, nämlich des Zustandes, in welchem sie thatsächlich beweglich sind, und die im Folgenden mitzutheilenden Thatsachen zeigen, dass dieser bewegliche Zustand eine Folge dauernder Lichtwirkung ist; diess mit dem Vorigen zusammengehalten ergiebt dann den Satz: das Licht bewirkt den beweglichen Zustand, in diesem sind die betreffenden Organe auch ohne gleichzeitigen Lichteinfluss beweglich und ferner wirkt plötzlicher Lichtwechsel auf den beweglichen Zustand als Bewegungsreiz.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0472-2

Die ersten bestimmten Angaben, welche zu der Folgerung führen, dass dauernde Lichtwirkung die Ursache des beweglichen Zustandes ist, rühren von Dutrochet her, dessen Auseinandersetzungen über diesen Gegenstand vielleicht zu dem Besten gehören, was er geleistet hat. Seine Versuche führten ihn zu dem Satz [1]), es genüge, die Sensitive des Lichteinflusses zu berauben, um ihr die Bedingungen ihrer Beweglichkeit zu nehmen, und unter dem Einfluss dieses Agens gewinne sie auch von Neuem diese Bedingungen, nachdem sie dieselben verloren hatte, und ferner (p. 559 a. a. O.) werde die *Mimosa* (indem man sie durch Verdunkelung ihrer Beweglichkeit beraubt), zu dem Modus der Existenz anderer Pflanzen (végétaux vulgaires) übergeführt, d. h. sie bewegt alsdann ihre Blätter nicht mehr unter dem Einfluss mechanischer Reize u. s. w. Als er eine Mimose bei 20—25° R. (25—31,2° C.) in einem finstern Raume stehen liess, machte sie drei Tage lang periodische Bewegungen, die Blättchen hatten dann ihre Reizbarkeit verloren, während die Stielpolster noch reizbar waren. Am vierten Tage bewegten sich noch die Blattstiele, wenn man sie reizte; am fünften Tage war alle Beweglichkeit verschwunden. Als er diese dunkelstarr gewordene Pflanze dem Sonnenlicht aussetzte, breiteten sich die Blättchen in kruzer Zeit aus und nach zwei Stunden waren sie reizbar für Erschütterung; nach 2½ Stunden fingen auch die Stiele an, sich beweglich zu zeigen und im Laufe des Tages erhielt die Mimose ihre ganze Beweglichkeit wieder. Als er den Versuch bei 22—24° R. (27,5—30° C.) wiederholte, verlor die Sensitive ihre Beweglichkeit binnen 4½ Tagen. Bei diesem zweiten Versuch war die mittlere Temperatur etwas höher und die Zeit bis zum Eintritt der Dunkelstarre etwas kürzer. Dieser Einfluss der Temperatur machte sich im gleichen Sinn geltend, als er eine Pflanze bei 14—20° R. (17,5—25° C.) im Finstern stehen liess, wo erst nach zehn Tagen die Beweglichkeit völlig verschwand. Während bei dem ersten Versuch der Wiedereintritt der Beweglichkeit unter dem Einfluss des direkten Sonnenlichtes schon nach wenigen Stunden erfolgte, bedurfte es fünf Tage, bevor unter dem Einfluss diffusen Tageslichts [2]) die ganze Beweglichkeit der letztgenannten Pflanze wieder eintrat. Ferner: bei 13—17° R. (16,2—21,2° C.) bedurfte es 11 Tage; bei

1) Mém. pour serv. à l'hist. de végét. et des anim. I. p. 555.
2) Im Schatten eines Gebäudes im Freien

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0473-8

10—15° R. (12,5—18,7 C.) dauert es 15 Tage bis zum Verschwinden aller Beweglichkeit; dabei verlor die Pflanze viele Blättchen, die noch übrigen aber erlangten am Licht nach 7 Tagen ihre Beweglichkeit wieder.

Bei völliger Verdunkelung verschwindet also der bewegliche Zustand um so rascher, je höher die Temperatur ist, und der bewegliche Zustand tritt später um so schneller wieder ein, je intensiver das Licht auf die dunkelstarr gewordene Pflanze wirkt. Die Blättchen verlieren im Finstern ihre Beweglichkeit eher als die Stiele, und gewinnen sie wieder früher als diese, die jungen Blätter gewannen ihre Beweglichkeit eher als die alten, die ersten Anzeichen der wieder erwachenden Beweglichkeit machen sich durch Schlaf und Wachen geltend, erst dann tritt auch die Reizbarkeit durch Erschütterung wieder ein [1]).

Meine Versuche bestätigen im Wesentlichen die Angaben Dutrochets, zeigen aber, dass Nebenumstände, die sich nicht immer erkennen lassen, auf die Zeitverhältnisse grossen Einfluss nehmen. Der Hauptsache nach treten aber die von Dutrochet gefundenen Erscheinungen auch bei anderen reizbaren und periodisch beweglichen Pflanzen ein. Ich lasse zunächst meine

Beobachtungen über die Dunkelstarre der *Mimosa pudica*

folgen. Die täglich oft wiederholten Beobachtungen zeigen, was Dutrochet übersah, dass im Finstern die periodische Bewegung eine beständige ist, indem die Blättchen von Stunde zu Stunde ihre Stellung ändern.

Um eine tiefe Verdunkelung zu erzielen, wurden die Pflanzen in einen geräumigen, gut verschliessbaren Schrank gestellt, dessen Thür sich so leicht öffnete, dass bei den oft wiederholten Beobachtungen eine Erschütterung leicht zu vermeiden war.

---

1) p. 559 a. a. O.

(Fortsetzung folgt.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0474-4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: 46

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: Die vorübergehenden Starre-Zustände periodisch beweglicher und reizbarer Pflanzenorgane 465-472