Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XV. Band. 1. Januar 1895. **Nr. 1.**

Inhalt: **Möbius**, Ueber einige an Wasserpflanzen beobachtete Reizerscheinungen. — **Blochmann**, Ueber freie Nervenendigungen und Sinneszellen bei Bandwürmern. — **Nusbaum**, Zur Anatomie und Systematik der Enchytraeiden. — **Wasmann**, Die biologische Litteratur über die Käfer Europas, von 1880 an. Mit Nachträgen aus früherer Zeit und einem Larvenkataloge von Mathias Rupertsberger. — Nachtrag zur Notiz von Schimkewitsch über die exkretorische Thätigkeit des Mitteldarmes der Würmer.

Ueber einige an Wasserpflanzen beobachtete Reizerscheinungen.

Von **M. Möbius** in Frankfurt a. M.

Im Wasser untergetaucht wachsende Phanerogamen, wie *Elodea*, sind bisher vielfach in der chemischen Physiologie, besonders zu Versuchen über die Assimilation, benutzt worden, hingegen ist die Physiologie des Wachstums und der Bewegungserscheinungen an ihnen noch wenig untersucht worden. Ich will nun hier einige in dieser Richtung angestellte Untersuchungen mitteilen, zu denen mich gelegentliche Beobachtungen an *Ceratophyllum demersum* geführt haben. Die meisten wurden an der genannten Pflanze ausgeführt und deswegen soll sich auch mit ihr allein das erste Kapitel beschäftigen.

I. Die Wirkungen der Dunkelheit auf *Ceratophyllum*.

Lässt man abgeschnittene, im Wasser aufrecht schwimmende Sprosse von *Ceratophyllum demersum* einige Tage lang im Dunkeln stehen, so haben sie nach Ablauf dieser Zeit ein auffallend verändertes Aussehen gewonnen: Die Internodien haben sich bedeutend verlängert und die bei normalem Wachstum aufwärts gerichteten Blätter haben sich nach unten geschlagen, ebenso sind die Seitenzweige abwärts gebogen. Wenn wir diese Erscheinungen im Einzelnen betrachten wollen, so empfiehlt es sich, zunächst die im Dunkeln eintretende Verlängerung der Sprosse zu untersuchen.

1. Am 11. August wurden 2 Sprosse aufgestellt, der eine H an einem nach Westen gerichteten, also der Nachmittagssonne ausgesetzten Fenster, der andere D in einem Schrank, in dessen Inneres bei geschlossenen Thüren kaum Licht eindringen konnte. Die Messungen ergaben folgendes:

August 1894	H	D
„ 11.	10,0 cm	15,0 cm
„ 13.	10,5 „	17,5 „
„ 14.	10,5 „	18,3 „
„ 15.	11,0 „	19,5 „
„ 18.	11,0 „	21,0 „

Während sich also H in 7 Tagen nur um 1 cm, d. i. 10 % seiner ursprünglichen Länge verlängert hat, ist D in derselben Zeit um 6 cm d. i. 40 % gewachsen, jedenfalls eine ganz auffallende Zunahme in so kurzer Zeit. Die starke Verlängerung des Dunkelexemplars D beruht nun nicht auf einem Zuwachs von der Spitze aus, sondern, wie schon oben angedeutet, auf einer Streckung der Internodien, besonders derer im unteren Teil des Stengels. An dieser Stelle haben sich die Internodien während der angegebenen Zeit um die Hälfte ihrer ursprünglichen Länge, nämlich von 1 auf 1,5 cm gestreckt. Als das Exemplar D am 18. August wieder ans Licht gesetzt worden war, trat anfangs keine weitere Streckung ein, sondern erst nach 2 Tagen: Die Länge des Sprosses betrug nämlich am 20. August 21,0 cm

„ 21.	„	22,0 „ [1])
„ 25.	„	22,5 „
„ 27.	„	23,5 „
„ 31.	„	23,5 „

In der Zeit vom 21. bis 27. August ist also noch eine Streckung eingetreten, die größer ist, als bei einem gleichmäßig am Licht verweilenden Exemplar zu erwarten sein würde, sie kann möglicherweise noch als eine Nachwirkung der vorhergehenden Verdunkelung angesehen werden, während der Stillstand in den Tagen vom 18. bis 20. vielleicht auf die durch den Beleuchtungswechsel eingetretene Störung im allgemeinen Befinden der Pflanze zurückgeführt werden kann.

Unterdessen ist das Exemplar H bis zum 23. August nicht weiter gewachsen, an welchem Tage es ins Dunkle gestellt wird. Hier ergeben sich folgende Zuwachsverhältnisse:

25. Aug.	11,0 cm	29. Aug.	17,0 cm
27. „	13,0 „	30. „	17,9 „
28. „	15,5 „	31. „	18,5 „

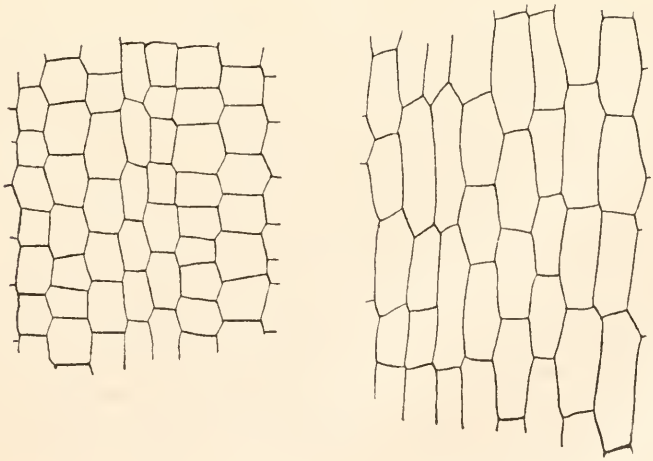
Im Verlauf von 6 Tagen hat sich also der verdunkelte Spross um 7,5 cm, fast 70 % seiner ursprünglichen Länge gestreckt. Dass die

1) Die unteren Internodien haben sich bereits auf 2 cm gestreckt.

Streckung nicht gleich nach der Verdunkelung, wie bei dem ersten Exemplar D eintrat, ist vielleicht darauf zurückzuführen, dass das längere Zeit im kleinen Glaszylinder gehaltene Exemplar nicht mehr so kräftig und reizempfänglich war, als das andere frisch dem größeren Kübel entnommene.

Die Erscheinung, dass im Dunklen ein stärkeres Längenwachstum erfolgt, als am Licht, nimmt uns nicht weiter Wunder, da ja ganz allgemein dem Licht ein verzögernder Einfluss auf das Längenwachstum der Pflanzen zugeschrieben wird. Indessen sind die Verhältnisse hier doch etwas andere, als bei im Boden wurzelnden und an der Luft wachsenden Pflanzen. Denn bei diesen pflegen die unter der Endknospe neugebildeten Internodien im Dunklen sich länger zu entwickeln als am Licht, während bei *Ceratophyllum* eine nachträgliche Streckung der älteren Internodien und zwar in sehr bedeutendem Maße stattfindet. Es ist von vornherein wahrscheinlich, dass diese Streckung auf einer Verlängerung der Zellen beruht, allein es ist auch nicht ausgeschlossen, dass die Dunkelheit die Zellteilung begünstigt und die Einschiebung neuer Zellen, natürlich mit gleichzeitigem Zellwachstum, die Verlängerung der Internodien bewirkt. Die mikroskopische Prüfung ergibt nun keinen Anhalt für die letztere Annahme, sondern bestätigt durchaus die erstere. Die beiden untenstehenden Figuren (Fig. 1) zeigen dies am besten: sie stellen ein Stück Epidermis von oben gesehen dar aus der Mitte des deutlich unterscheidbaren 15. Internodiums genommen, A von einer am Licht wachsenden Pflanze, B von einer verdunkelten. Das betreffende Internodium der ersteren Pflanze war 4 mm, das der letzteren 10 mm lang. Die Zellen bei A sind annähernd quadratisch, 20—40 μ lang, die bei B sind durchschnittlich doppelt so lang wie

Fig. 1.



A *B*

breit, 50—95 μ lang. Das beweist uns also, dass unter dem Einfluss der Dunkelheit die Zellen eine bedeutende Streckung erfahren, welche sich in einer auffallenden Verlängerung der Internodien und des ganzen Sprosses bemerkbar macht.

Um nun zu untersuchen, ob schon eine Lichtentziehung in geringerem Grade eine starke Beschleunigung des Wachstums verursacht, wurde am 3. September ein 5,7 cm langer Spross in ein Glas gesetzt, welches von einer dunklen Hülle umgeben war, aber am Fenster stand, so dass ziemlich viel Licht von oben einfallen konnte. Der Zuwachs war jetzt ein geringer, wie folgende Tabelle zeigt:

3. September	5,7 cm		8. September	6,4 cm
5. „	6,2 „		10. „	6,5 „
6. „	6,3 „		12. „	6,5 „
7. „	6,4 „		14. „	6,6 „

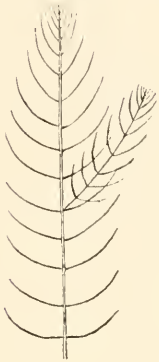
Da gerade in den ersten Septembertagen auffallend kühles Wetter war, so ist zu vermuten, dass die Temperatur hierbei auch eine Rolle spielt; genauere Beobachtungen habe ich in dieser Hinsicht nicht angestellt. In seinem Habitus hat sich der zuletzt erwähnte Spross nicht verändert, während in völliger Dunkelheit, wie schon erwähnt, die Pflanzen ein ganz anderes Aussehen erlangen. Diese Verhältnisse wollen wir jetzt etwas näher betrachten.

2. Im normalen Zustand, am Licht, sind die Blätter und Seitenzweige in einem Bogen aufgerichtet, so dass beide Spitzen in ziemlich derselben Richtung wie die Spitze des Hauptsprosses stehen (Fig. 2). Nach mehrtägiger Verdunkelung sind an dem aufwärts stehenden Spross dessen Blätter und Seitenzweige nach unten gebogen (Fig. 3). Die Blätter biegen sich an ihrer Insertionsstelle so weit um, dass sie sich im unteren Teil mit der Unterseite fast dem Stengel anlegen oder ihm parallel nach unten gerichtet sind, während ihr oberer Teil vom Stengel absteht, so dass die Spitzen schräg nach unten stehen. Die Seitenzweige beschreiben in ihrem basalen Teil einen kurzen nach unten offenen Bogen und ihre Spitze ist nach unten gerichtet. Die Blätter der Seitenzweige aber ändern ihre Lage nicht, sind folglich in einem Bogen der Spitze ihrer Tragaxe zugewendet. Die Blätter der Seitenzweige behalten also ihre normale Stellung in Bezug auf ihre Axe, während wir die eben geschilderte Stellung der Blätter und Seitenzweige der Hauptaxe als Dunkelstellung bezeichnen können. Untersucht man die in dieser Stellung befindlichen Blätter genauer, so zeigt sich, dass sich ihr basaler Teil gestreckt hat und zwar dessen obere Seite stärker als die untere. Das Blatt von *Ceratophyllum* besitzt nämlich eine Art von Stiel, der sich dadurch von der Blattspreite abhebt, dass er etwas schmäler als dieser ist und dass seine Epidermis nur wenig Chlorophyll enthält, während weiter oben gerade diese Zellschicht das chlorophyllreichste Gewebe ist. Bei den normal wachsen-

den Pflanzen wenig auffallend, wird der Stiel des Blattes deutlich, wenn man das Blatt gegen das Licht hält, wobei er heller und mit

Fig. 3.

Fig. 2.



einer scharfen Querlinie gegen den oberen dunkleren Teil abgegrenzt erscheint. Die Epidermiszellen sind hier, von oben gesehen, annähernd rechteckig und durchschnittlich kürzer bis ebenso lang als breit. Untersucht man aber ein in Dunkelstellung befindliches Blatt, so findet man, dass die Epidermiszellen des Blattstiels sich beträchtlich gestreckt haben, so dass sie viel länger als breit geworden sind, und zwar auf beiden Seiten des Blattes. Es hat also zunächst in der Dunkelheit eine Streckung des Blattstiels stattgefunden, die der Streckung der Internodien unter denselben Verhältnissen entspricht; außerdem tritt Epinastie ein und durch diese wird das Blatt nach unten umgebogen. An den Seitenzweigen ist die Stelle, an welcher die Umbiegung erfolgt, nicht so genau zu bestimmen. Dass es sich bei der Dunkelstellung nicht um eine Abnahme des Turgors handelt, infolge deren

die Seitenzweige und Blätter dem Zug der Schwere folgend, umbiegen, zeigt schon eine Umkehrung der verdunkelten Pflanzen, wobei jene Organe nicht in die normale Lage zurückkehren. Man könnte nun wohl meinen, dass anfangs doch die Seitenzweige durch ihr eigenes Gewicht, besonders das der Endknospe heruntersinken und diese Stellung dann durch Wachstum fixiert würde, allein auch diese Annahme lässt sich leicht durch den Versuch widerlegen.

Der Versuch besteht darin, dass man die Pflanze in inverser Stellung ins Dunkele bringt. Dazu wird das obere Ende der Pflanze mit einem Faden an einem schweren Gegenstand, das untere Ende ebenso an einem Kork befestigt: Die Spitze ist also unten, die Basis oben. Von zwei auf diese Weise in Glasgefäßen aufgestellten Sprossen wurde der eine H, dem Lichte ausgesetzt, der andere D in den Dunkelschrank gebracht. Die Beobachtungen mit D begannen am 31. August. Am 3. September hatte sich von seinen Seitenzweigen der zweite (von der Spitze aus gezählt) in einem Bogen nach oben gerichtet, der erste und dritte waren in ihrem unteren Teil in einem flachen Bogen nach oben gekrümmt, während die Endknospen nach unten hingen, der vierte war noch nach unten gerichtet. Bereits am 5. Sept. aber waren die drei ersten Aeste auch mit ihren Endknospen nach oben gerichtet und begannen ihre Blätter nach unten umzuschlagen. Der Spross blieb bis zum 12. Sept. im Dunkeln und bis dahin waren die drei Seitenzweige gerade nach oben gestreckt, so dass ihr oberer Teil ziemlich in der Lothlinie einstand und die Blätter an demselben zurückgeschlagen waren, während die Blätter an der Hauptaxe sich nicht ganz zurückgeschlagen hatten sondern nur fast gerade von dem Stengel abstanden (s. Fig. 4). Der Spross hatte sich unterdessen von 13 cm auf 20 cm verlängert. Am 12. Sept. wieder ans Licht gebracht, begann er seine Zweige wieder in eine mehr schiefe Lage zu bringen, während sich die Blätter an diesen wieder in die Höhe richteten. Am 15. September war die Stellung so, dass die Axen der Seitenzweige mit der Horizontalen über derselben spitze Winkel von 20—45° und alle Blätter (abgesehen von denen der Endknospen) an Haupt- und Seitenspross mit ihren Tragaxen an der Basis ungefähr rechte Winkel bildeten. Die Blätter an den Seitenzweigen richteten sich dann noch etwas mehr in die Höhe und am 24. Sept., da eine weitere Veränderung nicht mehr eintrat, wurde der Versuch abgebrochen.

Vergleichen wir damit nun das Verhalten des Sprosses H, der am 6. Sept. am Licht invers aufgestellt wurde; er maß dabei 11 cm Länge. Schon am folgenden Tage begannen sich seine Blätter etwas nach oben zu biegen und die Seitenzweige bildeten einen größeren Winkel mit der Hauptaxe. Bis zum 21. Sept. blieb der Spross am Licht und veränderte sich dabei so weit, dass die meisten Blätter, abgesehen von denen der Endknospe in annähernd horizontaler Stellung

waren und von den Seitenzweigen der unterste und oberste abwärts gerichtet war, der zweite an der Spitze ganz und der dritte annähernd horizontal stand (Fig. 5). Als der Spross darauf ins Dunkle gesetzt wurde, richteten sich alle Aeste nach oben, wie es bei D der Fall war, und die Blätter der Seitensprosse schlugen sich zurück. Versuche mit einigen anderen Exemplaren hatten das gleiche Ergebnis.

Fig. 4.

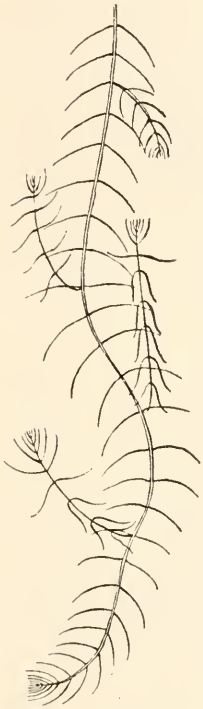
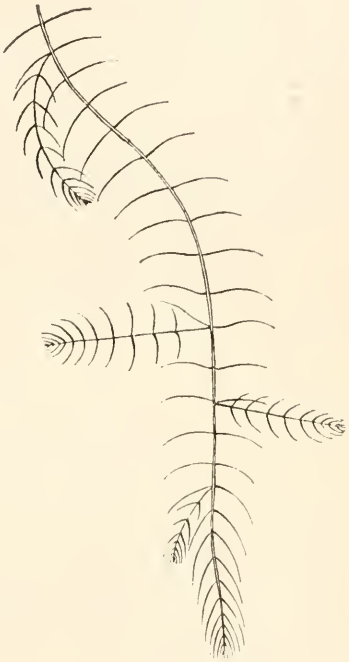


Fig. 5.



Um nun diese merkwürdigen Erscheinungen zu erklären, wollen wir uns zunächst an die verdunkelten Pflanzen halten. Beim Anblick der Fig. 4 wird man versucht sein, die Aufrichtung der Seitenzweige dem negativen Geotropismus zuzuschreiben, allein wenn man sich des Verhaltens derselben Organe bei normaler Stellung, wie es Fig. 3 zeigt, erinnert, wird man sogleich einsehen, dass davon nicht die Rede sein kann. Ja man wird sich sogar überzeugen, dass an den verdunkelten Pflanzen von geotropischen Krümmungen in dem Sinne, wie man sie sonst auffasst, überhaupt abgesehen werden muss, denn der Geotropismus könnte nicht dasselbe Organ einmal der Erde zu, das andere Mal in entgegengesetzter Richtung wenden.

Bestätigt wird unsere Annahme noch durch einen Versuch, bei welchem ein längerer Spross so befestigt wurde, dass der größte Teil des Hauptsprosses in horizontaler Stellung verharrte. Die Endknospe

hing dabei schief nach unten und zwei Seitenäste nicht weit von derselben befanden sich in horizontaler Richtung. Das basale Ende der Hauptaxe war nach oben gekrümmt. Während der Dauer des Versuches (vom 3.—13. Okt.) trat keine weitere Veränderung ein, als dass die Blätter des Hauptsprosses an seinem aufwärts gerichteten basalen Ende sich aus der Neigung nach unten etwas mehr horizontal stellten.

Der Geotropismus kann also nicht für die in den früheren Versuchen bei verdunkelten Pflanzen eintretenden Krümmungen verantwortlich gemacht werden. Wärme, Feuchtigkeit, chemische Wirkung (etwa des Sauerstoffs der Luft) können hier ebenso wenig in Betracht kommen. Es bleibt nur übrig anzunehmen, dass die Richtungsänderungen der Seitenzweige und Blätter im Dunkeln durch den Einfluss der dieselbe tragenden Organe hervorgerufen werden, dass also die Hauptaxe die Richtung ihrer Blätter und Seitenzweige und diese letztere wieder die ihrer Blätter beeinflusst. Man kann sich das vielleicht so vorstellen, als ob der basale Teil der Tragaxe eine Anziehung auf die Seitenorgane ausübte. Für diese Auffassung sprechen die folgenden Versuche.

Das eine Mal wird von einem Spross, der einen Seitenzweig trägt, der Gipfel soweit abgeschnitten, dass über der Insertion des Seitenzweiges nur noch ein Knoten stehen bleibt, und nun wird der Spross in inverser Stellung ins Dunkele gebracht. Auch jetzt beginnt der Seitenzweig sich aufzurichten und steht nach acht Tagen mit seinem Gipfel senkrecht aufwärts, zugleich beginnen die Blätter an ihm sich zurückzuschlagen. Das andere Mal wird von einem Spross der untere Teil dicht unter der Insertion des Seitenzweiges weggeschnitten und nun findet bei inverser Stellung im Dunkeln keine Aufrichtung des Seitenzweiges statt.

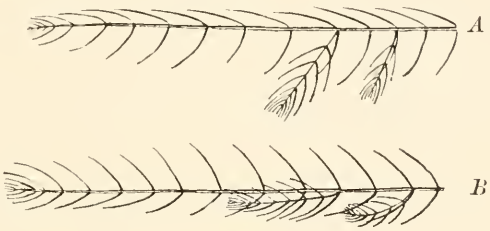
In welcher Weise sich die einzelnen Organe bei der Dunkelstellung verhalten, können wir in folgende drei Sätze zusammenfassen:

1) Auf die Seitenzweige übt die Hauptaxe eine Wirkung aus, die sich darin äußert, dass die ersteren sich der Basis der letzteren zubiegen, wenn diese selbst eine vertikale Richtung einnimmt, mag dann die Basis nach unten oder oben gekehrt sein, aber nicht, wenn sie sich in horizontaler Lage befindet.
2) Auf ihre Blätter übt die Hauptaxe eine gleiche Wirkung wie auf ihre Seitenzweige aus, nur dass diese Wirkung bloß halb zur Geltung kommt, wenn jene invers gerichtet ist.
3) Die Seitenzweige bewirken, dass sich die Blätter nach deren Basis umbiegen aber nur wenn sie vertikal stehen und zwar mit der Basis nach unten.

Dass diese Stellungsänderungen durch die Dunkelheit hervorgerufen werden, ist eine Sache für sich, auf die wir später noch ein-

zugehen haben. Es ist jetzt nur noch mit einigen Worten zu erklären, wodurch das Aufrichten der Seitenzweige und Blätter bei invers gehaltenen Sprossen am Licht erfolgt. Dass die Schwerkraft keine Richtungsbewegungen bei *Ceratophyllum* hervorruft, haben wir an den Dunkelexemplaren gesehen, dass sie aber etwa nur bei beleuchteten Pflanzen wirken sollte, ist nicht anzunehmen: folglich kann die Aufrichtung nicht durch negativen Geotropismus erfolgen. Dass der basale Teil der Hauptaxe eine Anziehung auf die Seitenzweige und Blätter am Licht nur bei inverser Stellung ausübt, ist auch unwahrscheinlich und es wäre dann zu erwarten, dass die Anziehung auch ein volles Aufrichten der Seitenzweige bewirkte. Somit können wir die bei inversen Sprossen eintretende Stellungsänderung der Blätter und Seitenzweige nur durch ihren positiven Heliotropismus erklären, eine Annahme, die durch das Verhalten der am Licht horizontal aufgestellten Sprosse bestätigt wird.

Fig. 6.



Am 3. Okt. wurden 2 Sprosse am Licht so aufgestellt, dass ihre Hauptaxen sich in horizontaler Richtung befanden. Bei dem einen bildeten zu Beginn des Versuches die Blätter auf der oberen Seite des Hauptsprosses einen viel kleineren Winkel mit seiner Axe als die auf der unteren Seite und die beiden Seitenzweige waren schräg nach unten geneigt (Fig. 6 *A*). Allmählich begannen nun die Blätter auf der oberen Seite sich aufzurichten und die Seitenzweige sich zu erheben und als am 13. Okt. der Versuch abgebrochen wurde, bildeten sogar die Blätter auf der unteren Seite des Sprosses einen kleineren Winkel mit seiner Axe als die auf der oberen, die Seitenzweige standen ziemlich horizontal (Fig. 6 *B*). An dem anderen Spross trat während derselben Zeit keine so bemerkenswerte Veränderung ein, da die Seitenzweige von Anfang an schräg aufwärts gerichtet waren und die Blätter anfangs die normale Richtung hatten, aber auch hier legten sich die auf der unteren Seite mehr dem Stengel an.

Ein Aufrichten der Gipfelknospe am Hauptspross ist nicht zu bemerken, nur eine schwache Ablenkung derselben nach dem Fenster zu trat bei dem einen Spross ein. Offenbar ist die Pflanze überhaupt nur schwach heliotropisch. Der Heliotropismus genügt ja auch nicht, um an den invers gestellten Sprossen die Blätter und Seiten-

zweige ganz nach oben zu richten, zumal da sich die Blattstiele und Internodien nicht so strecken wie im Dunkeln und demgemäß weniger biegungsfähig sind. Wenn nun Stengel und Blätter von *Ceratophyllum* keine geotropischen sondern nur heliotropische Krümmungen am Lichte ausführen, so würde die Pflanze in dieser Hinsicht mit den Meeresalgen übereinstimmen, deren Wachstumsrichtungen wenigstens nach Berthold[1]) keine Beziehungen zur Richtung der Schwerkraft, wohl aber zu der des Lichtes zeigen. Wir können also das Ergebnis unserer Beobachtungen an *Ceratophyllum* dahin zusammenfassen, dass die Pflanze in mäßiger Weise positiv heliotropische Bewegungen ausführt, dass sie aber durch Entziehung des Lichtes zu eigentümlichen Bewegungen ihrer Organe veranlasst wird, dass diese Bewegungen von den Mutteraxen an den betreffenden Seitenorganen hervorgerufen werden und dass dabei die Stellung, in der sich die Mutteraxen in Bezug auf oben und unten befinden, von Einfluss ist.

3. Wir haben jetzt die empirisch gefundenen Verhältnisse vom theoretischen Standpunkte aus zu betrachten. Dass die Zweige und Blätter der Pflanze positiv heliotropisch sind, aber nur schwache Krümmungen in diesem Sinne ausführen, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Dagegen ist es bemerkenswert, dass die Verdunkelung eine Stellungsänderung herbeiführt, welche nicht zu den nyctitropischen Bewegungen zu rechnen ist. Denn sie tritt nicht im normalen Leben der Pflanze und nicht periodisch ein, sondern sie tritt erst bei länger andauernder Verdunkelung ein, sowie sie auch erst nach längerer Beleuchtung wieder rückgängig gemacht wird und zwar nicht einmal vollständig. Wir haben hier also den Vorgang zu beobachten, dass die Dunkelheit einen Reiz auf die Pflanzen ausübt, infolge dessen sie die beschriebenen Bewegungen ausführen. Man könnte nun wohl sagen, dass die Dunkelheit, als Abwesenheit von Licht etwas Negatives sei, dass aber ein Negatives nicht als Reizwirkung betrachtet werden kann. So steht es aber mit der Dunkelheit nicht, sondern sie ist die Entziehung eines der wichtigsten Lebensbedürfnisse für die Pflanze und infolge dessen ebenso wirksam wie der Hunger auf den Menschen. Zudem wissen wir aus den Erscheinungen des Etiolements, dass die Dunkelheit als Reiz auf die Pflanzen wirkt: dass es nicht möglich ist, diese Erscheinungen anders denn als Reizwirkungen aufzufassen, hat auch Frank in seinem neuen Lehrbuch (Band I S. 397) vollkommen deutlich erkannt und ausgesprochen. Beim Etiolement freilich sehen wir die Zweckmäßigkeit der Erscheinung ein, bei *Ceratophyllum* aber ist dieselbe nicht einleuchtend, mir wenigstens hat sich keine Erklärung dafür geboten, welchen Nutzen die genannte Pflanze aus ihrer Dunkelstellung zieht. Es ist sodann darauf aufmerksam zu machen, dass wir hier einen Fall haben von dem Einfluss, den

1) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XIII.

die Mutteraxe auf die Stellung ihrer Seitenorgane ausübt. In dieser Hinsicht schließen sich die Krümmungen der Organe von *Ceratophyllum* wohl am ersten an die nyctitropischen Bewegungserscheinungen an, welche sich gerade dadurch auch von den heliotropischen Krümmungen unterscheiden, dass die Bewegungen immer in einer Ebene ausgeführt werden, welche durch die Axe des Tragsprosses geht (conf. Sachs, Vorlesungen). Dass aber auch sonst, ohne den Einfluss des Beleuchtungswechsels die Stellung der Seitenorgane von der Mutteraxe beeinflusst wird, haben vor allem die Beobachtungen von Noll an den zygomorphen Blüten gezeigt, deren Bewegungen von ihm als exotropische beschrieben wurden. Die Richtigkeit der von Noll gemachten Beobachtungen und ihrer Erklärung ist neuerdings durch Meissner (Botan. Centralbl., Bd. 60, S. 1) bestätigt worden. Auch die von Noll kürzlich entdeckte Exotropie der Seitenwurzeln gehört hierher. Bei den Beobachtungen an *Ceratophyllum* fällt uns aber auf, dass sich Haupt- und Seitenspross in Beziehung auf das Zurückschlagen der Blätter nicht ganz gleich verhalten. Ein volles Zurückschlagen der Blätter findet außer an den aufrechtstehenden Hauptsprossen nur an denjenigen Seitensprossen statt, die bei inverser Stellung des Hauptsprosses ihre Spitze nach oben richten, während die bei normaler Stellung des Hauptsprosses hängenden Seitensprosse auch ihre Blätter hängen lassen. Bei dem invers gestellten Hauptspross dagegen weichen dessen Blätter doch so weit von ihrer gewöhnlichen Stellung ab, dass ihre Basis und Spitze in einer senkrecht auf die Sprossaxe stehenden Linie liegen, während der mittlere Teil einen flachen Bogen über dieser Linie bildet (conf. Fig. 5). Unter Umständen liegt auch die Spitze noch über der Insertionsstelle, manchmal unter derselben. Ich möchte den Grund dafür darin sehen, dass die Hauptsprosse, als die stärkeren, auch einen größeren Einfluss auf ihre Seitenorgane ausüben, dass sie also sogar bei inverser Stellung ihre Blätter aus der gewöhnlichen Lage abzubiegen vermögen, wozu die schwächeren Seitensprosse nicht im Stande sind: Diese können es nur thun, wenn sie selbst sich in einer normalen Lage befinden, aber nicht, wenn sie von dem Hauptspross so umgedreht werden, dass ihnen sozusagen das Blut in den Kopf steigen muss. Warum freilich die Hauptsprosse eine stärkere Wirkung in ihren Seitensprossen als in ihren Blättern erzielen, das bleibt noch unerklärt. Man könnte nur annehmen, dass sie leichter auf gleichartige Organe, also Stamm auf Stamm, als wie auf ungleichartige Organe, nämlich Stamm auf Blätter, wirken können.

Ganz besonders bemerkenswert ist nun noch der Umstand, dass sich in dem geschilderten ungleichen Verhalten der senkrecht und horizontal gerichteten Sprosse einerseits, der aufrecht stehenden und hängenden Seitenzweige andrerseits eine Empfindung der Pflanze für die Schwerkraft offenbart, die nicht der sonst bekannten geotropischen

Reizbarkeit entspricht, sondern eine Verschiedenheit in ihren anderen Lebensäußerungen bei ungleicher Lage bedingt. Die Schwerkraft wirkt demnach hier nicht in der Weise ein, dass etwa geotropische Krümmungen die durch die Dunkelheit bewirkten abändern, also in solcher Weise, wie beim Rhizom von *Adoxa* der negative Heliotropismus den Transversalgeotropismus beeinflusst, sondern nur so, dass sie die „Reizstimmung" gibt, dass also zur vollen Ausführung der Dunkelstellung das reizempfängliche Organ sich in einer bestimmten Richtung zur Wirkungsrichtung der Schwerkraft, nämlich der gleichen und auch in bestimmter Stellung in Beziehung auf oben und unten befinden muss. Es ist mir kein anderer Fall bekannt, in welchem so die Lage eines Pflanzenteiles maßgebend dafür ist, ob ein Reiz wirksam werden kann oder nicht. Auch lässt sich nicht wohl annehmen, dass die horizontale Lage überhaupt die Lebensthätigkeiten der Pflanze nachteilig beeinflusst und dadurch eine Art von Starre, eine „Lagestarre", hervorbringt, analog der Kältestarre, Dunkelstarre u. a., durch welche die Bewegungsfähigkeit gestört wird. Denn die schwimmenden Sprosse finden sich in Natur oft in horizontaler Lage, was ihnen jedenfalls nicht nachteilig ist, und für viel unnatürlicher müssen wir doch die inverse Stellung halten, bei welcher die durch den Reiz der Dunkelheit veranlassten Bewegungen von den Seitenzweigen ausgeführt werden. Vorläufig können wir also nur sagen, dass wir hier vor einer sehr wunderbaren Erscheinung stehen, welche vielleicht durch eingehendere Beobachtungen und weitere Versuche verständlicher werden wird.

Nach dem Abschluss meiner Arbeit wurde ich noch aufmerksam auf eine Arbeit von Rodier (Sur les mouvements spontanés et réguliers d'une plante aquatique submergée, le *Ceratophyllum demersum*), die als vorläufige Mitteilung in den Comptes rendus von Paris 1877, Tome 84, p. 961—963 erschienen ist; die hier versprochene ausführliche Abhandlung scheint nicht veröffentlicht worden zu sein. Verf. hat beobachtet, dass die Stengel von *Ceratophyllum* mit dem oberen Teile regelmäßige pendelartige Bewegungen ausführen, welche circa 26 Stunden brauchen, um zum Ausgangspunkte zurückzukehren. Mit diesen Nutationen ist auch eine Torsion verbunden. Verf. gibt an, dass das Licht keinen Einfluss auf diese Bewegungen hat; sie scheinen also mit den von mir beobachteten in keinem näheren Zusammenhange zu stehen. Interessant ist aber für uns, dass auch die Nutationen nur von den aufrecht stehenden, nicht von den horizontal schwimmenden Sprossen ausgeführt werden. Ferner erwähnt Verf. auch das Zurückschlagen der Blätter, aber nicht als Reizwirkung der Dunkelheit; er sagt nämlich nur: „Je dois ici rappeler que les rameaux du *Ceratophyllum* se présentent sous deux aspects différents: 1) Tantôt les

verticilles sont rapprochés, les entre-noeuds restant très-courts; 2) tantôt, les entre-noeuds s'allongeant, les verticilles s'écartent, les feuilles s'étalent peu à peu, forment avec l'axe un angle de plus en plus grand, et quelques-unes finissent par se renverser vers le bas du rameau". —

II. Die Wirkungen der Dunkelheit auf andere Wasserpflanzen.

An anderen Wasserpflanzen, welche mir gerade zugebote standen, wurden nur einige Versuche gemacht, um zu sehen, ob sich auch bei ihnen die eigentümlichen an *Ceratophyllum* beobachteten Erscheinungen im Dunkeln zeigen.

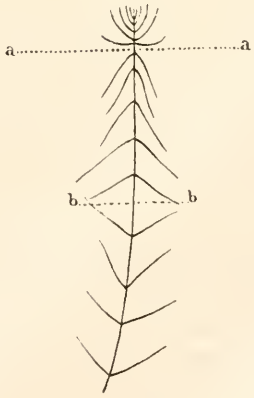
1) *Myriophyllum spicatum.* Die Myriophyllen sind bekanntlich den Ceratophyllen im Habitus ziemlich ähnlich und es ist bei ihnen am ersten das gleiche Verhalten zu erwarten. Von der genannten Art stand mir wenig brauchbares Material zur Verfügung, es genügte aber, um zu zeigen, dass im Dunkeln sowohl eine starke Streckung der Internodien als auch ein Zurückschlagen der Blätter eintritt. Ein Spross ins Dunkle gesetzt, zeigte folgende Aenderungen seiner Länge:

am	28.	August	5,5 cm
„	29.	„	6,0 „
„	30.	„	6,7 „
„	31.	„	7,2 „

Also in 4 Tagen ein Zuwachs von 1,7 cm oder 30 % der ursprünglichen Länge. Ein Vergleichsexemplar am Licht änderte seine Länge, 7 cm, während derselben Zeit nicht. An dem Dunkelexemplar biegen sich die oberen frischen Blätter mit Ausnahme der die Endknospe bildenden deutlich an der Basis nach unten um, während die älteren Blätter entweder, wie in Fig. 7 schon von Anfang an schlaff nach unten hängen oder sich an der Bewegung nicht beteiligen. An den

Fig. 7.

Fig. 8.



Blättern von *Myriophyllum* ist übrigens kein Stiel zu unterscheiden, die Oberhautzellen sind überall langgestreckt und gleichmäßig chlorophyllhaltig.

2) *Myriophyllum proserpinacoides* beginnt vom 2. Tage an, seit es im Dunkeln steht, seine unter Wasser befindlichen grünen Blätter zurückzuschlagen, während die unteren bereits bräunlichen Blätter ihre Stellung nicht ändern. Der Zuwachs des Sprosses ist dabei nur gering, er verlängerte sich in 6 Tagen (25. Sept. bis 1. Okt.) von 10 cm auf 11,5 cm, also 15 % seiner ursprünglichen Länge. Die Figur 8 stellt das Aussehen des Sprosses am 28. Sept. dar, bei *a* ist die Oberfläche des Wassers angedeutet, von *b* an abwärts war das Chlorophyll schon verfärbt, die Pflanze also nicht mehr kräftig. Am 1. Oktober ans Licht gebracht begann der Spross schon am folgenden Tage seine Blätter wieder auszubreiten.

(Schluss folgt.)

Ueber freie Nervenendigungen und Sinneszellen bei Bandwürmern.

Von **F. Blochmann.**

In einem Aufsatze, in welchem die Beobachtungen Smirnow's über freie Nervenendigungen im Epithel des Regenwurmes bestätigt werden, sagt Retzius[1]), es wären wegen des großen Interesses, das diese Befunde hätten, weitere Untersuchungen an anderen Würmern und Mollusken nötig.

Ich kann zur Ausfüllung der noch recht großen Lücke etwas beitragen, indem ich einen kurzen vorläufigen Bericht erstatte über Untersuchungen, die ich begonnen und die einer meiner Schüler, Herr Tierarzt Zernecke gegenwärtig zu Ende führt. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass ähnliche Einrichtungen, wie sie durch die Arbeiten von Lenhossék, Retzius, Smirnow, Langdon für Regenwürmer und andere Formen bekannt geworden sind, auch bei Plathelminthen vorkommen und gerade bei Bandwürmern eine so reiche Entwicklung zeigen, wie man sie diesen Tieren wohl kaum zugetraut hätte.

Ich hatte schon vor längerer Zeit, als Herr Dr. H. Will in meinem Laboratorium über *Caryophyllaeus* arbeitete, einige Versuche gemacht die Golgi'sche Methode und die Methylenblaufärbung auf Cestoden anzuwenden und hatte mit der letzteren bei *T. cucumerina* auch regelmäßig eine sehr distinkte Färbung gewisser Zellen erzielt. Ich wies Herrn Will wiederholt darauf hin, die Methode auch bei *Caryophyllaeus* anzuwenden. Die ersten Versuche misslangen, und Herrn Will fehlte die nötige Ausdauer, darum blieb seine Untersuchung in dieser Hinsicht ohne den von mir gewünschten Erfolg.

1) Anat. Anzeiger, Bd. X, S. 123.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 15

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: Ueber einige an Wasserpflanzen beobachtete Reizerscheinungen. 1-14