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. 15. Januar 1895. **Nr. 2.**

Inhalt: **Möbius**, Ueber einige an Wasserpflanzen beobachtete Reizerscheinungen (Schluss). — **Haacke**, Ueber Wesen, Ursachen und Vererbung von Albinismus und Scheckung und über deren Bedeutung für vererbungstheoretische und entwicklungsmechanische Fragen. — **Loew**, Blütenbiologische Floristik des mittleren und nördlichen Europa sowie Grönlands. — **Boas**, Lehrbuch der Zoologie für Studierende und Lehrer. — **v. Hanstein**, Entgegnung.

Ueber einige an Wasserpflanzen beobachtete Reizerscheinungen.

Von **M. Möbius** in Frankfurt a. M.

(Schluss.)

3) *Ranunculus divaricatus.* Am 25. Sept. wurde ein 15,5 cm langer Spross ins Dunkle gesetzt und streckte sich hier bis zum 1. Okt. auf 17,5 cm, also um fast 13 % seiner ursprünglichen Länge. Die verlängerten Internodien bekamen dabei eine fast weiße Farbe, wurden aber, nachdem der Spross einen Tag am Licht gestanden hatte, wieder grün. Die Blätter stehen bei den Pflanzen an ihrem natürlichen Standort so, dass sich die Zipfel in einer der Wasseroberfläche parallelen Ebene ausbreiten. Bei dem in den Glaszylinder gesetzten Spross nahmen sie keine bestimmte Richtung ein, einige schlugen nach wenigen Tagen in der Dunkelheit den oberen Teil an der oberen Scheidegrenze abwärts; da dies aber nur vereinzelt geschah, so ist hierin wohl keine besondere Wirkung der Verdunklung zu sehen.

4) *Najas major.* In derselben Zeit wie *Ranunculus* wurde auch ein Spross von *Najas major* ins Dunkle gesetzt, ohne dass nach Ablauf dieser Zeit eine Veränderung in seinem Aussehen zu bemerken gewesen wäre.

5) *Calomba* spec. Ein Spross dieser Pflanze, an welchem nur Wasserblätter entwickelt waren, wurde vom 12.—24. Sept. im Dunkeln gehalten. Er veränderte sein Aussehen während dieser Zeit nicht und nahm nur sehr wenig an Länge zu, nämlich von 11,7 auf 12 cm.

6) *Elodea canadensis.* Am 20. August wurde von dieser Pflanze ein Spross H am Licht aufgestellt, ein anderer D in den dunklen Schrank gebracht, die Aenderungen ihrer Länge zeigt folgende kleine Tabelle.

	H	D		H	D
20. Aug.	11,0 cm	10,8 cm	25. Aug.	13,2 cm	15,5 cm
21. „	11,5 „	12 „	27. „	13,5 „	15,5 „
22. „	11,7 „	13,5 „	28. „	14,0 „	15,7 „
23. „	12,0 „	14,3 „	29. „	14,0 „	16,0 „
24. „	12,5 „	15,0 „	30. „	14,5 „	16,0 „

D hat sich also in 10 Tagen um 5,2 cm oder 49 %, H in derselben Zeit um 3,5 cm oder 31 % seiner ursprünglichen Länge gestreckt. Die Verlängerung beruht bei D, wie bei den verdunkelten Exemplaren von *Ceratophyllum*, auf einer nachträglichen Streckung der Internodien, welche aber, auf eine größere Anzahl kleinerer Abschnitte verteilt, nicht so auffällig wird, wie bei jener Pflanze. Gegen das Ende der Versuchszeit, verlangsamt sich die Streckung, um dann ganz stillzustehen, wenn die vorhandenen plastischen Stoffe in der Pflanze aufgebraucht sind; ein Spitzenwachstum findet vermutlich gar nicht statt. Bei H dagegen kann natürlich ein wirklicher Zuwachs auch von der Spitze aus erfolgen und so findet dort fortgesetzt eine Verlängerung statt, wenn auch langsamer als die anfängliche, durch die Dunkelheit hervorgerufene Streckung. Noch besser zeigt dies folgende Tabelle, in welcher die Zunahme, vielleicht in Folge der späteren und kühleren Jahreszeit, bei den Dunkelexemplaren überhaupt eine geringere ist.

	H	D		H	D
17. Sept.	15,0 cm	16,0 cm	25. Sept.	20,0 cm	21,2 cm
18. „	15,5 „	16,6 „	26. „	20,5 „	21,5 „
19. „	15,8 „	17,7 „	27. „	21,0 „	22,0 „
20. „	16,6 „	18,8 „	28. „	22,0 „	22,5 „
21. „	17,5 „	19,6 „	29. „	22,0 „	22,5 „
24. „	19,2 „	21,0 „	1. Okt.	22,4 „	23,5 „

Das Exemplar H hat sich also während der ganzen Zeit, 14 Tagen, um 7,4 cm oder 50 %, D um 7,5 cm oder 47 % seiner ursprünglichen Länge gestreckt, allein während H in den ersten 4 Tagen nur um 16,6 % gewachsen ist, hat D in dieser Zeit um 22,5 % zugenommen; dagegen ist in dem folgenden Abschnitt, vom 24. Sept. an, die Zunahme bei H größer, nämlich über 16 % gegen 12 % bei D, bei welchem jetzt das Material jedenfalls erschöpft war. Dadurch kommt es auch, dass die Zunahme für die ganze Zeit bei H größer ausgefallen ist, als bei D. Es wäre gut gewesen, bei diesen Untersuchungen durch genauere Messungen festzustellen, welchen Anteil an der Zunahme das Spitzenwachstum und welchen die nachträgliche Streckung der Internodien

hat: da ich die physiologischen Versuche mit Wasserpflanzen wieder aufzunehmen gedenke, so kann ich vielleicht auch hierzu später Ergänzungen liefern. Vorläufig können wir nur feststellen, dass *Elodea* in ähnlicher Weise wie *Ceratophyllum* durch die Dunkelheit zu einer nachträglichen ziemlich bedeutenden Streckung der ausgebildeten Internodien veranlasst wird. Dagegen zeigt *Elodea* keine Aenderung in der Stellung der Blätter. In welcher Weise das Wachstum der Wurzeln von Licht und Dunkelheit beeinflusst wird, wollen wir in einem besonderen Abschnitt untersuchen.

7) *Hippuris vulgaris* ist zwar keine eigentliche Wasserpflanze, wächst aber doch oft mit ihrem unteren Teil im Wasser und erinnert durch ihre wirtelig stehenden Blätter im Habitus an *Elodea*, *Ceratophyllum* und *Myriophyllum*. Ich stellte einige Exemplare — in kleinen Flaschen mit engem Hals — so auf, dass die unteren, mit Wurzeln versehenen Teile, in Wasser waren. Das vom 4.—10. Sept. am Licht beobachtete Exemplar wuchs in dieser Zeit um etwas über 4 % seiner ursprünglichen Länge (von 30,5 auf 31,8 cm), das in der gleichen Zeit im Dunkeln gehaltene streckte sich um fast 7 % (von 33,5 auf 35,8 cm). Wenn an der Verlängerung im Dunkeln eine nachträgliche Streckung der ausgebildeten Internodien beteiligt ist, so ist diese doch zu gering, um mit groben Maßstäben gemessen zu werden: es erfolgt hier vielmehr ein Zuwachs von der Spitze aus, wie man an dem Schlankerwerden der Endknospe bemerken kann. Eine Veränderung in der Lage der Blätter tritt bei *Hipparis* im Dunkeln nicht ein.

Von den von mir bisher untersuchten Wasserpflanzen zeigen also nur *Ceratophyllum* und *Myriophyllum* die Eigentümlichkeit, im Dunkeln ihre Blätter zurückzuschlagen, während sich die andere Eigentümlichkeit dieser Pflanzen, die nachträgliche Streckung der Internodien, resp. der Zellen auch bei *Elodea* findet. In der Litteratur habe ich nichts gefunden, was darauf hinweist, dass solche Beobachtungen an diesen und ähnlichen Pflanzen schon gemacht worden sind; ich führe aber hier die Beobachtungen an *Callitriche* und *Chara* an, welche mit den vorhergehenden zu vergleichen von Interesse ist.

Callitriche autumnalis ist von Frank[1]) untersucht worden. Er versetzte submers gehaltene und normal entwickelte Individuen in dauernde Dunkelheit ohne sonst etwas zu ändern. Hier blieben sie länger als eine Woche, ohne dass die Blätter eine andere Richtung annahmen. Ob eine Streckung des Stengels eintrat, wird nicht gesagt. Während nun durch die Dunkelheit eine Aenderung in der Lage der Blätter nicht stattfand, so wurde eine solche hervorgerufen durch die

1) Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. I, S. 82.

Trockenheit und zwar in äußerlich ganz analoger Weise wie bei *Ceratophyllum* durch die Verdunkelung. Frank, der die Abwärtsneigung durch die Wirkung des positiven Geotropismus erklärt, schildert sie folgendermaßen: „Wenn der Wasserspiegel soweit sinkt, dass die aufstrebenden Endstücke der Stengel von *Callitriche* frei in die Luft stehen, so bleiben die Blätter nicht in der bisherigen nahezu horizontalen Lage, sondern richten sich meist in sehr auffälliger Weise steil abwärts. Die Krümmung erfolgt vorwiegend an der Basis des Blattes, und zwar derart, dass die morphologische Oberseite konvex wird. Das Blatt legt sich also rückwärts dem Stengel an, wenn dieser ungefähr senkrecht steht". Die Beobachtungen von Frank an schiefen oder horizontal wachsenden Stengeln von *Callitriche*, deren Blätter sich auch senkrecht abwärts biegen, so wie die anderen Versuche scheinen mir hinlänglich zu beweisen, dass es sich bei dieser Stellungsänderung der Blätter um positiven Geotropismus handelt und dass diese Erscheinung mit der an den aufrechten *Ceratophyllum*-Sprossen nur eine äußere Aehnlichkeit, aber keine wirkliche Uebereinstimmung besitzt. Ich habe deswegen auch keine eigenen Versuche mit *Callitriche* angestellt und erwähne nur noch, dass Frank in dem Zurückschlagen der Blätter unter den angeführten Umständen ein Schutzmittel gegen die Austrocknung erblickt.

Chara. Sachs erwähnt[1]), dass Dutrochet Charen im dunkeln Raum wachsen ließ und dass er fand, dass die Plasmabewegung bei ihnen am 24. oder 26. Tage aufhörte, indem sie vergeilten. Ich habe diese Arbeit von Dutrochet[2]) nicht nachsehen können, aber Meyen bespricht sie in seiner von Sachs am gleichen Ort zitierten Pflanzenphysiologie[3]) und fügt hinzu: „Mit der Bleichsucht der Charen hat es indessen eine eigene Bewandnis, welche darin besteht, dass sich die Zellen der äußeren Haut ablösen und nur der innere zarte Schlauch, welcher bei *Chara vulgaris* nur sehr wenige kleine grüne Kügelchen auf der inneren Fläche aufzuweisen hat, zurückbleibt und ein bleiches Ansehen zeigt. Die Endglieder dieser Charen sind jedoch noch immer ebenso schön grün, als die frischen Pflanzen, wenn sie auch noch so lange im Dunkeln standen; die Bewegung in ihren Schläuchen hört auch nur mit dem Tode der Pflanze auf". Da eine auffallende Aenderung in der Lage der Blätter, wenn sie im Dunkeln einträte, an dieser Stelle gewiss mit erwähnt worden wäre, so wirkt die Dunkelheit bei *Chara* offenbar nicht in dieser Weise ein. Mir stand von Characeen kein geeignetes Material zur Verfügung und ich verspare mir eine

1) In seiner Abhandlung über den Einfluss des Tageslichts auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane. Gesammelte Abhandlungen, Bd. I, Seite 183.

2) Sie findet sich in den Comptes rendus. Paris 1837.

3) Bd. II S. 223.

Untersuchung über ihr Verhalten im Dunkeln auf ein anderes Mal. In letzter Zeit (Flora 1894) hat J. Richter Untersuchungen über Reaktionen der Characeen auf äußere Einflüsse veröffentlicht, er erwähnt aber nicht, wie sich die Pflanzen bei längerem Aufenthalt im dunklen Raum verhalten.

III. Der Einfluss des Lichtes auf die Wurzelbildung bei *Elodea*.

Im vorhergehenden Kapitel wurden einige Beobachtungen über das Verhalten von *Elodea canadensis* in der Dunkelheit mitgeteilt. Es fiel mir nun besonders auf, dass die im Dunklen gehaltenen Exemplare fast ganz wurzellos blieben, dass aber an den zum Vergleich im Licht aufgestellten Pflanzen eine reichliche Bildung und ein starkes Wachstum der Wurzeln stattfand. Von den beiden Pflanzen, auf welche sich die erste Tabelle (S. 34) bezieht, zeigte D am Anfang und am Ende des Versuchs gar keine Wurzeln; an H war bei Beginn des Versuches nur eine kleine Wurzelanlage sichtbar, die am 3. Tage schon zu einer 1 cm langen Wurzel herangewachsen war. Im weiteren Verlauf des Versuches bildeten sich auch an anderen Knoten und zwar immer an denen, an welchen auch Seitenknospen entsprangen, Wurzeln. Nach 14 Tagen besaßen die Pflanzen 4 Wurzeln, die 6, 9,5, 10 und 12 cm lang waren, es waren also im Ganzen 37,5 cm Wurzel an dem bei Abschluss des Versuches 15 cm langen Spross entstanden.

Die beiden anderen Pflanzen, auf welche sich die zweite Tabelle (S. 34) bezieht, zeigten zu Beginn des Versuches noch keine Wurzelanlagen. D blieb bis zum Ende des Versuches wurzellos, bei H dagegen wurden schon am 4. Tage mehrere Wurzelanlagen sichtbar, wiederum an den mit Seitenknospen versehenen Knoten, am nächsten Tag entstand noch eine über den anderen. Das Wachstum der von unten nach oben mit *a—e* bezeichneten Wurzeln vom 21. Sept. an zeigt folgende Tabelle:

	Wurzel *a*	Wurzel *b*	Wurzel *c*	Wurzel *d*	Wurzel *e*
21. Sept.	0,1 cm	0,4 cm	0,3 cm	0,25 cm	0,1 cm
24. „	0,15 „	4,5 „	5,0 „	3,5 „	1,7 „
25. „	stirbt	5,0 „	7,8 „	5,6 „	4,3 „
26. „	ab	5,7 „	9,5 „	7,0 „	7,2 „
27. „		6,0 „	10,5 „	7,4 „	9,2 „
28. „		6,3 „	11,5 „	7,4 „	10,2 „
29. „		stirbt	wird ge-	7,6 „	10,7 „
1. Okt.		ab	knickt	7,6 „	10,7 „

Hinzuzufügen ist nur noch, dass am 29. Sept. eine neue 5 mm lange Wurzel 6 cm unter der Endknospe bemerkt wurde, die am 1. Okt. sich auf 2 cm verlängert hatte, und dass am 28. Sept. neben d eine

neue 3 mm lange Wurzel erschien, die am 1. Okt. 5 mm maß. Der am Ende des Versuchs 22,4 cm lange Spross hat also in 10 Tagen 38,5 cm Wurzel gebildet.

Das Ausbleiben der Wurzelbildung an den Dunkelexemplaren kann seinen Grund nicht nur in dem durch die unterbleibende Assimilation entstehenden Mangel an nötigen Baustoffen haben, denn die Streckung der Internodien beansprucht doch auch eine gewisse Menge derselben. Es kommt also darauf an, in welcher Weise die Dunkelheit einen Reiz auf die Pflanze ausübt: wie wir aber sehen, wird die Pflanze durch die Dunkelheit zur Streckung der Internodien veranlasst, wobei die noch vorrätigen plastischen Stoffe verbraucht werden (wie die mikroskopische Untersuchung ergibt) und für die Wurzelbildung nichts übrig bleibt; es wäre aber auch der umgekehrte Fall denkbar, nämlich ein stärkerer Reiz zur Bildung von Wurzeln, dann würden wir wenigstens die Anlagen derselben entstehen sehen, wobei für die Streckung der Internodien kein Material übrig bliebe.

Andrerseits wird bei der oben angegebenen Begründung nicht erklärt, warum am Licht die Substanzen zur Wurzelbildung und nicht zur Vergrößerung der Sprosse verwendet werden. Es muss also wirklich die Pflanze zu dieser reichen Bewurzelung durch die Beleuchtung veranlasst werden, wie auch aus den folgenden Beobachtungen und Versuchen hervorgeht.

An den *Elodea*-Pflanzen, welche in einem hölzernen, mit Wasser gefüllten und frei im Garten der Sonne ausgesetzten Kübel sehr gut gedeihen, findet man nur spärliche Wurzeln und diese immer nur an den älteren Teilen. Den Pflanzen fehlt es zwar nicht an Licht, aber dieses fällt nur von oben ein und da sie ein dichtes Gewirr bilden, so beschatten sie sich auch gegenseitig. Uebereinstimmend mit dem, was diese Beobachtung zeigt, ist das Ergebnis eines einfachen Versuches: ein Spross von *Elodea* wird in ein Glas ans Fenster gesetzt, das Glas aber mit einem Pappmantel umgeben, so dass nur von oben Licht einfällt. Der Spross wächst dabei ganz normal wie folgende Tabelle zeigt:

29. Sept.	15,0 cm	4. Okt.	17,5 cm
1. Okt.	15,8 „	5. „	18,3 „
2. „	16,5 „	6. „	19,0 „
3. „	17,0 „	8. „	20,4 „

An diesem Spross ist am 1. Okt. eine 2 mm lange Wurzel sichtbar, die sich bis zum 8. Okt. nur auf 14 mm verlängert, eine zweite am 2. Okt. auftretende Wurzel wird bis zum Ende dieses Versuches nur 4 mm lang[1]); es werden also im Ganzen noch keine 2 cm Wurzel

1) Nachdem am 9. Okt. die Hülle entfernt ist, wächst der Spross am Licht weiter, erreicht am 22. Okt. die Länge von 23,7 cm und besitzt dabei 4 Wurzeln, welche 0,5; 1,0; 3,0; 6,8 cm messen.

gebildet gegen 38 cm an einem ungefähr ebenso langen ganz belichteten Spross. Hier kann nun auch ganz sicher kein Mangel an Nährmaterial Schuld daran sein, denn die mikroskopische Untersuchung der Blätter am 8. Okt. ergibt, dass jedes Chlorophyllkorn einen deutlichen Stärkeeinschluss besitzt. Es scheint mir dadurch nachgewiesen zu sein, dass eine gleichmäßige Beleuchtung des ganzen Sprosses denselben zur Wurzelbildung anreizt und es frägt sich nur noch, wie wir uns dies zu erklären haben.

Da die Wurzeln von *Elodea* nur als Befestigungsorgane dienen und den Sprossen das Wasser und die darin gelösten Salze direkt aus dem umgebenden Medium zugeführt werden, so kann man nicht annehmen, dass eine durch die stärkere Beleuchtung vermehrte Assimilationsthätigkeit der Blätter für eine entsprechend reichere Wasserzufuhr der stärkeren Wurzelbildung bedürfe. Es lässt sich auch kein Grund dafür angeben, dass das Licht direkt an den Knoten das Entstehen der Wurzeln veranlasse, und es wäre nicht einzusehen, warum dann die Wurzeln nur an den die Seitensprosse tragenden Knoten entspringen. Wir werden also die beste Erklärung darin finden, dass unter dem Einfluss des Lichtes bei der Assimilation in den Blättern die Entstehung von wurzelbildenden Stoffen begünstigt wird: indem nun an den Knoten mit Seitensprossen eine starke Zufuhr solcher Stoffe aus den Blättern der letzteren erfolgt, entstehen auch die Wurzeln gerade an diesen Stellen. Die Anschauung von Sachs, dass bei der Erzeugung organischer Substanz besondere Stoffe für Blätter, Blüten, Wurzeln u. s. w. entstehen, bewährt sich eben in vielen Fällen und erleichtert uns das Verständnis so mancher Erscheinung in der Organbildung der Pflanze, worauf ich auch in meiner Arbeit über das Blühen der Pflanzen hingedeutet habe[1]).

Mag man nun auch die Sache anders zu erklären versuchen, so bleibt es doch jedenfalls eine interessante Beobachtung, dass bei *Elodea* das Licht günstig für die Entstehung von Wurzeln ist, da wir für Landpflanzen meistens finden, dass dieser Vorgang gerade von der Dunkelheit begünstigt wird. Hierbei ist nicht zu vergessen, dass es sich bei den Landpflanzen um solche Verhältnisse handelt, in denen die assimilierenden Organe dem vollen Licht ausgesetzt werden können, während zu gleicher Zeit die Orte, wo die Wurzeln entstehen, verdunkelt werden können, was bei *Elodea* nicht wohl möglich ist. Dass in solchen Fällen die Wurzeln im Dunkeln stärker wachsen als am Licht, ergeben die Versuche von Wiesner, Vöchting, F. Darwin und H. Müller-Thurgau an verschiedenen Landpflanzen.

Wenn aber an völlig etiolierten Keimpflanzen von *Phaseolus*, *Vicia faba*, an den Knollentrieben von *Helianthus tuberosus*, wie Sachs in seiner oben zitierten Arbeit angibt und gewiss jeder schon beobachtet

1) Siehe diese Zeitschrift Bd. XII S. 673.

hat, oft hoch über der Erde zahlreiche Adventivwurzeln zum Vorschein kommen, an Keimlingen, die dem Tageslicht ausgesetzt sind, dagegen nicht, so steht dies Verhalten in einem direkten Gegensatz zu dem von *Elodea*. Bei dieser Pflanze sehen wir, dass am Licht die Wurzel näher an der Spitze entstehen und dass gerade die obersten Wurzeln am stärksten wachsen (conf. Tabelle S. 37), Das schnellste Wachstum, das ich an diesen Wurzeln beobachtet habe, ist eine Verlängerung um 4 cm von einem Tag zum andern. Ein reichliches und rasches Wachstum der Wurzeln am Licht zeigen auch die Sprosse von *Myriophyllum proserpinacoides*, an denen aber keine Messungen angestellt worden sind. Vielleicht wird überhaupt bei den Wasserpflanzen, im Gegensatz zu den Landpflanzen, die Entstehung der wurzelbildenden Stoffe in den Blättern durch die Beleuchtung begünstigt.

IV. Schlussbemerkungen.

Im Vorhergehenden haben wir einige Erscheinungen an Wasserpflanzen kennen gelernt, die sämtlich zu den Reizwirkungen von Licht und Dunkelheit gerechnet werden können. Aber nur teilweise stimmen sie mit denjenigen überein, die wir an anderen Pflanzen beobachten, während sie teilweise ganz eigentümlicher Natur sind. Zu den heliotropischen Richtungsbewegungen gehören die schwach positiv heliotropischen Krümmungen, welche die Seitenzweige und Blätter von *Ceratophyllum* ausführen. Dem Etiolement können wir anreihen die in der Dunkelheit erfolgende Streckung der Internodien von *Ceratophyllum*, *Myriophyllum* und *Elodea*, allein wie schon oben angedeutet wurde, besteht doch ein wesentlicher Unterschied zwischen dieser nachträglichen Streckung der ausgebildeten Stengelteile und dem abnormen Längenwachstum der austreibenden Glieder bei den etiolierten Landpflanzen. Während wir ferner einsehen, dass die Verlängerung der etiolierten Glieder bei den festgewurzelten Pflanzen zu dem Zwecke erworben wurde, damit sie möglichst schnell mit der Spitze an das Licht gelangen, so können wir in der Streckung der frei flottierenden *Ceratophyllum*-Sprosse eine solche Zweckmäßigkeit nicht erkennen. Was die günstige Einwirkung des Lichtes auf Anlage und Wachstum der Wurzeln bei *Elodea* betrifft, so haben wir hier zwar, insofern es sich um Wurzeln handelt, eine Ausnahme vor uns, die Erscheinung würde aber doch zu denen gehören, welche bereits Sachs in seiner Abhandlung über den Einfluss des Tageslichtes auf Neubildung und Entfaltung der Pflanzenorgane zusammengestellt hat. Die anderen Erscheinungen, nämlich diejenigen, welche zur Dunkelstellung der *Ceratophyllum*-Sprosse führen, lassen sich nicht in eine der Gruppen bringen, in die wir die Richtungsbewegungen der Pflanzen einteilen. Den nyctitropischen schließen sie sich insofern an, als sie durch Dunkelheit veranlasst werden und die Richtung der Bewegung von

der Richtung der Mutteraxe abhängt. Allein die Sache wird hier noch komplizierter dadurch, dass die Orientierung der Mutteraxe zur Wirkungsrichtung der Schwerkraft dabei von Einfluss ist, wie dies im dritten Abschnitt des ersten Kapitels erörtert wurde.

Dass die hier mitgeteilten Beobachtungen noch recht unvollständig sind und dass im engen Anschluss an die hier behandelten Erscheinungen noch weitere Fragen sich dem Studium darbieten, ist mir wohl bewusst, allein Mangel an Material und die Ungunst der fortgeschrittenen Jahreszeit veranlasst mich, die Fortsetzung meiner Untersuchungen an Wasserpflanzen auf eine geeignetere Zeit zu verschieben. Indem ich mir also diesen Gegenstand vorbehalte, veröffentliche ich hier nur die Anfangsergebnisse meiner Beobachtungen über denselben.

Zum Schluss erlaube ich mir noch einige allgemeinere Bemerkungen. In den oben besprochenen Erscheinungen an Wasserpflanzen haben wir echte Reizvorgänge vor uns, d. h. Aeußerungen der Lebensthätigkeit eines Protoplasmas, welches eine wirkliche Empfindung für den Reiz besitzt. Diese Empfindlichkeit des pflanzlichen Protoplasmas ist ein den psychischen Vorgängen im tierischen und menschlichen Organismus analoger und ist als das Charakteristikum der Reizerscheinung zu betrachten. Ich kann mich deshalb nicht der Anschauung von Pfeffer[1]) anschließen, welcher glaubt den Reizbegriff damit, dass er ihn als einen Spezialfall der Auslösung auffasst, auf rein mechanischen Boden gestellt zu haben, und welcher es für zulässig hält, die rein mechanischen Auslösungen den Reizvorgängen zuzuzählen.

Allerdings wird in der Physiologie das Nervensystem als der Auslösungsapparat für die Thätigkeit der Muskeln angesehen und bereits R. Mayer hat den Begriff der Auslösung auf diese Erscheinungen übertragen als er ihn in der Physik einführte[2]); allein dort ist der Begriff eben auch nur in einem übertragenen Sinne anwendbar. Dagegen den Reizbegriff auf Vorgänge zu übertragen, die rein mechanisch ausgeführt werden, ohne dass dabei eine Empfindung des lebenden Protoplasmas eine Rolle spielt, heißt den Begriff vollständig seines Sinnes berauben, ebenso als wenn man von lebendig in der anorganischen Welt sprechen wollte. Da wir nun in der Pflanzenwelt beiderlei Erscheinungen beobachten, so dürfte es zweckmäßiger sein, die Bezeichnung Auslösung auf diejenigen zu beschränken, welche rein mechanischer Art sind, und unter Reizvorgängen nur die zu verstehen, zu denen ein reizempfindendes Protoplasma notwendig ist.

Eigentliche, d. h. rein mechanische Auslösungen sind die Bewegungsöffnungen der Blüten, Früchte und Sporenbehälter, bei denen die Spannungen, welche entweder an turgeszenten lebenden Organen oder, durch Wachstum vorbereitet, an toten Membranen bestehen, wirklich in Be-

1) Die Reizbarkeit der Pflanzen. Leipzig 1893.

2) conf. Rosenberger, Geschichte der Physik, 3. Bd., S. 350 u. 351.

wegung umgesetzt werden, indem Berührung oder Aenderung in der Feuchtigkeit der Atmosphäre als Auslösungsmittel fungiert. Wir haben hier das, was den Auslösungsvorgang kennzeichnet, nämlich Umwandlung einer Kraftform in eine andere, der Spannung in die Bewegung; die Spannung hört auf zu sein, wenn sie in Bewegung umgesetzt ist, ganz entsprechend dem Vorgang, bei welchem in einer Maschine Wärme in Arbeit umgesetzt wird. Die Auslösung ist der Umstand, der die Umsetzung bewirkt, der also die Ursache ist für den Uebergang einer Ursache in die Wirkung, und das ist hier wieder ein einfacher mechanischer Vorgang, z. B. der geringe durch eine Berührung entstehende Druck oder die Wasserentziehung: auf die Lebensthätigkeit des Plasmas kommt es bei der ganzen Geschichte nicht an.

Betrachten wir jetzt aber das, was bei Reizwirkungen vor sich geht und nehmen wir als Beispiel die geotropischen und heliotropischen Krümmungen. In den betreffenden Organen hat das Protoplasma eine Empfindung für die Richtung, in der die Lichtstrahlen einfallen oder für die Wirkungsrichtung der Schwerkraft und reguliert nun dementsprechend das Wachstum, so dass es auf der einen Seite stärker ist als auf der anderen, wenn das Organ noch nicht in der Richtung der Lichtstrahlen oder der Schwerkraft steht. Wir können hier nicht davon sprechen, dass Licht oder Schwerkraft in Wachstum umgesetzt werden und dass das Protoplasma die Ursache dieser Umsetzung ist, außer wenn wir dies in einem ganz anderen Sinne thuen als er den Begriffen nach physikalischer Auffassung zukommt. Jedenfalls ist es klar, dass das Aufspringen der reifen Früchte von Impatiens durch Berührung und die geotropische Abwärtskrümmung einer Keimwurzel zwei ganz heterogene Vorgänge sind. Der erstere ist ein Auslösungsprozess, der physikalisch zu erklären ist, der andere ist ein Reizvorgang, bei welchem dies nicht möglich ist. Dies letztere zu betonen, ist hier meine eigentliche Absicht, denn dass ein Unterschied zwischen den beiden Vorgängen bestehe, leugnet Niemand und Pfeffer selbst sagt, dass er jene ausgelösten Aktionen nicht zu den Reizvorgängen zählen möchte [1]). Ich aber möchte auch die letzteren nicht zu den Auslösungen rechnen, denn diese sind für mich rein physikalische Vorgänge, der Reizbegriff dagegen kann meiner Ansicht nach überhaupt nicht auf rein mechanischen Boden gestellt werden.

Es bleibt nichts anderes übrig, als dass wir zugestehen, nichts darüber zu wissen, wie das pflanzliche Protoplasma einen Reiz empfindet und wie es geschieht, dass auf diese Reizung eine Aenderung

1) Dagegen sagt er (S. 29 seiner oben zitierten Abhandlung), dass die Perzeption des Reizes auch nicht lebendigen Organteilen zufallen könne. Dies bezeichnet am besten den Unterschied zwischen dem Standpunkt dieses Autors und dem meinigen, von welchem aus es unmöglich ist, dass andere Organteile als lebendiges Protoplasma den Reiz perzipieren.

im Wachstum oder im Turgor oder in den chemischen Umsetzungen folgt. Dass übrigens auch andere Physiologen der von mir hier vertretenen Ansicht sind, zeigt z. B. Frank, der bereits in seiner oben zitierten, 1872 erschienenen Arbeit über die Wasserpflanzen auf demselben Standpunkt steht, wie in seinem 20 Jahre später herausgegebenen Lehrbuch, wo er (Bd. I S. 449) es für ein völlig aussichtloses Bemühen erklärt, welches sich manche Forscher gegeben haben, die Reizbewegungen einfach physikalisch erklären zu wollen.

Es sind eben die Reizerscheinungen diejenigen Vorgänge, welche dem Reiche der Organismen eigentümlich sind und es von dem der unbelebten Naturkörper unterscheiden. Bei den letzteren wirkt die Kausalität nur als Ursache im engsten Sinne, d. h. diese Form der Kausalität ist dadurch charakterisiert, dass der Grad der Wirkung dem Grade der Ursache genau angemessen ist, und Wirkung und Gegenwirkung einander gleich sind. Bei den Pflanzen tritt die Kausalität nicht nur als Ursache im engsten Sinne, sondern auch als Reiz auf, bei welchem die oben angegebenen Regeln nicht gelten. Bei den Tieren kommt als dritte Form der Kausalität das Motiv hinzu[1]). Die Grenze zwischen den Pflanzen und Tieren ist bekanntlich eine schwankende, aber die Grenze zwischen den belebten und den unbelebten Naturkörpern ist eine so scharfe, dass ein Uebergang nicht einmal denkbar ist. Es gibt nun unbestreitbar Erscheinungen, die dem Lebendigen eigentümlich sind, ihm allein zukommen; für diese Erscheinungen gibt es bestimmte Gesetze, und da wir den Bewegungen der Materie, welche nach bestimmten Gesetzen verlaufen, eine Kraft zu Grunde legen, so ist kein Grund ersichtlich, warum wir nicht von Lebenskraft sprechen sollen[2]). In diesem Sinne sagt auch ein Pflanzenphysiolog, der das Pflanzenleben mit einem so tiefen Verständnisse wie wenig Andere aufgefasst hat, Kerner von Marilaun, in seinem ausgezeichneten Werke (Das Pflanzenleben, Bd. I, S. 49): „Ich nehme keinen Anstand, diese mit den andern nicht zu identifizierende Naturkraft, deren unmittelbares Angriffsobjekt das Protoplasma ist, und deren eigentümtümliche Wirkungen wir das Leben nennen, wieder als Lebenskraft zu bezeichnen“.

Dabei soll Lebenskraft nicht nur ein anderer Ausdruck fürReizbarkeit sein, sondern ihr schreiben wir auch die ohne Reiz sich abspielenden morphologischen Ausgestaltungen des Pflanzenkörpers zu. Wir können also sagen, dass sich die Lebenskraft äußert als Gestal-

1) Man vergleiche die Darstellung dieser 3 Formen der Kausalität in Schopenhauers Preisschrift über die Freiheit des Willens, III. Kapitel.

2) „Als einzelne Arten der Lebenskraft sind die Assimilationskraft, die Reproduktionskraft u. a. zu betrachten, Kräfte, von denen Manche reden, die das Wort Lebenskraft ängstlich vermeiden“. J. Paul, Ueber die drei Wege des Denkens, S. 25 (Leipzig 1891).

tungstrieb und als Reizbarkeit. Während der Gestaltungstrieb ganz selbständig wirkt, sind zum Hervorbringen einer Reizerscheinung immer zwei Faktoren notwendig: die Lebenskraft des Protoplasmas und ein äußeres Agens. Wollen wir aber bei der Erklärung des Reizbegriffes nicht den Ausdruck Lebenskraft gebrauchen, so können wir sagen: Reiz ist diejenige Einwirkung eines äußeren Agens auf das lebendige Protoplasma, durch welche in diesem nur eine Empfindung hervorgerufen wird; Reizwirkung ist die infolge der Empfindung von dem Plasma bewirkte Bewegung, die immer eine Bewegung kleinster Teilchen ist, sich aber auch als sichtbare Massenbewegung äußern kann.

Ueber Wesen, Ursachen und Vererbung von Albinismus und Scheckung und über deren Bedeutung für vererbungstheoretische und entwicklungsmechanische Fragen.

Von **Wilhelm Haacke.**

Die Diskussion über Vererbung und Entwicklungsmechanik dreht sich gegenwärtig um die beiden Schlagwörter Präformation und Epigenesis.

Eine Präformations- oder Evolutionstheorie, die bis in sehr viele Einzelheiten ausgebaut worden ist, ist die, welche Weismann in seinem Buche über „Das Keimplasma“ (Jena 1892) niedergelegt hat.

Man kann Weismann als reinen Präformisten bezeichnen. Nach seiner Anschauung ist jedes selbständig variierende Organ des fertigen Körpers im Keime vorgebildet. Die Weismann'schen, im Kern der Eizelle enthaltenen Ide werden bei der Keimesentwicklung in die Bestimmungsstücke der einzelnen Organe, in die Determinanten zerlegt, und die Determinanten verändern sich unabhängig von einander, wodurch eben die von Weismann angenommene unabhängige Variation der einzelnen Organe erklärt werden soll.

Eine rein epigenetische Theorie ist dagegen die von mir aufgestellte Gemmarienlehre, wonach ein einziger Stoff, dem allein ich den leider vieldeutig gewordenen Namen Plasma beilege, Träger der Vererbung der Formen ist. Das Plasma bildet nach meiner Annahme kleine Kristalle, „Gemmen“, aus denen sich meine Gemmarien zusammensetzen, und die Gemmarien sind es, die den Aufbau der zur Entwicklung sich anschickenden Eizellen bestimmen und, wie ich in meinem Buche „Gestaltung und Vererbung“ (Leipzig 1893) auseinander gesetzt habe, die Anordnung der einzelnen Zellen im Körper bedingen.

Meine Anschauungen beruhen nicht auf einer vorgefassten Meinung. Ich habe schon lange vor dem Erscheinen von Weismann's Werk über das Keimplasma versucht, die Vererbung und die Formbildung in dem sich entwickelnden Keime durch eine präformistische Theorie zu

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. 33-44