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 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIII. Band. 15. November 1893. **Nr. 21 u. 22.**

Inhalt: **Klebs**, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. — **Roux**, Ueber die Spezifikation der Furchungszellen und über die bei der Postregeneration und Regeneration anzunehmenden Vorgänge (Schluss). — **Schmidt**, Zur Blutlehre (Schluss). — **Weismann**, Das Keimplasma (Schluss). — **Spencer**, Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl". — **Ellenberger** u. **Baum**, Topographische Anatomie des Pferdes. Mit besonderer Berücksichtigung der tierärztlichen Praxis. — Berichtigungen.

Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse.

Von **Georg Klebs** in Basel.

Das ganze Leben der grünen Pflanzen steht unter der mächtigen Herrschaft des Lichtes, welches bei der Ernährung eine unersetzliche Rolle spielt, welches das Wachstum, die verschiedenartigen Bewegungserscheinungen der einzelnen Individuen oder ihrer Teile beeinflusst. Von vornherein erscheint es selbstverständlich, dass auch die höchste Funktion der Pflanze, die Fortpflanzung, in irgend welcher Weise den Wirkungen des Lichtes unterworfen ist. Indessen sind in dieser Hinsicht nur relativ wenige Beobachtungen gemacht worden, weil überhaupt die Physiologie der Fortpflanzung erst in ihren Anfängen steckt, während über die morphologischen Verhältnisse derselben ein außerordentlich reiches und interessantes Material von sicheren Thatsachen aufgehäuft worden ist. In einer kleinen lehrreichen Abhandlung hat Möbius[1]) die bisher bekannten Angaben über den Einfluss des Lichtes auf das Blühen der Pflanzen zusammengestellt. Man erkennt daraus, wie wenige sichere Beobachtungen in dieser Beziehung existieren. Den Arbeiten von Sachs verdanken wir einige wichtige Angaben.

Seit längerer Zeit mit der Physiologie der Fortpflanzung besonders niederer Pflanzen beschäftigt, möchte ich die Frage nach dem Einfluss des Lichtes kurz behandeln, da ich eine ausführlichere Bearbeitung erst später im Zusammenhang mit andern Erscheinungen

1) M. Möbius, Welche Umstände befördern und welche hemmen das Blühen? Mededeeling. Proefstation „Midden-Java" 1892. Biol. Centralbl., 1892, Nr. 20/21.

zu geben gedenke. Bei der Behandlung der Frage können wir zunächst die ungeschlechtliche Fortpflanzung ins Auge fassen, welche für viele Cryptogamen die Hauptrolle bei der Vermehrung spielt, während die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung dieser Organismen mehr darin liegt, Dauerzustände zu schaffen, welche die Species bei ungünstigen Lebensverhältnissen erhalten.

Die ungeschlechtliche Vermehrung vieler grüner Algen geschieht durch Schwärmsporen, welche in kleinerer oder größerer Anzahl aus einer Mutterzelle entstehen. Besonders die Abteilung der Fadenalgen enthält zahlreiche Beispiele für diese sehr charakteristische Fortpflanzungsweise. Wenn man nun untersucht, ob überhaupt und in welchem Grade das Licht für diesen Prozess bedeutungsvoll ist, so erhält man verschiedene Resultate je nach der spezifischen Natur des untersuchten Organismus. Die Beantwortung der Frage ist nicht so einfach, wie es wohl im ersten Augenblick erscheinen könnte; sehr mannigfaltige Versuche sind nötig, um mit Bestimmtheit für einen gegebenen Fall eine klare Antwort zu erhalten. Man ist gezwungen stets die Wirkungen anderer äußerer Umstände zu berücksichtigen. Das Licht ist wegen seiner Mitwirkung bei der Assimilation der Kohlensäure ein wesentlicher Faktor für die Ernährung, und diese ist die notwendige Voraussetzung für jede Fortpflanzung. Das Licht ist ferner die wichtigste Wärmequelle und übt als solche auf alle Lebenserscheinungen tief greifenden Einfluss aus. Man muss daher die Bedeutung der Ernährung sowie der Temperatur genau kennen, um die spezielle Wirkung des Lichtes beurteilen zu können. Man wird es ferner nur dann vermögen, wenn zugleich die anderen Faktoren wie Feuchtigkeit, Nährsalzgehalt des Mediums, Sauerstoff beachtet werden.

Es gibt jedenfalls Algen, bei welchen das Licht nicht oder nur in sehr geringem Grade die Bildung der Schwärmsporen beeinflusst, während andere Umstände wie gerade die Temperatur, die chemische Beschaffenheit des Mediums sehr viel wichtiger erscheinen. So ist es z. B. der Fall bei der einzelligen Alge *Chlorococcum infusionum* [1]). Wenn man dieselbe einige Zeit auf nährsalzreichem Substrat in feuchter Luft, bei heller Beleuchtung kultiviert hat, so kann man zu jeder beliebigen Zeit Schwärmsporen erhalten, sobald die Alge in frisches Wasser gebracht wird, gleichgiltig ob dieser Versuch im Licht oder in konstanter Dunkelheit ausgeführt wird. Ebenso verhält sich die Fadenalge *Ulothrix zonata* [2]), welche gewaltige Massen von Schwärmsporen bildet, wenn man sie aus kühlem, lebhaft bewegtem Wasser in wärmeres ruhigeres Wasser überführt. Das Licht kommt in diesen und ähnlichen Fällen nur durch seine ernährende Wirkung

1) Vergl. darüber Artari, Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger Protokokkoideen. Inaug.-Diss, 1892.

2) Vergl. auch Dodel, *Ulothrix zonata*. Pringsh. Jahrb., Bd. X.

in Betracht; ein besonderer Einfluss auf den Prozess der Schwärmsporenbildung lässt sich nicht erkennen, weshalb wir auch nicht näher auf denselben eingehen wollen.

Bei einer andern Gruppe von Algen scheint zunächst das gleiche Verhältnis zum Lichte zu bestehen, da die Schwärmsporen sowohl in Licht- wie in Dunkel-Kulturen sich bilden. Bei näherer Untersuchung erkennt man aber einen wichtigen Einfluss des Lichtes, welcher durch andere gleichzeitig einwirkende Umstände verhüllt sein kann. Das deutlichste Beispiel hierfür bietet *Vaucheria sessilis* dar, eine Alge, welche ich schon früher[1]) besprochen habe, ohne indessen genügende Rücksicht auf den Einfluss des Lichtes genommen zu haben. Wenn man *Vaucheria* in feuchter Luft kultiviert und dann in Wasser bringt, wenn man sie aus nährsalzreicher Flüssigkeit in reines Wasser überführt, wenn man sie aus lebhaft bewegtem Wasser in ruhig stehendes bringt, immer erhält man Schwärmsporen und zwar ebenso bei dem normalen Wechsel von Tag und Nacht, wie bei konstanter Dunkelheit oder dauernder Beleuchtung. Trotzdem kann man sagen, dass das Licht unter allen Faktoren am mächtigsten bei der Schwärmsporenbildung eingreifen kann.

Bei *Vaucheria* gelingt es die verschiedenartigen Wirkungen des Lichtes scharf auseinanderzuhalten. Für alle Versuche, deren Resultat mit möglichst großer Sicherheit eintreten soll, ist die notwendige Voraussetzung, dass gut ernährte Kulturen benutzt werden, d. h. *Vaucheria*-Rasen, welche bei Gegenwart von Nährsalzen eine Zeitlang heller Beleuchtung ausgesetzt waren. Hat man eine solche Kultur, so ist es möglich dieselbe während mehrerer Wochen im Dunkeln bei gehinderter Ernährung wachsen zu lassen. Sie kann nach einem Aufenthalt von 14 Tagen im Dunkeln reichlich Schwärmsporen bilden, sogar noch nach 3 Wochen. Die Schwärmsporenbildung erfordert bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zwei Tage, sodass also, gute Kulturen vorausgesetzt, die ernährende Wirkung des Lichtes kaum in Betracht kommt. Der Einfluss der Temperatur auf den Prozess ist möglichst genau von mir festgestellt worden. Die Schwärmsporenbildung erfolgt innerhalb der Temperaturgrenzen von 3—26° C. Im Gegensatz zu anderen bekannten Wirkungen der Temperatur, z. B. auf das Wachstum, zeigt sich bei der Schwärmsporenbildung, dass bald nach der Ueberschreitung des Minimums von 3° oder nach dem Zurückgehen unter das Maximum von 26° der höchste überhaupt erreichbare Grad der Schwärmsporenbildung beobachtet wird, wenn aus anderen Ursachen dieselbe schon vorbereitet war. Im Allgemeinen förderlich für das Eintreten des Prozesses ist eine niedere Temperatur von 5—12°; Schwankungen der Temperatur zwischen 12° und 26° üben dagegen

1) G. Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung von *Vaucheria sessilis*. Verhandl. der Naturf. Gesellsch. Basel. Bd. X.

keinen wesentlichen Einfluss aus, sodass *Vaucheria*-Kulturen bei einer mittleren Temperatur von 15° selbst bei Schwankungen von 12—26° unverändert bleiben, sobald alle Umstände vermieden werden, die sonst Schwärmsporen erregend wirken könnten. Daher kommt für Versuche im Zimmer, sei es im Dunkeln, sei es bei hellem diffusem Licht oder selbst bei direkter Sonnenbeleuchtung ein spezifischer Einfluss der Temperatur nicht in Betracht. Um so überraschender ist die Bedeutung, welche eine Verminderung der Lichtintensität für den Prozess besitzt. Am einfachsten ist der Versuch die Kultur, ohne an ihr irgend etwas zu ändern, zu verdunkeln. Mit größter Sicherheit erhält man bei normalen gesunden Wasserkulturen eine Menge Schwärmsporen; aber selbst bei älteren, fast kränklichen Kulturen gelingt der Versuch noch. Doch ist eine völlige Verdunkelung keineswegs notwendig; wesentlich ist nur eine merkbare Verminderung derjenigen Lichtintensität, welcher die betreffende Kultur während einiger Zeit ausgesetzt war. Bei Anwendung des Tageslichtes lässt sich wegen des beständigen Wechsels der Intensität kein richtiges Urteil darüber gewinnen, wie groß die Differenz sein muss, um deutliche Schwärmsporenbildung zu veranlassen. Da der Versuch auch gelingt bei Anwendung einer künstlichen Lichtquelle, so lässt sich eine genauere Bestimmung machen. Es würde mich hier zu weit führen auf die Versuchsanordnung ausführlich einzugehen; es genügt die Angabe, dass in der einen Versuchsreihe eine Gasglühlampe Auer'scher Konstruktion, bei einer zweiten 2 solcher Lampen benutzt wurden, welche verbunden mit einem Gasmesser und einem genauen Elster'schen Gasdruckregulator Tag und Nacht eine konstante Lichtquelle bildeten. Diese Lampen zeichnen sich vor gewöhnlichen Gaslampen dadurch aus, dass sie bei geringem Gasverbrauch viel Licht und relativ wenig Wärme ausstrahlen. Wasserkulturen von *Vaucheria* wurden 25 cm von der Lichtquelle entfernt gestellt und einige Tage derselben ausgesetzt. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass keine Schwärmsporenbildung erfolgt war, wurden dieselben Kulturen um 50 cm weiter entfernt, sodass die Lichtintensität auf $^1/_9$ der früheren Stärke sank. Eine Folge dieser Veränderung war Schwärmsporenbildung. Bei guten empfindlichen Kulturen genügte bereits eine Verminderung der Lichtintensität auf $^1/_4$ der früheren Stärke, um das gleiche Resultat zu erhalten. Ebenso gelangen die Versuche mit *Vaucheria*-Kulturen, welche einige Zeit 50 cm von der Lichtquelle entfernt gestanden hatten und dann um 50 cm weiter gerückt worden waren. In allen diesen Fällen wirkt die Verminderung der Lichtintensität als Anlass für die Erregung der Schwärmsporenbildung. Nach einiger Zeit beobachtet man genau wie beim Tageslicht das Aufhören des Prozesses, und erst eine erneute stärkere Verminderung z. B. eine vollständige Verdunkelung kann wieder zum neuen Anlass werden. Indessen schon bei der Stellung der Kulturen auf 1 m Entfernung von der Lichtquelle, noch auffallen-

der bei 1,50—2 m, oder bei Benutzung von schwachem Tageslicht bemerkt man, dass eine geringe Lichtintensität als solche begünstigend auf die Schwärmsporenbildung wirkt, sodass dieselbe längere Zeit fortgehen kann. Warum das Licht bei diesen Versuchen in solcher Weise wirkt, lässt sich leider bisher nicht erkennen, ebensowenig wie die Rolle des Lichtes bei andern physiologischen Prozessen erklärt werden kann. Doch erscheint es wichtig zu betonen, dass bei *Vaucheria* das Licht nur indirekt beteiligt sein kann. Die Pflanze kann sich mit Hilfe der gewöhnlichen Nahrungsstoffe unabhängig vom Licht ungeschlechtlich fortpflanzen. Der Einfluss der Verminderung der Lichtintensität lässt sich vielleicht in der Weise erklären, dass sie zunächst auf die anderen Zellfunktionen, wie z. B. Ernährung, Wachstum wirkt, dieselben in irgend welcher, nicht näher bekannten Art verändert, infolge dessen für die Entfaltung der Schwärmsporenbildung freie Bahn geschaffen wird. Wir hätten nach dieser Annahme es hier mit einem Fall der sog. Korrelationserscheinungen zu thun, welche für das Leben innerhalb einer Zelle von sehr großer Bedeutung sind. Ein anderes Beispiel unter den Algen lässt einen direkteren Einfluss des Lichtes auf die Schwärmsporenbildung erkennen, und das ist der Fall bei *Hydrodictyon utriculatum*, dem von mir früher untersuchten Wassernetz. Wenn ein kräftiges Netz bei günstiger Temperatur in nährsalzreichem Medium bei heller Beleuchtung kultiviert wird, so entsteht in ihm eine äußerst lebhafte Neigung zur Schwärmsporenbildung. Dieselbe erfolgt in wenigen Tagen z. B. nach Ueberführung in reines Wasser. Für den Verlauf des Prozesses muss aber das Licht mitwirken; schon eine zweitägige konstante Verdunkelung verhindert die Schwärmsporenbildung. Hier kann von einem Nahrungsmangel nicht die Rede sein. Vielmehr erhält man den Eindruck, als wenn das Licht an irgend einer Stelle im Verlauf des Prozesses eingreifen, vielleicht bestimmte chemische Veränderungen einleiten müsse, welche für ihn notwendig sind. Wichtig ist die Thatsache, dass unter besonderen Umständen bei Anwendung von 1 % Maltose und einer konstanten Temperatur von circa 26° Schwärmsporenbildung im Dunkeln stattfinden kann, sodass also die bei normalem Verlaufe notwendige Rolle des Lichtes ausnahmsweise ersetzt werden kann. Daher ist auch bei *Hydrodictyon* das Licht noch nicht in so spezifischer, unersetzlicher Weise wesentlich wie in später zu besprechenden Fällen.

Die angeführten Beobachtungen zeigen, dass das Licht für die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Algen in verschiedenem Grade maßgebend, jedenfalls für eine Reihe Fälle von Bedeutung ist. Unzweifelhaft werden weitere Untersuchungen in dieser Richtung noch eine Menge neuer Thatsachen aufdecken.

Auf die Algen folgen als nächste höhere Klasse grüner Pflanzen die Bryophyten oder Moose. Sie zeichnen sich durch die Fähigkeit aus in der mannigfaltigsten Weise und in äußerst hohem Grade auf

ungeschlechtlichem Wege sich fortzupflanzen. Das massenhafte Vorkommen der Moos-Individuen findet dadurch seine Erklärung. So gut wir nun über die Morphologie der Fortpflanzung unterrichtet sind, so völlig mangelt eine Untersuchung der Frage, inwieweit die verschiedenen Formen der Fortpflanzung von äußeren Bedingungen abhängig seien. Seit einiger Zeit mit dieser Untersuchung beschäftigt, welche naturgemäß eine Reihe von Jahren in Anspruch nimmt, möchte ich hier nur einige Thatsachen erwähnen, welche sich auf den Einfluss des Lichtes beziehen. Ich will mit den Laubmoosen beginnen, für deren Entwickelungsgang charakteristisch ist, dass die in der Mooskapsel gebildete Spore bei der Keimung einen algenartigen Vorkeim erzeugt, das Protonema. An diesem entsteht durch seitliche Sprossung die beblätterte geschlechtliche Moospflanze. Sehr leicht lässt sich diese Thatsache bei *Funaria hygrometrica* beobachten, einem sehr verbreiteten Laubmoose, bei welchem der berühmte Bryologe W. Ph. Schimper die Keimung schon beschrieben hat, dessen Beobachtungen durch Müller-Thurgau noch erweitert wurden. Für die Untersuchung der Frage, von welchen Umständen die Bildung der Moosknospe an dem Protonema abhänge, wurden Aussaaten von Sporen in verdünnter Nährlösung, auf feuchtem Sand, Torf etc. gemacht. In einigen Wochen entsteht bei heller Beleuchtung ein üppig wachsendes, schön grünes Protonema, welches aus verzweigten Zellfäden zusammengesetzt ist. Die wesentlichste Bedingung für das Auftreten der Moosknospen ist das Licht, und dieses darf nicht unter eine bestimmte Grenze der Intensität sinken. Wenn man 3—4 Wochen altes kräftiges Protonema halbdunkel z. B. im Hintergrunde eines sonst hellen Zimmers aufstellt, so treten an ihm keine Moosknospen auf, während dieselben an den am Fenster stehenden Kulturen sich reichlich zeigen. Eine solche Kultur im Halbdunkel kann ruhig fortvegetieren, sie assimiliert noch, sie wächst noch, aber sie ist nicht im Stande die Moospflanze zu bilden. So besitze ich z. B. sterile Protonema-Kulturen, welche über 2 Jahre alt sind, während unter normalen Umständen das Protonema von *Funaria* zu Grunde geht, nachdem es nach wenigen Wochen die Moosknospen erzeugt hat. Wir haben also hier die interessante Thatsache, dass eine an und für sich rasch vergängliche Jugendform lange, vielleicht sehr lange fortleben kann, wenn sie verhindert wird die höhere Stufe ihrer Entwickelung zu erreichen. Bei den Algen ist bereits ein solcher Fall bekannt, welcher die Süßwasserfloridee *Batrachospermum* betrifft. Sirodot hat nachgewiesen, dass die Sporen dieser Alge einen Vorkeim bilden, an welchem unter normalen Bedingungen die Geschlechtspflanze früh entsteht; aber dieser Vorkeim kann auch lange Zeit selbständig vegetieren und ist früher als eine besondere Gattung *Chantransia* beschrieben worden. Nun hat Sirodot es wahrscheinlich gemacht, dass diese üppige und selbständige Vegetation des Vorkeims durch schwaches Licht bedingt ist. Wenn

die experimentelle Untersuchung diese Vermutung bestätigte, so würde eine weitgehende Analogie in dem Verhalten des Vorkeims von Moosen und *Batrachospermum* bestehen. Goebel[1]) hat bereits auf diese Analogie klar hingewiesen.

Die wichtigste Frage, welche sich jetzt darbietet, bezieht sich auf die Art der Einwirkung des Lichtes. Dreiwöchentliches kräftig ernährtes Protonema besitzt eine große Menge der gewöhnlichen Nahrungsstoffe, welche für längere Zeit ein Leben im Dunkeln ermöglichen, daher kann es nicht Mangel an solchen Stoffen sein, welcher die Bildung der Knospen bei schwächerem Licht verhindert, das sogar noch einen gewissen Grad der Ernährung gestattet. Die Annahme drängt sich hier auf, dass für die Entstehung der Moosknospen bestimmte chemische Prozesse notwendig seien, die erst bei einem relativ starken Licht oder wenigstens dann erst in genügendem Grade eintreten. Um Missverständnisse zu verhüten, will ich mich noch etwas näher erklären. Jede Protonema-Zelle besitzt an und für sich die Fähigkeit eine Moosknospe durch seitliche Sprossung zu bilden; diese Fähigkeit denke ich mir entsprechend den Anschauungen von Nägeli, de Vries u. a. gebunden an einen bestimmt organisierten, materiellen, unsichtbar kleinen Träger, den ich als Anlage bezeichne. Diese Anlage kann sich nur entwickeln, wenn innerhalb der Zelle ein ganz bestimmter Komplex von Bedingungen verwirklicht ist, welcher in gesetzmäßiger Abhängigkeit von der Außenwelt steht. Von äußeren Bedingungen sind neben einer günstigen Temperatur, dem Vorhandensein von Feuchtigkeit, Sauerstoff, vor allem wichtig die gewöhnlichen, für alle Pflanzen notwendigen Nahrungsstoffe, welche teils direkt durch die Assimilation der Kohlensäure wie die Kohlehydrate, teils aus diesen und den der Umgebung entnommenen Nährsalzen gebildet werden. Diese Bedingungen genügen vollständig für das Wachstum der Protonema-Zellen, für ihre Teilung; sie genügen nicht für die Bildung der Moosknospen. Jetzt muss intensives Licht eingreifen, chemische Prozesse hervorrufen, Umbildung der Nahrungsstoffe in Stoffe besonderer Art einleiten, welche erst die schlummernde Anlage zur Entfaltung bringen. Man könnte auch daran denken, dass durch das Licht gewisse physikalische Verhältnisse der Zelle wie z. B. der Zellsaftdruck etc. in bestimmter Richtung verändert werden. Doch würden auch diese Wirkungen schließlich auf chemische, vom Licht angeregte Prozesse zurückzuführen sein.

Meine Annahme wird noch durch andere Thatsachen wesentlich gestützt. Schon W. Ph. Schimper beobachtete, dass abgeschnittene Blätter von *Funaria*, feucht gehalten, *Protonema* entwickeln, an welchem Moosknospen entstehen. Die Beobachtungen lassen sich leicht

---

1) Vergl. Goebel's interessante Arbeit, Ueber die Jugendzustände der Pflanzen. Flora 1889.

bestätigen, am günstigsten bei Anwendung von verdünnten Nährsalzlösungen. Die Frage stellt sich ein, ob das Blatt-Protonema sich zum Licht gleich verhalte wie das Sporen-Protonema. Die Untersuchung zeigt die überraschende Erscheinung, dass überhaupt Blatt- und Sporen-Protonema verschiedene physiologische Eigenschaften besitzen. An dem letzteren entstehen selbst bei günstigster Beleuchtung erst nach 4—5 Wochen die Moosknospen; an dem Blatt-Protonema zeigen sich dieselben schon in den ersten 8 Tagen. Wichtiger ist es, dass das Blatt-Protonema sehr viel unabhängiger vom Licht erscheint, dass an ihm die Moosknospen bei derselben Beleuchtung entstehen, bei welcher das Sporen-Protonema völlig steril bleibt. Sogar bei äußerst schwacher Beleuchtung, fast im Dunkeln, entwickeln sich an den langen und kaum verzweigten, farblosen Fäden des Blatt-Protonema einzelne Knospen, welche wegen des eintretenden Mangels an Nahrungsstoffen nur kümmerlich bleiben. Wir müssen aus diesen Beobachtungen schließen, dass in den Zellen der Blätter resp. auch des Moosstengels gerade jene Substanzen bereits vorhanden sind, welche für die Bildung der Moosknospen notwendig sind, sodass das Blatt-Protonema gleich dazu im Stande ist, während das Sporen-Protonema diese Fähigkeit erst nach längerer Einwirkung des Lichtes erhält. Sehr wahrscheinlich entstehen aber die betreffenden Substanzen in den Blättern erst durch den Einfluss des Lichtes.

Die zweite Abteilung der Bryophyten bilden die Lebermoose (*Hepaticae*), welche bis jetzt sehr scharf von den Laubmoosen geschieden sind. Neben den Unterschieden, welche sich auf die Entwickelung, den Bau der Sporenkapsel beziehen, fällt bei den Lebermoosen ferner der Mangel eines ausgebildeten Protonema sehr auf. Die Sporen mancher Formen erzeugen einen einfachen Keimschlauch, an dessen Spitze die neue Moospflanze entsteht, oder bei anderen Formen tritt ein kurzer bisweilen verzweigter Zellfaden auf, aus dessen Ende die Knospe hervorgeht. Noch abweichender verhalten sich die Lebermoose wie *Radula* etc., bei welchen die Spore gleich einen Zellkörper bildet, der in die Knospe übergeht [1]). Gemäß den Untersuchungen von Leitgeb [2]) ist die Keimung der Lebermoossporen in hohem Grade vom Lichte abhängig. Ein Licht mittlerer Intensität ist im Allgemeinen am günstigsten, während bei schwachem Licht zwar noch ein Keimschlauch oder Keimfaden gebildet werden kann, welcher aber keine

1) Nur seltene Fälle sind es, in denen ein stark entwickeltes Protonema eines Lebermooses bekannt ist. Sehr interessant ist in dieser Beziehung die *Protocephalozia ephemeroides*, welche von Spruce entdeckt wurde und auf welche Goebel neuerdings aufmerksam gemacht hat. Das Protonema ist stärker entwickelt als die an ihm sitzenden Geschlechtspflanzen, ähnlich wie bei dem Laubmoos *Ephemerum*. Vergl. Goebel, Archegoniatenstudien. Flora 1893.

2) Leitgeb, Die Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Licht. Sitzungsber. d. Wiener Akad., Bd. 74, 1876.

Knospe erzeugt und überhaupt früh zu Grunde geht. Diese Thatsachen ließen erwarten, dass bei geeigneter Versuchsanstellung es doch gelingen würde ein steriles Protonema in ähnlicher Weise wie bei *Funaria* zu erhalten. Sät man die Sporen von *Jungermannia bicuspidata*, *porphyroleuca* u. a. in verdünnter Nährlösung aus und stellt die Kultur in helles Licht, so entwickelt sich in einigen Wochen aus jeder Spore ein kurzzelliger, zum Teil etwas verzweigter Faden. Bevor noch irgend eine Andeutung von einer Moosknospe zu finden ist, bringt man die Kultur in schwaches Licht, z. B. in den Hintergrund eines Zimmers wie bei den Versuchen mit den Laubmoosen. Langsam wächst der kleine Vorkeim weiter und bildet schließlich verzweigte Fadenknäuel, welche steril bleiben und sich bis jetzt über 9 Monate erhalten haben, sodass wir ein relativ sehr langlebiges und ausnahmsweise entwickeltes Protonema eines Lebermooses gewonnen haben. Wird dasselbe an helles Licht gebracht, so werden nach kurzer Zeit die Moospflänzchen erzeugt. So konnten z. B. bei *Chiloscyphus* an dem Protonema einer Spore mehrere Pflänzchen entstehen wie bei den Laubmoosen. Dieselben Folgerungen, welche sich bei der Untersuchung der Laubmoose aufdrängen, werden auch für die Lebermoose gelten. Dafür spricht das Gelingen des anderen Versuches mit abgeschnittenen Blättern. Solche von *Lophocolea bidentata*, in Nährlösung hell kultiviert, entwickeln zahlreiche Knospen aus den Randzellen ohne vorhergehende Bildung eines Protonema. Derselbe Versuch gelingt aber auch in einem schwachen Lichte, in welchem das Sporen-Protonema steril bleibt. Auf die zahlreichen andern Erscheinungen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bei Laub- und Lebermoosen will ich nicht weiter eingehen, da meine Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind. Die angeführten Beobachtungen genügen, um die Wichtigkeit des Lichteinflusses für die Fortpflanzung der Moose deutlich hervortreten zu lassen. Für die Klasse der Farnpflanzen wird die weitere Forschung ebenfalls den bedeutsamen Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung ungeschlechtlicher Art feststellen. An einem Beispiel will ich einen solchen Einfluss nachweisen, welcher überdies in einer von den Moosen abweichenden Weise sich bemerkbar macht. Schon mehrere Beobachter wie Hofmeister, Goebel, de Bary u. a. haben gefunden, dass die Geschlechtsgeneration der Farne, das *Prothallium*, die Fähigkeit besitzt mit Hilfe von Adventivsprossen sich zu vermehren, welche meistens aus dem Rande hervorgehen. Bei zahlreichen von mir untersuchten Arten spielt das Licht für diese Vermehrung eine wichtige Rolle. Wenn man Sporen z. B. von *Polypodium aureum* auf Torf aussät und dafür sorgt, dass die sich entwickelnden Prothallien ohne gegenseitige Berührung ganz frei sich ausbilden können, so entstehen bei heller Beleuchtung die bekannten herzförmigen Blättchen, auf welchen später die Geschlechtsorgane erscheinen. Bringt man junge Torfkulturen, ohne sonst irgend etwas an

ihnen zu ändern, in schwaches Licht, so entwickeln sich nach einiger Zeit eine große Menge von Adventivsprossen durch Auswachsen von Randzellen zu kürzeren oder längeren Fäden, welche dann in kleine Flächen übergehen können. Das schwache Licht ist in diesem Falle der Anlass für diese im intensiven Licht nicht auftretende Vermehrung[1]). Noch viel lebhafter und eigenartiger vermehrt sich *Pteris cretica*, bei welchem Farn de Bary die Sprossung beschrieben hat, ohne auf die Bedingungen für diese näher einzutreten. Nimmt man jüngere oder ältere Prothallien dieser Pflanze und kultiviert dieselben in Nährlösungen in schwachem Licht, so wachsen oft die Mehrzahl der Randzellen zu langen Zellfäden aus, welche ihrerseits sich verzweigen und schließlich vollkommen eine Protonema ähnliche Fadenmasse bilden. Erst bei intensivem Licht gehen die Spitzen dieser Fäden zur Bildung von flächenförmigen Prothallien über. Noch mehr erinnern die Fäden von *Pteris* an das Fadenprothallium der Farngattung *Trichomanes*. Goebel[2]), welcher hier die eigenartigen Verhältnisse der Geschlechtsgeneration geschildert hat, betrachtet *Trichomanes* als die niedrigste Form der Farne und schließt dieselbe direkt an die einfachste Moosform *Buxbaumia* an.

Wenn wir jetzt zu der Frage nach dem Lichteinfluss auf die geschlechtliche Fortpflanzung übergehen, so ist zunächst hervorzuheben, dass das Problem noch sehr viel schwieriger und verwickelter erscheint als bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, sodass unsere völlige Unkenntnis der inneren und äußeren Bedingungen erklärlich ist. Bei der Mehrzahl der Pflanzen treten die Geschlechtsorgane regelmäßig auf, sie erscheinen als notwendige Stufen des auf inneren Gründen beruhenden Entwickelungsganges. Bei niederen Pflanzen macht es oft denselben Eindruck, oder die geschlechtliche Befruchtung tritt sehr unregelmäßig, scheinbar höchst willkürlich auf, sodass es oft ein großer Glückszufall ist dieselbe überhaupt beobachten zu können. Doch ist es zweifellos, dass die Außenwelt bei allen Pflanzen in sehr viel höherem Grade als bisher zu vermuten war, für die Bildung der Geschlechtsorgane bedeutsam ist. Meine mehrjährigen Erfahrungen haben mir die feste Ueberzeugung gegeben, dass bei der Mehrzahl der Algen die Sexualorgane unter ganz bestimmten äußeren Umständen auftreten, welche bald leichter bald schwerer in der freien Natur sich verwirklichen. Diese Umstände genau kennen zu lernen ist zunächst die Hauptaufgabe; hat man sie einmal erforscht, so muss jede Art, auch die sonst selten fructifizierende, jederzeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung zu bringen sein. Unter den äußeren Faktoren, welche

1) Ich will noch nicht behaupten, dass derselbe Prozess nicht vielleicht auch durch andere Faktoren herbeigeführt werde. Jedenfalls ist bis jetzt schwaches Licht das einfachste und beste Mittel um die Adventivbildung zu veranlassen.

2) Goebel, Archegoniatenstudien I. Flora 1892.

in Betracht kommen, spielt jedenfalls das Licht eine wichtige Rolle, nur ist die Entscheidung über Grad und Wirkungsart desselben auch hier viel schwerer zu treffen. Die Schwierigkeit hängt mit der sehr allgemein geltenden Regel zusammen, dass für die Bildung der Sexualorgane eine reichliche Ansammlung von organischen Substanzen notwendig ist. Dieselbe kann und wird in vielen Fällen dadurch erreicht werden, dass das Nahrung verbrauchende Wachstum behindert wird. Wie seit lange aus den praktischen Erfahrungen der Pflanzenzüchter bekannt ist, dient eine Hemmung des Wachstums in vielen Fällen zur Förderung der Geschlechtsthätigkeit. Aber außerdem wird eine lebhafte Ernährung immer eine wichtige Voraussetzung für den Eintritt des Sexual-Prozesses sein, und das Licht wird deshalb an und für sich schon sehr wichtig für die geschlechtliche Fortpflanzung erscheinen. Es wird um so schwieriger sein die besonderen Wirkungen des Lichtes zu erkennen, je verwickelter der Bau der Sexualorgane ist, je längere Zeit für die Bildung derselben in Anspruch genommen wird.

Am einfachsten lässt sich die Frage lösen bei niedrig stehenden Algen, bei welchen in wenigen Tagen der Befruchtungsprozess erfolgen kann; das ist der Fall z. B. bei dem Wassernetz, bei welchem bewegliche Schwärmer, die Gameten, erzeugt werden, durch deren Kopulation die Dauerzyste, die Zygote, entsteht. Die Bildung derselben ist unabhängig vom Licht: selbst nach wochenlangem Aufenthalt im Dunkeln können in den Zellen Gameten erzeugt werden, vorausgesetzt, dass organische Nahrung z. B. Rohrzucker den Zellen zugeführt wird. Trotzdem kann ebenso wie bei der Schwärmsporenbildung von *Vaucheria* auch bei *Hydrodictyon* eine Verminderung der Lichtintensität wesentlich förderlich für die Gametenbildung sein, sodass man bei ein und demselben Netz ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung hervorrufen kann, bloß dadurch, dass die eine Hälfte hell, die andere dunkel resp. schwach beleuchtet gehalten wird. Auch hier wird die Bedeutung des Lichtes im selben Sinne wie bei *Vaucheria* aufzufassen sein; die Verminderung der Lichtintensität wird Wachstum, ungeschlechtliche Fortpflanzung behindern und dadurch die Gametenbildung befördern, wenn sonst die für dieselben wesentlichen Bedingungen vorhanden sind.

Viel unmittelbarer greift das Licht bei *Vaucheria* ein; ein üppig ernährter Rasen von *Vaucheria sessilis* erzeugt in wenigen Tagen bei heller Beleuchtung Geschlechtsorgane. Im Dunkeln entsteht keine Andeutung derselben; das Einzige was sich bisher erreichen lässt, ist die Ausbildung der im Licht angelegten Organe. Es ist nicht nötig die Pflanze zu verdunkeln; schwaches Zimmerlicht wirkt ebenso hemmend auf die Bildung der Geschlechtsorgane ein, während die Ernährung, das Wachstum in demselben noch fortgehen können. So gelingt es in schwachem Licht mehrere Jahre *Vaucheria*-Kulturen steril zu erhalten, obwohl dieselben im natürlichen Verlauf der Dinge

nach einigen Wochen lebhafter sexueller Fortpflanzung abzusterben pflegen. Mangel an Nahrungsstoffen kann bei *Vaucheria* nicht die Ursache der Sterilität sein; durch keine bekannte organische Substanz lässt sich bisher der Einfluss des Lichtes ersetzen. Vielmehr muss derselbe hier wie bei den Moosen in spezifischer Weise wirksam sein und zwar hauptsächlich für die erste Entfaltung der in jedem kleinen *Vaucheria*-Stück enthaltenen Anlage der Geschlechtsorgane.

Bei allen Versuchen mit *Vaucheria* wird vorausgesetzt, dass die sonstigen Bedingungen, welche für die geschlechtliche Fortpflanzung nötig erscheinen, vorhanden sind. Man kann auch auf anderem Wege die Bildung der Sexualorgane hemmen, wenn man z. B. *Vaucheria* bei heller Beleuchtung einer niederen Temperatur von 0—3° aussetzt, oder wenn man sie in lebhaft fließendem Wasser kultiviert. Indessen kann durch Verminderung der Lichtintensität weitaus am einfachsten und sichersten die geschlechtliche Sterilität von *Vaucheria* erreicht werden.

Ein ähnliches Verhalten wie *Vaucheria* weisen nach meinen neueren Untersuchungen auch andere Algen auf. Die Konjugationserscheinungen bei *Spirogyra Weberi, Closterium Lunula*, *Cosmarium Botrytis*, die Bildung der Geschlechtsorgane von *Oedogonium diplandrum* und andern Arten sind gebunden an helle Beleuchtung. Nur lässt sich noch nicht in allen diesen Fällen so klar der spezifische Einfluss des Lichtes erkennen, weil die übrigen äußeren Bedingungen der Art und dem Grade ihrer Wirkung nach nicht so genau erforscht wurden. Auch den Einfluss des Lichtes auf die geschlechtliche Fortpflanzung der Moose will ich hier nicht weiter berühren, obwohl es leicht festzustellen ist, dass bei den Lebermoosen wie *Lunularia*, *Marchantia*, *Pellia*, bei Laubmoosen wie *Funaria*, *Barbula* die Erzeugung der weiblichen Sexualorgane durch schwaches Licht behindert wird. Bisher lässt sich aus dieser Thatsache noch kein sicherer Schluss ziehen, denn da bei den Moosen die Bildung dieser Organe längere Zeit erfordert, so kann die Hemmung durch schwaches Licht auf ungenügender Ernährung beruhen. Das Gleiche gilt auch bis jetzt für meine Untersuchungen über den Lichteinfluss auf die Protallien der Farnpflanzen. Es gelingt bei Kultur einiger Arten in schwachem Licht, diese sonst kurzlebige Geschlechtsgeneration längere Zeit (1 Jahr und darüber) lebend und steril zu erhalten. Ich hoffe später Gelegenheit zu finden ausführlich auf diese Pflanzen zurückzukommen.

Von ganz besonderem Interesse erscheint die Frage nach der Rolle des Lichtes bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der Phanerogamen. Eigene Untersuchungen habe ich bis jetzt nicht darüber angestellt, ich möchte aber im Hinblick auf die Verhältnisse bei den Kryptogamen die wichtigsten Thatsachen bei den Phanerogamen besprechen. Neben manchen mehr gelegentlichen und wenig entscheidenden Beobachtungen sind nur wenige experimentelle Arbeiten er-

schienen. Vor allem hat Sachs[1]) auf diesem Gebiete die wichtigsten Forschungen angestellt. Die ersten Untersuchungen von Sachs zeigten, dass Zwiebeln von Hyazinthen, Tulpen, *Crocus* im Dunkeln getrieben, vollkommen normale Blüten entwickeln. Askenasy[2]), welcher später ähnliche Versuche anstellte, bestätigte diese Resultate, wenn er auch bei einzelnen Arten z. B. bei dunkelblauen Hyazinthen, bei *Antirrhinum majus* eine Schwächung der Farbenintensität beobachtete. Bei anderen Pflanzen dagegen z. B. *Tropaeolum majus*, *Cheiranthus Cheiri*, *Cucurbita* etc. bemerkte Sachs, dass die Blüten sich nicht im Dunkeln normal ausbildeten, obwohl die im Dunkeln wachsenden Triebe fortfuhren vegetative Organe zu bilden. Daraus folgerte Sachs, dass es bei der Bildung der Blüten nicht auf die Masse der Bildungssubstanz, sondern auf die besondere Qualität derselben ankäme. Er machte eine große Reihe weiterer Versuche, bei welchen die beblätterte Pflanze dem Licht ausgesetzt war, während der Gipfelspross in einen dunklen Behälter eingeführt wurde. Unter diesen Umständen bildeten die vorhin genannten Pflanzen im Dunkeln normale Blätter und auch Früchte aus. Für *Cucurbita* und *Petunia* gibt Sachs bestimmt an, dass ein Teil der Blüten erst im Dunkeln überhaupt durch Neubildung entstanden waren. Diese Versuche beweisen, dass die im Licht assimilierenden Blätter alle die für Blätter notwendigen Bildungssubstanzen erzeugen, sodass deren normale Ausbildung im Dunkeln erfolgen kann. Auf der andern Seite lassen aber diese Versuche nicht klar genug erkennen, ob und in welchem Grade das Licht neben seiner Wirkung bei der Ernährungsthätigkeit der Blätter noch eine spezifische Rolle für die Bildung besonderer Blütenstoffe spielt, sodass z. B. Frank[3]) in seinem neuesten Lehrbuch gerade auf diese Versuche von Sachs hin den Satz aufgestellt hat, dass auf das Blütenwachstum Licht oder Dunkelheit überhaupt ohne Einfluss seien.

Noch weniger entscheidend können in der vorliegenden Frage die Beobachtungen anderer Forscher sein. — Kerner[4]) hat z. B. beobachtet, dass im Schatten stehende Pflanzen wie *Epilobium angustifolium* keine Blüten oder nur in geringer Zahl hervorgebracht hatten. Ferner macht Kerner darauf aufmerksam, dass im Allgemeinen Pflanzenstöcke an ihren beschatteten Teilen vorwaltend Laubknospen, an ihren besonnten Teilen mehr Blütenknospen entwickeln. Einige Versuche hat Möbius angestellt. Er kultivierte eine Anzahl Pflanzen wie *Borago officinalis*, *Phalaris canariensis*, *Andropogon Ischaemum* in Töpfen und stellte einige sonnig und feucht, andere sonnig und

1) Sachs, Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie 1892; die in Betracht kommenden Arbeiten stammen aus den Jahren 1863—1864.

2) Askenasy in: Botanische Zeitung, 1876.

3) Frank, Lehrbuch der Botanik, Bd. I, 1892.

4) Kerner, Pflanzenleben, Bd. II, S. 388.

trocken, eine dritte Reihe schattig und feucht, eine vierte schattig und trocken. Die Resultate sprechen für einen fördernden Einfluss einerseits der Trockenheit, anderseits auch des Lichtes. Bei allen diesen und ähnlichen Beobachtungen lässt sich wohl die Folgerung ziehen, dass im Allgemeinen für viele Pflanzen helle Beleuchtung die Blütenbildung befördert; aber es ist nicht möglich die verschiedenen Wirkungen des Lichtes dabei klar auseinanderzuhalten.

Von entscheidender Bedeutung sind nun in dieser Frage nach dem Lichteinfluss die Versuche von Sachs[1]), bei welchen die Wirkungen eines Lichtes geprüft wurden, das seiner ultravioletten Strahlen beraubt war. Sachs kultivierte Pflanzen von *Tropaeolum majus* innerhalb geschlossener Kästen, deren eine dem Licht zugekehrte Wand durch eine gläserne Cuvette ersetzt war, durch die allein das Licht zu den Versuchspflanzen dringen konnte. Bei den einen Kästen wurde in die Cuvette reines Wasser gegeben, bei den andern eine Lösung von schwefelsaurem Chinin, welche die Fähigkeit besitzt den ultravioletten Teil des Sonnenspektrums durch Fluorescenz in Strahlen von geringerer Brechbarkeit umzuwandeln, Die Versuchspflanzen erhielten daher bei der einen Reihe der Kästen nur Licht, welchem die ultravioletten Strahlen fehlten; in Bezug auf Helligkeit war dagegen kein Unterschied gegenüber den Kontrollpflanzen hinter reinem Wasser zu bemerken. Die Versuche, welche während mehrerer Jahre durchgeführt wurden, zeigten, dass die *Tropaeolum*-Pflanzen hinter der Cuvette mit reinem Wasser zahlreiche Blüten bildeten, während hinter der Chininlösung die Blütenbildung fast vollständig unterdrückt war. So gibt z. B. Sachs an, dass 20 Pflanzen hinter Wasser 56 Blüten gebildet hatten, während hinter der Chininlösung an 26 Pflanzen nur eine verkümmerte Blüte entstanden war. Casimir de Candolle[2]) hat mit der gleichen Pflanze entsprechende Versuche gemacht und die gleichen Resultate erhalten, während die Versuche mit *Lobelia Erinus* hinter einer Lösung von Aesculin, die ähnlich wie Chinin fluoresciert, nicht so prägnante Resultate ergeben haben.

Die von Sachs beobachtete Thatsache des Einflusses der ultravioletten Strahlen auf die Blütenbildung ist von sehr großem Interesse; sie ist die erste sicher nachgewiesene, welche eine spezifische Rolle des Lichtes für die geschlechtliche Fortpflanzung kennen gelehrt hat. In welcher Weise und in welchem Stadium der Blütenentwicklung die ultravioletten Strahlen bei *Tropaeolum* wirksam sind, ist völlig rätselhaft. Sachs glaubt durch diese Versuche seine schon früher ausgesprochene Hypothese über die Ursachen der Formbildung bestätigt zu

---

1) Sachs, Arbeiten des Würzburger Instituts, Bd. III, 1886; vergl. auch seine gesammelten Abhandlungen, Bd. I.

2) C. de Candolle, Étude sur l'action des rayons ultraviolets sur la formation des fleurs. Archives des scienc. phys. et nat., T. 28, 1892.

sehen. Er nimmt an, dass in den Blättern neben den gewöhnlichen Nahrungsstoffen durch den Einfluss der ultravioletten Strahlen Stoffe besonderer Art in äußerst geringen Quantitäten erzeugt werden, welche, nach den Vegetationspunkten hingeleitet, gleich Fermenten die dort hinströmende Nahrungssubstanz umwandeln und dadurch die Blüten hervorrufen. Durch die Annahme solcher ungeformter und doch formbildender Blütenfermente steht Sachs in scharfem Gegensatz zu der heutzutage mehr vorwaltenden und auch von mir vertretenen Anschauung, nach welcher die Form der Blüten auf einer im Vegetationspunkte vorhandenen, bereits irgendwie geformten Anlage beruht. Auf keinen Fall können die Versuche von Sachs in dieser prinzipiellen und überhaupt zunächst unlösbaren Streitfrage eine Entscheidung herbeiführen; es handelt sich um rein hypothetische vorläufige Anschauungen. Die Versuche mit *Tropaeolum* können vielleicht in derselben Weise gedeutet werden, wie ich es im Vorhergehenden für die Kryptogamen gethan habe. Man kann die Annahme machen, dass für die Entfaltung der in irgend welcher Form vorhandenen Anlage der Fortpflanzungsorgane neben den gewöhnlichen Nahrungstoffen noch chemische Prozesse besonderer Art thätig sein müssten, welche in vielen Fällen vom Licht abhängig sind.

Von großer Bedeutung würde es sein die Versuche von Sachs auf andere Pflanzen auszudehnen, um zu erforschen, inwieweit das Resultat allgemeine Giltigkeit beanspruchen dürfe. Sachs macht selbst darauf aufmerksam, dass die chlorophyllfreien Parasiten jedenfalls ihre Blüten in vollständiger Dunkelheit entwickeln. Daher will Sachs das für *Tropaeolum* gefundene Resultat nur für die grünen Pflanzen gelten lassen. Es war für mich eine interessante Frage, wie die von mir untersuchten Kryptogamen sich verhalten. Aus meinen Untersuchungen geht mit Sicherheit hervor, dass die Intensität des Lichtes die entscheidende Rolle spielt in allen denjenigen Fällen, wo es für die Fortpflanzungserscheinungen überhaupt maßgebend ist. Diese Seite des Problems hat Sachs in seinen Untersuchungen gar nicht berührt. Erst in zweiter Linie kommt der Einfluss der Strahlengattung in Betracht. Denn in jeder Strahlengattung vom Rot bis Violett, genügende Intensität vorausgesetzt, erfolgt bei *Vaucheria sessilis* schließlich die Bildung der Geschlechtsorgane. Doch zeigt sich im Allgemeinen, dass die blauviolette Hälfte des Spektrums wichtiger für diesen Prozess ist als die rotgelbe. Hinter einer Lösung von Pikrinsäure, welche für das Auge hell durchsichtig erscheint, werden die Sexualorgane langsamer gebildet als hinter einer Lösung von Kupferoxydammoniak, welche fast undurchsichtig erscheint. Dagegen treten hinter Chininlösung in der Mehrzahl der Fälle die Geschlechtsorgane ebenso bald auf wie hinter reinem Wasser.

Die von mir gegebene Darstellung unserer Kenntnisse über den Lichteinfluss auf die Fortpflanzung der Gewächse weist erst eine kleine

Anzahl feststehender Thatsachen nach, sie lässt indessen klar erkennen, dass auch bei dieser wichtigsten Funktion des Pflanzenorganismus das Licht mächtig einwirkt, und sie lässt voraussehen, dass die Untersuchungen auf diesem Gebiete einen wesentlichen Teil der Physiologie der Fortpflanzung bilden werden.

Ueber die Spezifikation der Furchungszellen und über die bei der Postgeneration und Regeneration anzunehmenden Vorgänge.

Von **Wilhelm Roux** in Innsbruck.

(Schluss.)

Es sei nun meine Argumentation dem Leser zur Beurteilung dargelegt; ich werde mich dabei nur über die bei der Re- und Postgeneration im Allgemeinen anzunehmenden Mechanismen etwas ausführlicher verbreiten.

In früheren und späteren meiner Arbeiten habe ich wiederholt die Probleme der Re- und Postgeneration berührt und mich in kurzen Bemerkungen über die dabei nötigen Vorgänge ausgesprochen. Da ich jedoch nicht gerne mehr Hypothesen ausspreche, als für den gerade vorliegenden Zweck unbedingt nötig ist, so habe ich es bisher unterlassen, meine bezüglichen hypothetischen Auffassungen ausführlicher darzustellen.

Jetzt dagegen ist es durch den Widerspruch O. Hertwig's und H. Driesch's gegen die Deutung meiner Versuchsergebnisse nötig geworden, die Verschiedenheit der beiderseitigen Meinungen bis in ziemlich ferne Konsequenzen hinein zu verfolgen, und dabei besonders auch die Mechanismen der Regeneration zu berücksichtigen.

Ich argumentiere: da sich bei Fröschen, Ctenophoren, Ascidien und Seeigeln die isolierten ersten Furchungszellen zu einzelnen Stücken des Embryo entwickeln können, so ist zu vermuten, dass sie dies auch unter normalen Verhältnissen, d. h. wenn alle Furchungszellen in normaler Weise beisammen sind, thun.

Dass bei den einen dieser Tiere früher, bei den anderen erst später die Ergänzung der Teilbildungen beginnt, beruht auf früherer resp. späterer, durch den Defekt bedingter erfolgreicher Aktivierung der Postgenerationsmechanismen. Die Thatsache der Postgeneration ist außer allem Zweifel. Ihr Vorkommen wird für halbe Frösche und halbe Ctenophoren sogar von D. nicht in Abrede gestellt. Es scheint mir nach den obigen Darlegungen passender, dass wir auch die Ergänzung der typischen Halbbildungen der Echinodermen und Ascidien nicht nach D. bloß auf zufälliges stärkeres Aneinandergleiten von Zellen sondern auf Postgeneration, als Ausdruck der Thätigkeit auf die nachträgliche Herstellung des Ganzen gerichteter Mechanismen, zurückführen,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Klebs Georg Albrecht

Artikel/Article: Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. 641-656