Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel

und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge ans dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gehiete der Zoologie, vergl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen.

XXIV. Bd.

15. Juli 1904.

No 14.

Inhalt: Klebs, Über Probleme der Entwickelung. — Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. —
Petersen, Über indifferente Charaktere als Artmerkmale (Schluss). — Oudemans, Eine
literarische Ergänzung. — Volz, Über die Verbreitung einiger anthropoider Affen in Sumatra. — Häckel, Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen, Keimes- und
Stammesgeschichte. — v. Binneuthal, Die Rosenschädlinge aus dem Tierreiche, deren wirksame Abwehr und Bekämpfung — Seegen-Preis.

Über Probleme der Entwickelung¹). Von Georg Klebs.

TIT.

Die äusseren Bedingungen der Entwickelungsvorgänge.

In dem ersten Abschnitt wurde der Nachweis geführt, dass die Entwickelung von Sempervirum durch äußere Einflüsse in mannigfachster Weise verändert werden kann. In dem zweiten Abschnitt behandelte ich das Problem des Entwickelungsganges von einem allgemeinen Standpunkte aus. Es ergab sich, dass sowohl bei niederen Pflanzen wie auch bei einzelnen genauer geprüften Blütenpflanzen die Außenwelt bestimmend in die Entwickelung eingreift. Jetzt erhebt sich die Frage, welche Einflüsse der Außenwelt eine so entscheidende Rolle spielen. Bei der Besprechung dieser Frage will ich etwas näher auf die niederen Organismen eingehen, da ich bisher nicht dazu gekommen bin, das Beobachtungsmaterial aus früherer Zeit für die vorliegenden Probleme ausreichend zu verwerten. Ich will mein Thema in 6 Unterabschnitten behandeln.

¹⁾ Vergl. Probleme der Entwickelung. I. Bd. XXIV Nr. 8, II. ebenda Nr. 9. XXIV.

1. Über den Begriff des formativen Reizes.

Jeder Entwickelungsvorgang bei einer Pflanze hängt von einer Menge verschiedener äußerer Bedingungen ab, die jedoch für ihm nicht den gleichen Wert besitzen. Schon in meiner ersten Arbeit über Hydrodictyon (1890) sah ich mich genötigt, die Bedingungen in 2 Gruppen zu sondern. Die einen entsprechen den allgemeinen Lebensbedingungen wie sie für jeden Lebensprozess wirksam sind; Pfeffer (1893 S. 4) nennt sie die formalen Bedingungen. Die zweite Gruppe umfasst solche Bedingungen, die für einen bestimmten Entwickelungsvorgang z. B. für die Zoosporenbildung wesentlich und charakteristisch erscheinen. In einer Arbeit (1900) über die Pilze nannte ich sie spezielle Bedingungen und suchte unter diesen. an Herbst mich anschließend, den für die Auslösung des Vorganges wesentlichen morphogenen oder formativen Reiz zu erkennen.

Solche auslösenden Reize lernte man zuerst an den Krümmungsbewegungen der Pflanzen kennen. Sachs, der vielfach die Grundlage unserer Kenntnisse über diese Vorgänge geschaffen hat, übertrug in einer seiner späteren Arbeiten (1894) die gewonnenen Anschauungen direkt auf den Gestaltungsprozess der Pflanzen, indem er diejenigen Formen, welche er als Parallelbildungen innerhalb der großen systematischen Gruppen auffasste, auf die Wirkung spezifischer äußerer Reize zurückführte. Vor allem legte er Gewicht auf die Formbildungen, die durch das Licht und die Schwerkraft hervorgerufen sein sollten und sprach in diesen Fällen von Photo-Barymorphose. Diese Anschauungen wurden durch Herbst (1895) noch erweitert und vertieft, er gab eine kritisch gesichtete Darstellung der verschiedenartigen Morphosen nach den sie veranlassenden äußeren Reizen, die er formative oder morphogene nannte. Er versteht darunter "alle Auslösungsursachen, welche in qualitativer Hinsicht bestimmt charakterisierte Gestaltungsprozesse einleiten". Eine weit schärfer durchgeführte Einteilung der Bedingungen hat Driesch (z. B. 1902 S. 880) versucht. Er bezeichnet als Ursachen der Formbildung diejenigen Faktoren, welche Ort und Qualität oder wenigstens den ersteren bestimmen, und zu diesen rechnet er auch die formativen Reize "die irgend etwas sich als gesondertes Formgebilde Kennzeichnendes hervorrufen, also auch die bestehenden Formgebilde verändern". Alle nicht im obigen Sinne ursächlichen Faktoren, die für die Formbildung jedoch notwendig sind, nennt Driesch (l. c. S. 843) Mittel.

Dagegen faßt Pfeffer (1901 S. 85) die formativen Reize in sehr allgemeinem Sinne auf, als solche, welche die Gestaltungstätigkeit in andere Bahnen lenken, also allgemein oder lokalisiert

eine veränderte Gestaltung bewirken.

Die Entwickelungsprozesse bei Algen und Pilzen lassen sich durch bestimmte äußere Bedingungen mit der Sicherheit einer chemischen Reaktion hervorrufen. Man hätte das Recht, hier von formativen Reizen im Sinne von Herbst und Driesch zu sprechen. Ich habe es auch getan im Hinblick auf sehr einfache Fälle, z. B. der Zoosporenbildung von Saprolegnia, bei der die Verminderung gewisser organischer Nährstoffe die Rolle eines spezifischen formativen Reizes zu spielen schien. Aber vergleichende Betrachtungen an niederen wie höheren Pflanzen führten mich mehr und mehr zu der Überzeugung, dass der Begriff des formativen Reizes als eines spezifischen notwendigen Faktors nicht allgemein anwendbar ist. Es wird für meine weiteren Darlegungen wesentlich sein, die Gründe näher anzuführen.

1. Jede äußere Bedingung kann unter Umständen einen Entwickelungsprozess veranlassen.

Wenn der Bildungsprozess an und für sich erfolgen könnte, aber irgend eine der allgemeinen oder speziellen Bedingungen nicht in richtigem Grade einwirkt, so ist er gehemmt. Er tritt erst dann ein, wenn der richtige Wirkungsgrad der betreffenden Bedingung erreicht ist. So bewirkt eine Nahrungsveränderung bei Saprolegnia keine Zoosporenbildung, wenn der Pilzfaden nicht in Wasser taucht, ebensowenig, wenn er bei einer Temperatur von 33° gehalten wird. Die Herstellung der geeigneten Bedingung löst dann den Prozess aus. In solchen Fällen besteht keine Schwierigkeit, diesen eine Hemmung beseitigenden Reiz von dem den Prozess

erregenden zu unterscheiden.

Wichtiger für den tatsächlichen Entwickelungsgang werden jedoch solche Hemmungen und entsprechenden Auslösungen, wenn er durch sie in andere Bahnen gelenkt wird. Es hat sich herausgestellt (1900 S. 86), dass die allgemeinen Bedingungen für die verschiedenen Entwickelungsprozesse doch nicht völlig die gleichen sind. Die Wirkungsgrenzen für Temperatur, Sauerstoff etc. sind für Wachstum, ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung etwas verschieden. Infolgedessen ist es möglich, bloß durch Änderung einer solchen allgemeinen Bedingung die "qualitativ" verschiedenen Bildungsprozesse nach Belieben hervorzurufen. Sporodinia, die auf Peptongelatine erzogen ist, kann nur Sporangienträger bilden; durch einen Zusatz von etwas Zucker kann ich unter sonst gleichen Bedingungen die Bildung der Zygoten veranlassen. In noch engere Beziehungen zu formativen Reizen treten gewisse spezielle Bedingungen, d. h. solche, die für den betreffenden Vorgang zum Unterschiede von anderen charakteristisch erscheinen; sie treten dann als speziell fördernde Bedingungen hervor. So wirkt Licht wesentlich, wenn auch nicht absolut notwendig, bei der Erregung der Zoosporenbildung mit, wenn Zellen von Hydrodictyon aus Nährsalzkulturen in Wasser versetzt werden. Relativ noch wichtiger erscheint die Transpiration bei Pilzen wie Volutella oder bei Myxomyceten wie Didymium (1900 S. 39). Die Bildung der Sporen kann sowohl in Flüssigkeiten wie in der Luft vor sich gehen; die Transpiration bedingt aber erst die Differenzierung der Conidienträger bezw. der Früchte. Diese Erscheinungen führen schon hinüber zu dem folgenden Punkte.

2. Ein Entwickelungsvorgang wird durch das Zusammenwirken mehrerer äußerer Bedingungen veranlasst, die als formative Reize bezeichnet werden können.

In dem vorhin erwähnten Falle der Myxomycetenfrüchte, die durch Änderung der Ernährung veranlaßt werden, kann die Transpiration als ein mitwirkender formativer Reiz aufgefasst werden. Noch viel deutlicher ist es für die Früchte von Ascomveeten und Basidiomyceten, die entstehen, wenn im Substrat die Menge der Nährstoffe bis auf einen gewissen Grad vermindert ist. Aber zugleich muss nach den bisherigen Erfahrungen die Luft (bezw. der Mangel an einer flüssigen Umgebung) mitwirken. Ebenso erfolgt die Konjugation bei Spirogyra, die Gametenbildung bei Chlamydomonas nur dann, wenn gleichzeitig helles Licht und eine Verminderung der Nährsalze in der Umgebung zusammenwirken. Man könnte sich aus der Schwierigkeit heraushelfen, wenn man annähme, dass in solchen Fällen nur eine der Bedingungen der eigentliche formative Reiz wäre. Ich habe z. B. für die höheren Pilze die Vermutung ausgesprochen (1900 S. 49), dass die Nahrungsänderung, als der entscheidende Reiz, die Einwirkung der Luft als eine spezielle Bedingung aufzufassen sei. Aber im Grunde bleibt es doch bei der heutigen Sachlage willkürlich, diese Unterscheidung vorzunehmen.

3. Der gleiche Entwickelungsvorgang wird durch ver-

schiedenartige Reize ausgelöst.

Das erste Beispiel dieser Art fand ich in der Zoosporenbildung von Vaucheria repens, die z. B. erregt wird a) durch Überführung der Fäden aus Luft in Wasser, b) durch Versetzung der Fäden aus einer anorganischen Nährlösung in Wasser, c) durch Verdunkelung (1892 S. 60). Fast sämtliche von mir geprüften Algen zeigten die gleiche Erscheinung, dass ihre Zoosporenbildung durch mehrere je nach den Einzelfällen verschiedene Reize veranlasst wird. Bei den Pilzen führe ich als Beispiel Ascoidea rubescens an, deren Conidien sowohl in der Flüssigkeit infolge Nahrungsänderung als auch in der Luft durch deren Einwirkung gebildet werden (1900 S. 48).

In allen diesen Fällen hat der formative Reiz den wesentlichen Charakter eines spezifischen notwendigen Faktors verloren. Man könnte nun hier zu der Annahme kommen, dass die inneren Ver-

änderungen oder der innere formative Reiz für einen bestimmten Bildungsprozess stets der gleiche sei aber von verschiedenartigen äußeren Reizen hervorgerufen würde — eine Annahme, die sich auch Küster (1903 S. 274) bei der Betrachtung der pathologischen Gestaltungsvorgänge aufdrängte. In meiner ersten Arbeit (1892 S, 57) über Vaucheria habe ich bereits einen Versuch dieser Art gemacht, indem ich die Wirkungen der verschiedenen auslösenden Reize auf eine gemeinsame innere Veränderung zurückführte, nämlich auf die Hemmung des vegetativen Wachstums. "Der momentane Stillstand des Wachstums wird dann zum Anlass für die Zoosporenbildung, indem jetzt Kräfte frei werden, welche die immer vorhandene erbliche Anlage zur raschen Entfaltung bringen." Man könnte hier mit Herbst (1895 S. 819) von Umschaltungsmechanismen sprechen, bei denen durch verschiedene äußere Anlässe der eine Bildungsprozess aus- der andere eingeschaltet wird. Später glaubte ich einen bestimmten inneren Faktor für die verschiedene Auslösung verantwortlich machen zu können, die Verminderung des osmotischen Druckes; indessen betonte ich den hypothetischen Charakter dieser Annahme (1903 S. 57).

Aber man kann sich überhaupt die Frage stellen, ob es nötig sei, anzunehmen, dass die verschiedenen äußeren Reize immer die gleiche innere Veränderung bewirken oder ob sie nicht zuerst verschiedene Veränderungen veranlassen, die dann erst zum gleichen Ziele führen. Die zweite Alternative halte ich sogar in gewissen Fällen für wahrscheinlich, was mit der Ansicht zusammenhängt, dass für die Entstehung irgend eines formativen Vorganges ein bestimmtes Verhältnis der inneren Bedingungen wesentlich ist, das durch Änderung bald dieser, bald jener Bedingung erreicht werden könnte. Ich komme in einem anderen Abschnitt auf diese

Frage zurück.

4. Der gleiche Entwickelungsvorgang wird durch verschiedene äußere Reize veranlasst je nach der vorhergehenden Einwirkung der allgemeinen Bedingungen.

Ein gutes Beispiel dafür liefert die Alge Protosiphon botryoides. Wenn die Zellen auf feuchtem Lehm hell kultiviert werden, so besteht die beste Methode für die Schwärmerbildung in der Überführung in Wasser, gleich ob der Versuch im Licht oder im Dunkeln gemacht wird. Kultiviert man dagegen die Zelle in einer anorganischen (Knop) Nährlösung von $0,2^{\,0}/_{0}$, so ist die sicherste Methode, die Kultur einfach zu verdunkeln, und man kann dabei den osmotischen Druck des Mediums beträchtlich steigern, so dass selbst in $2^{\,0}/_{0}$ noch Zoosporen erscheinen. Ein entsprechendes Verhalten zeigen die Zellen von Hydrodictyon (1896 S. 141). In einem stetig sich erneuernden Wasser eines Aquariums erzogen, bilden sie Zoosporen beim Übergang in ruhig

stehendes Wasser sowohl im Licht wie in der Dunkelheit. Dagegen nach vorhergehender Kultur in Knop'scher Nährsalzlösung wird die Zoosporenbildung durch Versetzung in reines Wasser erregt, wobei aber das Licht mitwirken muss. Sein Einfluss lässt sich durch Maltose bei höherer Temperatur unter Umständen ersetzen (1896 S. 148).

In diesen Fällen hängt der formative Reiz von der vorhergehenden Einwirkung der allgemeinen Lebensbedingungen ab. Die Zellen müssen je nach der früheren Kulturmethode verschiedenartige innere chemisch-physikalische Bedingungen besitzen. Da die Zellen doch zu dem gleichen Resultat gelangen und die für die Zoosporenbildung charakteristische Beschaffenheit erhalten, so kann das wohl nur dadurch erreicht werden, dass die äußeren Reize bei den beiden Versuchsreihen verschiedene innere Veränderungen bewirken. Bei den Nährsalzzellen muss vielleicht der Salzgehalt verändert werden, während bei den Aquariumnetzen ein anderer Faktor geändert wird. Doch wird dabei das für den Prozess notwendige Verhältnis der inneren Faktoren in jedem Falle erreicht. Dem einzelnen Reiz kommt nicht die Bedeutung eines spezifischen notwendigen Faktors zu.

5. Der einen Entwickelungsvorgang veranlassende äußere Reiz ist in vielen Fällen nicht bloß für seine Auslösung sondern auch für seinen Verlauf notwendig.

Diese Tatsache erscheint mir von besonderem theoretischem Interesse, weil der Begriff des formativen Reizes als eines auslösenden Faktors davon betroffen wird. Wenn ich einen gut ernährten Faden von Saprolegnia in reines Wasser bringe, so wird die vom Nahrungsmangel der Umgebung direkt beeinflusste Spitze veranlasst ein Sporangium zu bilden. Ich habe selbst in solchem Falle von einer Auslösung gesprochen. Aber diese Bezeichnung genügt nicht, die Wirkung der Veränderung zu kennzeichnen. Denn wenn ein bereits in Bildung begriffenes Sporangium wieder in eine nahrungsreiche Umgebung versetzt wird, so kann der Prozess nicht weiter gehen, die Zelle muss wieder zum Wachstum zurückkehren oder zugrunde gehen. In zahlreichen anderen Fällen, sei es der Zoosporenbildung, sei es der geschlechtlichen Fortpflanzung der Algen oder der Fruchtbildung der höheren Pilze müssen die äußeren Bedingungen nicht bloß bei der ersten Entstehung, sondern auch bei dem weiteren Verlauf bis zu gewissen Stadien vor der Reife wirksam sein. Der betreffenden äußeren Bedingung kommt demgemäß eine größere Bedeutung zu, als sie einem bloß auslösenden Reiz zugeschrieben wird.

Unter dem Einfluss der Forschungen von Sachs und besonders der Erörterungen Pfeffers (s. 893 u. 897 Einleitung) beherrscht die Auffassung der Reize als auslösende Faktoren die Botanik, und

die Analogien mit den Maschinen werden mit Vorliebe herangezogen. So hat auch Herbst (1895 S. 819) vielen formativen Reizen die Rolle zugeschrieben, dass sie gleichsam "das Ventil der Maschine" öffnen und den bereits vorhandenen Bildungsmechanismus in Bewegung setzen. Mir scheint aber ein Vergleich der Formbildungen mit Maschinen wenig zu nützen. Denn sie sind und bleiben in ihrer Struktur völlig starre Gebilde, und ein Hauptcharakter der Formbildungen, ihre ungemeine Veränderlichkeit im notwendigen Zusammenhang mit den Schwankungen der inneren oder äußeren Bedingungen lässt sich durch Maschinen nicht veranschaulichen. Man braucht nur an einen relativ einfachen Vorgang wie den der Zoosporenbildung von Saprolemia zu denken; was für eine komplizierte, sich stetig ändernde Maschinerie brauchte man, um die fortlaufenden Veränderungen zu veranschaulichen, und eine wirkliche Einsicht hätte man doch nicht gewonnen. Jedenfalls muss der äußere Faktor, der die ersten physikalischen und chemischen Veränderungen bewirkt, auch für die weiteren Umformungen des Zellinhaltes mitwirken: er ist zugleich Anlass und allgemeine Bedingung.

Man könnte vielleicht eher zum Vergleich die stationären oder permanenten Reize heranziehen, die Pfeffer (1897 S. 15) unterscheidet. Er versteht darunter solche wie die der Schwerkraft und des Lichtes, welche nach Veranlassung einer ihrer Richtung entsprechenden Gleichgewichtslage des Organs diese auch fortdauernd erhalten. Aber dieser Begriff passt doch nicht für die vorliegenden Fälle, in denen der äußere Reiz gerade für die Fortdauer aufeinander folgender Veränderungen nötig erscheint.

Alle diese Betrachtungen lehren, wie wenig der Begriff des formativen Reizes genügt, um die Abhängigkeit der Entwickelungsvorgänge von äußeren Faktoren zu kennzeichnen. Man kann den Ausdruck "formativ wirkender Faktor" in einem ganz allgemeinen und unbestimmten Sinne gebrauchen, wie es auch Pfeffer (1901 S. 85) tut. Man kann auch in einfachen Fällen von spezifischen formativen Reizen sprechen, wie bei der Wirkung des Lithiums auf Seeigellarven (Herbst) oder der des Nahrungsmangels bei Saprolequia. Doch auch hier besteht immer die Möglichkeit, dass derselbe Vorgang durch andere Veränderungen der Außenwelt herbeizuführen wäre. Wo aber sonst in der Botanik von spezifisch formativen Reizen gesprochen wird, ist dieser Ausdruck wahrscheinlich unbegründet. Bei allen jenen Vorgängen, die von Sachs, Herbst u. a. als Photo-, Bary- Thigmo- etc. Morphosen bezeichnet werden, hat man bereits erkannt oder wird man später erkennen, daß sie auch durch andere Kombinationen äußerer Bedingungen hervorgerufen werden können. Auch aus der Darstellung, die Küster (1903) von den pathologischen Gestaltungsprozessen gibt, geht deutlich hervor, wie wenig man bei diesen von spezifischen formativen Reizen sprechen kann.

Selbst bei Anwendung des Reizbegriffes für die formativ wirkenden äußeren und inneren Bedingungen muss man sich seiner Unbestimmtheit bewusst bleiben. In seiner eingehenden Darstellung (1893) hat Pfeffer die verschiedenen Seiten des Reizbegriffes klar beleuchtet, das Wesentliche sieht er, wie zahlreiche andere Forscher, in "Auslösungsvorgängen". Er trennt davon die formalen d. h. die allgemeinen Lebensbedingungen, die zum Teil sicher nach Maßgabe ihres Energiequantums wirken, zum Teil als Reize wichtig sind. Bei den Gestaltungsvorgängen ist das Problem noch viel verwickelter, als bei den einfachen Bewegungserscheinungen. Es erscheint äußerst schwierig, auslösende und energetische Wirkungen bei ihnen zu unterscheiden, zumal auch bei den ersteren ein gewisser Energieverbrauch stattfindet. Jedenfalls kann man die für einen Gestaltungsprozess wesentlichen äußeren Bedingungen nicht ohne weiteres als auslösende Reize bezeichnen. Der spezielle Einfluss des Lichtes auf die geschlechtliche Fortpflanzung der grünen Algen, die von der Intensität des Lichtes direkt abhängt, lässt sich nicht als Reiz in gleichem Sinne wie beim Heliotropismus bezeichnen. Bei der heutigen Lage der Dinge wird man für die hier interessierenden Vorgänge den Reizbegriff nur mit gewisser Vorsicht gebrauchen. Ich werde vielfach den Ausdruck Bedingungen verwenden.

Jeder Gestaltungsprozess einer Pflanze hängt von gewissen inneren Bedingungen ab. Da nun jeder solcher Vorgang stets auf einen anderen vorher gegebenen folgt, so müssen für sein Entstehen bestimmte innere Veränderungen maßgebend sein. Wir wissen, dass diese in notwendigem Zusammenhange mit äußeren Veränderungen stehen. Im nächsten Abschnitt will ich die formativ wirkenden äußeren Veränderungen, die bei Algen und Pilzen Entwickelungsvorgänge hervorrufen, zusammenfassend behandeln.

Literatur.

Driesch, H.: Neue Antworten und neue Fragen der Entwickelungsphysiologie. Sonderabdruck aus Ergeb. Anat. und Entw. Bd. XI. 1902.

Herbst, C.: Über die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. II. Hauptteil. Biologisches Centralblatt, Bd. XV. 1895.

Klebs, G.: Über die Vermehrung von Hydrodictyon, Flora. 1890.

Zur Physiologie der Fortpflanzung der Vaucheria sessilis. Verh. Basler Naturf. Gesch. Bd. X. 1892.

- Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. III. Allgemeine Betrachtungen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXV. 1900.

- Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903.

Küster, E.: Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903.

Pfeffer, W.: Die Reizbarkeit der Pflanzen. Verh. d. Naturforscher Leipzig. 1893.

— Pflanzenphysiologie. 2. Auflage, Leipzig, Bd. I 1897, Bd. II 1. Hälfte 1901.
Sachs, J.: Physiologische Notizen. VIII. Mechanomorphosen und Phylogenie.
Flora 1894.

2. Die äusseren formativen Bedingungen der Entwickelungsvorgänge bei niederen Pflanzen.

In der Entwickelung einer Alge oder eines Pilzes treten die Fortpflanzungserscheinungen als auffälligste Gestaltungsprozesse hervor. Sie zeigen sich gewöhnlich, wenn der Organismus vorher gewachsen ist. Der vegetative Thallus vieler solcher Pflanzen wächst so lange fort, als die Ernährungsbedingungen in günstigem Grade einwirken. Diese Bedingungen müssen geändert werden, damit die Fortpflanzungsprozesse erfolgen können, und diese Änderungen sind für jede einzelne Spezies festzustellen. Für die folgende Darstellung ist im Auge zu behalten, dass die Änderungen innerhalb der Wirkungsgrenzen der allgemeinen Bedingungen erfolgen und dass sich das Versuchsmaterial in einem gut ernährten Zustand befindet. Die Veränderungen, welche durch das verschiedene Verhalten der einzelnen Entwickelungsvorgänge nahe der oberen oder unteren Grenze (s. S. 451) zu beobachten sind, kommen nur für einzelne besonders angegebene Fälle in Betracht. Eine scharfe Grenze läßt sich natürlich nicht festhalten.

Folgende Veränderungen bewirken die Bildung von Fort-

pflanzungsorganen an dem wachsenden Thallus:

1. Verringerung des Salzgehaltes im Außenmedium. Der Übergang aus einer stärkeren anorganischen Nährsalzlösung (Knop)¹) in verdünntere Lösungen oder einfach in Wasser ist eine sicher wirkende Veranlassung der Zoosporenbildung einiger Algen. Zuerst hat Famintzin (1871) diese Beobachtung bei Protococcus gemacht. Ich habe diese Methode genauer geprüft bei Vaucheria repens, Hydrodictyon utriculatum, Protosiphon botryoides Hormidium-Bumilleria-Arten. Bei diesem Übergang kommen zwei verschiedene Veränderungen in Frage, die Verringerung des osmotischen Druckes und die der chemisch wirksamen Nährsalze.

Für die Wirkung der Druckverringerung spricht die Tatsache (1896 S. 61 und 150), dass schon der Übergang aus einer Salpeterund sogar Kochsalzlösung in Wasser den Prozess erregen kann, wenn auch nicht so intensiv wie bei Anwendung der Knop'schen Lösung. Es genügt ferner der Übergang aus konzentrierten Nährsalzlösungen in verdünntere bei gleicher chemischer Zusammensetzung. Wenn man Vaucheria repens aus einer Lösung von 1 % in verdünntere

¹⁾ Wenn im weiteren von Nährsalzlösung gesprochen wird, so meine ich immer die von K nop (salpetersaurer Kalk, phosphorsaures Kali, salpetersaures Kali, schwefelsaure Magnesia).

Lösungen von 0,6, 0,5, 0,4, 0,3, 0,2, 0,1 0 / $_{0}$ versetzt bei gleichem Licht und gleicher Temperatur, so findet in den Lösungen von 0,2 und 0,1 lebhafte Zoosporenbildung statt. Hat der Prozess in diesen Lösungen aufgehört, so kann man ihn wieder anfachen durch Versetzung in 0,05 0 / $_{0}$. Selbst der Übergang aus 0,05 0 / $_{0}$ in reines Wasser wirkt in gleicher Weise. Demnach scheint die Druckverringerung 1) hier eine wesentliche Rolle zu spielen.

Aber sie ist nicht nötig und in Einzelfällen sicher nicht die einzige Wirkung der Veränderung. Denn Zellen von Hydrodictyon, die aus einer $0.5\,^{\circ}/_{\circ}$ Knoplösung (nach Livingston 1900 S. 301 mit einem Druck von ca. 161,9 cm Quecksilber) in eine $10\,^{\circ}/_{\circ}$ Rohrzuckerlösung (nach Pfeffer, 1897 S. 128, Druck 524 cm Quecksilber) versetzt wurden, bildeten trotz der starken Druckerhöhung dennoch Zoosporen (1896 S. 141), weil, wie ich annehme, der Gehalt an Nährsalzen in der Zelle abnimmt. Auch Vaucheria repens bildet, wie ich mich neuerdings überzeugt habe, beim Übergang aus 0,2% Nährsalzlösung in eine Lösung von höherem Druck, z. B. von 2 % Rohrzucker Zoosporen. Wenn ferner Hydrodictyon aus 0,5 % Nährlösung 1-2 Tage in Wasser kultiviert wurde und dann in die gleiche oder eine höher konzentrierte Lösung (sogar 2%) gebracht wird, so gelingt es Zoosporenbildung zu beobachten. Die Wasserentziehung durch eine solche Salzlösung muss sofort erfolgen und hindert nicht den Prozess. Dagegen ist es denkbar, dass in der ersten Zeit keine Salze in die Zellen eintreten, so dass diese sich noch in dem gleichen, relativ nährsalzarmen Zustande wie im Wasser befinden. Nach wenigen Tagen muss dann der Prozess aufhören.

Ich möchte annehmen, dass Verringerung des osmotischen Druckes und Verringerung des Nährsalzgehaltes in gleicher Richtung wirken, weil es darauf ankommt, dass eine Abnahme der Konzentration der Salze oder ihrer Umwandlungsstufen in der Zelle erfolgt. Das kann ebensowohl durch Eintritt des Wassers in die Zellen wie durch Austritt von Salzen aus den Zellen bewirkt werden. Für manche Algen kann bald mehr die eine bald mehr die andere Veränderung wichtiger sein; am stärksten ist, wie die Versuche zeigen, das Zusammenwirken von beiden.

Die hier berührten Fragen sind aber in Wirklichkeit noch verwickelter, da andere Faktoren mitwirken, wie z. B. das Licht,

¹⁾ Nach Abschluss der Arbeit erschien eine Abhandlung von A. Ernst (Siphoneen Studien. Beihefte, Bot. Centralbl. XVI, 1904), in der er interessante Versuche über die Sporangienbildung der Vaucheria piloboloides, einer marinen Spezies, mitteilt. Die einzige Methode, den Prozess hervorzurufen, besteht in einer Verdünnung des Meerwassers, also einer Herabsetzung des osmotischen Außendruckes. Ernst sieht in der dadurch herbeigeführten Wasseraufnahme und Erhöhung der Turgescenz den formativen Reiz.

das bei den verschiedenen Algen in entgegengesetzter Richtung Einfluss hat. Denn bei Vaucheria wirkt sehr helles Licht der Zoosporenbildung entgegen; schwaches Licht kann allein den Prozess erregen. Bei Hydrodictyon ist dagegen helles Licht für das Gelingen des Versuches sehr förderlich. Am schwierigsten ist die Entscheidung in sehr verdünnter Knop-Lösung, z. B. 0,05 %, wo die einen Zellen von Hydrodictyon wachsen, die anderen Zoosporen bilden. Hier wirken so kleine Änderungen der Außenwelt, darunter solche, die durch die Tätigkeit der Zellen selbst bedingt sind, dass ein bestimmtes Urteil sich nicht fällen lässt. In zwei wichtigen Arbeiten hat Livingston (1900 und 1901) den Einfluss des osmotischen Druckes auf die Formen der Alge Stigeoclonium spec. untersucht. Die beiden bekannten Thallusformen, die Faden- und die runde Palmellaform hängen von dem Druck des Außenmediums, nicht von seiner chemischen Zusammensetzung ab. In Lösungen von niedrigem Druck, sei es von anorganischen Salzen oder von Zucker, tritt die Fadenform auf, in solchen von höherem Druck die Palmellaform. In den Lösungen von schwachem Druck bilden sich sehr lebhaft Zoosporen, und Livingston schreibt ihm die Hauptrolle dabei zu. Aber seine Versuche zeigen nur, dass die Zoosporenbildung bei niedrigem Druck eintritt, durch höheren allmählich gehemmt wird, was ich für Vaucheria (1896 S. 64) und andere Algen bereits nachgewiesen habe. Ich erkannte, was Livingston bestätigt, dass Rohrzuckerlösungen weniger hemmen als isotonische Salpeterlösungen. Auf die Frage, warum treten in Lösungen von schwächerem Druck Zoosporen auf, während andere Zellen wachsen, geben die Versuche Livingstons keine Antwort. Sicher werden nach Analogie mit anderen Algen Zoosporen von Stigcoclonium auch in reinem Wasser gebildet werden. Anderseits können sie nach den Tabellen in 1 %/0 Knoplösung (bei einem Druck von 323 cm Quecksilber) erscheinen. Es kommt daher nicht auf die absolute Höhe des Außendruckes an (unterhalb des hemmenden Maximums), vielmehr auf eine relative Änderung der Konzentrationsverhältnisse im Innern der Zelle. Da Stigeoclonium nach Livingston (1901 S. 298) im Dunkeln keine Zoosporen bildet, so wird das Licht eben doch mitwirken. Man könnte sich denken, dass zeitweise in den Zellen durch die Photosynthese eine direkte Verminderung von Nährsalzen oder eine relative durch Vermehrung der organischen Stoffe stattfände, wodurch bei manchen Algen die Zoosporenbildung hervorgerufen würde. Die Tatsache, dass bei unverändertem oder sogar beträchtlich gesteigertem Druck des Außenmediums der Vorgang bei Vaucheria u. s. w. durch andere Faktoren veranlasst werden kann, wird aus dem Weiteren deutlich hervorgehen.

2. Verringerung der Lichtintensität.

Bei Vaucheria repens, clavata, Protosiphon, Oedogonium capillare

ist die Verdunkelung das sicherste Mittel, Zoosporenbildung zu erregen, gleich, ob die Pflanzen in Wasser oder verdünnten Nährsalzkulturen aufgezogen sind. Die Erregung wird nicht durch den Wechsel, sondern durch den Aufenthalt im Dunkeln bewirkt, der so lange (bei guten Kulturen 14 Tage lang) den Prozess anfacht, als die Fäden noch genügend ernährt sind. Ebenso wirkt bereits eine Verminderung der Lichtintensität von einem gewissen, ie nach dem Zustand der Algen etwas schwankenden Minimum ab. In den Versuchen mit konstanter Beleuchtung durch eine Auerlampe (Stärke ca. 80 Hefner Lichteinheiten, zeigten Kulturen von Vaucheria clavata in 25 cm Entf. keine Zoosporen; in 50 cm Entf. d. h. nach einer Verminderung um 1/4 der vorhergehenden Intensität trat lebhafte Zoosporenbildung ein. Die Grenze lag zwischen 35 und 45 cm Entfernung (1896 S. 32). Da die Entziehung der rotgelben Strahlen viel wirksamer als die der blauen ist, so hängt der Stillstand der CO₂-Assimilation wohl mit der Erregung der Zoosporenbildung zusammen. Allerdings gelang es nicht, durch Schwächung der Assimilation in CO₂-freier Luft bei hellem Licht den Prozess hervorzurufen.

3. Verringerung des Sauerstoffgehaltes beim Über-

gange aus fließendem in stehendes Wasser.

Eine Anzahl Algen aus lebhaft strömenden Bächen, wie Vaucheria elavata (auch repens bei entsprechender Kultur), Oedogonium diplandrum, Stigeoclonium tenue, Draparnaldia glomerata, Hydrurus foetidus, Ulothrix xonata bildet außerordentlich lebhaft Zoosporen nach dem Übergange in das gleichbeschaffene, aber ruhig stehende Wasser, auch bei konstant bleibender Temperatur. Da auch die mechanischen Einwirkungen nach den Versuchen mit Vaucheria (1896 S. 83) nicht wesentlich sein können, so kommt hauptsächlich die Verringerung des Luft- bezw. Sauerstoffgehaltes in Betracht, wenn nicht noch unbekannte Faktoren dabei mitwirken sollten.

4. Verringerung der Temperatur.

Einer der wenigen hierher gehörigen Fälle ist Bumilleria sieula, die im Winter bei einer Temperatur von 13—17° kultiviert wurde und dann Zoosporen bildete, wenn sie in eine Temperatur von 5—6° gebracht wurde (1896 S. 383). Bei Vaucheria repens dagegen bewirkte ein längerer Aufenthalt bei niederer Temperatur (0—3°), dass nach mehreren Wochen eines langsamen Wachstums Zoosporenbildung eintrat und Wochen hindurch andauerte (1896 S. 44).

5. Verringerung der organischen Nährstoffe im Außenmedium.

Nach meinen früheren Darlegungen (1900 S. 12—21) wird die Bildung der Fortpflanzungsorgane bei Pilzen und Bakterien, die in Flüssigkeiten leben, durch Nahrungsverminderung herbeigeführt.

Buchner (1890) hat Versuche dieser Art zuerst für Bakterien gemacht; Raciborski (1896) hat eingehend für die Zygotenbildung von Basidiobolus den Nachweis geliefert. Das einfachste Beispiel ist die Zoosporenbildung von Saprolegnia (1899) infolge der Verminderung der Konzentration eines wesentlichen organischen Nährstoffes bis zu einem gewissen Minimum, von dem ab jede weitere Verdünnung den Prozess immer lebhafter erregt. Das Konzentrationsminimum hängt von dem Nährwert ab, den die betreffende Substanz für das Leben des Pilzes besitzt und liegt um so tiefer, je höher der Nährwert ist. Es liegt z. B. bei 0,005 % Pepton, 0,01 Hämoglobin, 0,1 Leucin, 0,8 Traubenzucker. Die Verringerung des osmotischen Druckes im Außenmedium hat dabei eine ganz nebensächliche Bedeutung. Der Übergang aus einer $2^{\circ}/_{\circ}$ Peptonlösung in eine solche von $0,02^{\circ}/_{\circ}$, also bei hundertfacher Verdünnung, wirkt nicht erregend, wohl aber der Übergang aus einer 0,01 % Lösung in eine solche von 0,005 %, wobei die Veränderung des Druckes verschwindend klein ist. Wie wesentlich die Konzentration des Nährstoffes ist, geht aus einem einfachen Versuch hervor. In 200 ccm einer 0,005 % Hämoglobinlösung (absolute Menge 0,01 gr) tritt sofort Zoosporenbildung ein, während die gleiche Menge von 0,01 g Hämoglobin als 0,05 % Lösung in 20 ccm Wasser nur Wachstum gestattet. Der gleiche Faktor, die Nahrungsverminderung, bewirkt bei Saprolegnia die verschiedenen Entwickelungsformen, sowohl die Zoosporen- wie Oosporen- wie Gemmenbildung. Daraus folgt, dass es auf verschiedene Grade der Einwirkung ankommt. Die Zoosporenbildung wird erregt, wenn die Spitzen der wachsenden Hyphen von der Nahrungsverminderung betroffen werden, während das übrige Mycelium sich noch intensiv ernähren kann. Dagegen erfolgt die Oosporenbildung, wenn ein größerer Teil, am besten die Gesamtheit des Myceliums die Verminderung im Außenmedium erfährt. Völlige Nahrungsentziehung kann praktisch in vielen Fällen das einfachste Mittel sein, solche Prozesse hervorzurufen, aber sie ist nicht nötig, wie Saprolegnia zeigt, die in einer großen Menge einer verdünnten Lösung z. B. von Hämoglobin Zoosporen bildet, sofern nur das Konzentrationsminimum erreicht ist. Bei höheren Pilzen muss sogar für die Fruchtbildung stets noch Nahrung hinzugeführt werden, damit die Anlage sich entwickelt. Aber dies geschieht nicht, sobald ihr frische konzentriertere Nährlösung zur Verfügung steht.

In meiner früheren Arbeit machte ich einige kritische Bemerkungen über die Bedingungen der Sporenbildung der Hefe. Infolgedessen sind mehrere Arbeiten erschienen, die jedoch meine Ansicht von der Bedeutung der Nahrungsverminderung bekämpfen. Baker (1902) beruft sich besonders auf die von ihm festgestellte, wichtige Tatsache, dass gewisse Hefearten ihre Sporen nicht bei

völligem Nahrungsmangel bilden, sondern nur dann, wenn ihnen noch Nahrung zur Verfügung steht. Baker hat aber nicht daran gedacht, dass diese Tatsache ebensowenig meiner Ansicht widerspricht, wie die von mir selbst beobachtete bezüglich der höheren Pilze. Baker hat nicht zu zeigen vermocht, dass seine Hefen bei unveränderter Nahrung Sporen bilden. Um solchen Mißverständnissen zu entgehen, habe ich ausdrücklich in der kurzen Zusammenfassung (1900 S. 36) von einer Herabsetzung der Nahrungsaufnahme von außen als auslösendem Faktor gesprochen und nicht von absolutem Nahrungsmangel.

Ebensowenig können die neuen Untersuchungen Hansens (1902) meine Ansicht widerlegen. Hansen weist nach, dass für die Sporenbildung der Hefe Sauerstoff nötig ist im Gegensatz zum vegetativen Wachstum; lebhafte Sauerstoffzufuhr begünstigt den Prozess ebenso wie höhere Temperatur. Wir haben hier den gleichen Fall, den ich (1896 S. 497) für Mucor racemosus nachgewiesen habe, dessen Mycelium anaerob wachsen kann, dessen Sporangienträger sich aber nur bei Gegenwart von Sauerstoff bilden. Das Minimum des Luftdruckes liegt etwa bei 6-10 mm Quecksilber. Für die Hefe hat Hansen das Minimum nicht näher bestimmt; wahrscheinlich liegt es auch bei diesem Pilz relativ niedrig. Jedenfalls geht aus seinen Versuchen nur hervor, dass für die Sporenbildung eine höhere Sauerstoffspannung nötig ist, als für das Wachstum, wie ich das bereits als allgemeine Regel vermerkt habe. Hansen verfällt dem Fehler der Einseitigkeit, den er mir mit Unrecht entgegenhält, wenn er sagt: "C'est l'oxygène et non pas le manque de nourriture qui provoquait le développement des spores." Er hat nie nachgewiesen, wie es Matzuschita bei den anaeroben Bakterien getan hat, dass Sauerstoffzufuhr bei fast unveränderter Nahrung Sporenbildung herbeiführt. Die schnellere Sporenbildung in durchlüfteten Kulturen gegenüber nicht durchlüfteten erklärt sich doch daraus, dass in den ersteren ein intensiveres Wachstum erfolgt, durch das schneller eine Nahrungsverminderung erreicht wird. Auch die Tatsache, dass Hefezellen, die zu einem dichten Haufen zusammengedrängt sind, auf Nährgelatine Sporen bilden, beweist nicht, dass die Sporenbildung bei unveränderter Nahrung erfolgt. Denn selbst die peripher gelegenen Zellen können sehr wohl eine solche Nahrungsverminderung erfahren haben, bevor aus der Nachbarschaft der Nährgelatine frische Nahrung zugeführt werden kann. Schließlich erwähnt Hansen noch, dass eine Gypslösung die Sprossung der Hefe hemmt und die Sporenbildung befördert; aber bei diesem Versuch macht er gerade von dem Ausschluss jeder organischen Nahrung im Medium Gebrauch.

Unentschieden muss noch die Frage bleiben, ob Stoffwechselprodukte, die durch den Organismus nach außen geschieden oder als unbrauchbare Reste der zersetzten Nahrung zurückgeblieben sind, unter Umständen die Fortpflanzung herbeiführen, wie es z. B. Migula (1897 S. 177) für die Sporenbildung der Bakterien angibt. Das wäre möglich, aber ein sicherer Fall ist noch nicht bekannt (1900 S. 17).

6. Verringerung der Feuchtigkeit beim Übergang aus Wasser in Luft oder aus feuchter in trockenere Luft.

Das allmähliche Austrocknen veranlasst bei niederen einzelligen Organismen direkt die Bildung von Ruhezuständen, Zysten u. dergl., während bei Gegenwart von Wasser der Nahrungsmangel das Gleiche herbeiführt. Wichtiger für die vorliegende Frage ist das Verhalten einfacher Pilze, wie z. B. Ascoidea rubescens, deren Mycelfäden, sowie sie aus der Nährflüssigkeit in die Luft kommen, Conidien bilden. Aber es ist nicht zu entscheiden, ob die Transpiration oder die durch das Luftleben veränderte Ernährung wesentlicher ist (1900 S. 48). Der Einfluss der Transpiration auf die Fortpflanzung tritt schärfer bei Sporodinia hervor, bei der, gleiche Ernährungsverhältnisse vorausgesetzt, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft entscheidet, ob Sporangien oder Zygoten gebildet werden (1898 S. 15). Die ersteren entstehen, wenn ein zygotenbildendes Mycelium aus feuchter Luft in relativ trocknere (70-80 % Feuchtigkeit) versetzt wird. Nach Ravn (1901 S. 11) tritt an dem Mycelium von Helminthosporumarten Conidienbildung erst dann ein, wenn die Luft nicht feucht gesättigt ist.

Bei anderen Pilzen ist die Transpiration in der Luft entscheidend für die eigentliche Gestaltung der Fortpflanzungsträger, während die Sporenbildung selbst davon unabhängig ist. Bei Volutella ciliata werden nach Werner (1898 S. 1) die Träger mit den charakteristischen Haaren nur in der Luft bei einer gewissen Transpiration gebildet. Die Früchte der Didymiumarten erhalten, wie Ward (1886) bei D. difforme zuerst feststellte, ihre typische Ausbildung erst in einer nicht zu feuchten Luft (1900 S. 39); das Gleiche gilt nach den Untersuchungen von Potts (1902) für die Früchte von Dietyostelium. Die Schwierigkeit des Problems ergibt

sich besonders aus dem Folgenden.

7. Verringerung der organischen Nährstoffe im Sub-

strat mit gleichzeitiger Einwirkung der Luft.

Hierhin gehört die Bildung der Conidienträger und der Früchte von Ascomyceten, Basidiomyceten u. s. w. Zu der Veränderung der Nahrungsstoffe im Substrat tritt als notwendiger Faktor die Wirkung der Luft. In meiner früheren Arbeit bin ich auf das schwierige Problem eingegangen, warum der Ersatz des flüssigen Wassers durch mehr oder minder feuchte Luft so wesentlich ist (1900 S. 43). Unter den möglichen damit verbundenen Änderungen habe ich die Bedeutung der Transpiration, der Sekretion von Flüssig-

keit und der veränderten Stoffaufnahme besprochen ohne entscheiden zu können, welche Rolle jedem dieser Faktoren in den einzelnen Fällen zukommt. Die unzweifelhafte Wirkung der Transpiration selbst ist gar kein einfacher Vorgang. Denn sie wirkt zunächst durch Wasserentziehung und kann dadurch Konzentrationsunterschiede herbeiführen. Ferner wirkt sie indirekt durch Förderung des Gaswechsels, Fortschaffen der Kohlensäure, Hinzuführen frischen Sauerstoffes. Eine interessante Beobachtung von Potts (1902) weist auf diese Bedeutung hin. Die Amoeben von Dictyostelium, die auf der Oberfläche der Nährflüssigkeit aber von ihr umgeben leben, sterben ab, wenn die Kultur in einem feucht gesättigten Raum steht; sie wachsen und teilen sich, wenn in ihm die Luft relativ trocken gemacht wird. Hier wirkt die Verdunstung der Flüssigkeit selbst indirekt auf den Gaswechsel der Amoeben, indem ihnen neue sauerstoffhaltige Luftschichten infolge der Wasserdampfbewegung zuströmen. Unter Umständen könnte diese Wirkung der Transpiration bei den selbst Wasserdampf abscheidenden Pilzfäden die Fortpflanzungsprozesse befördern.

8. Verringerung der organischen Nährstoffe im Substrat bei gleichzeitiger Einwirkung der Luft und des

Lichtes.

Durch Versuche Brefelds (1889 S. 77) ist die Abhängigkeit der Fruchtbildung einiger Pilze vom Licht besonders bei Coprinusarten nachgewiesen worden. Bei Cop. stercorarius kann die Frucht im Dunkeln angelegt werden, es entsteht ein vergeilter Stiel, der den normalen Hut im Licht ausbildet, im Dunkeln nur bei höherer Temperatur (vgl. Gräntz 1898). Bei Coprinus nycthemerus muss das Licht schon bei der ersten Anlage mitwirken (Brefeld 1889 S. 279). Zugleich verhalten sich diese Pilze nicht anders als die vorhin erwähnten, indem außer Licht auch noch eine Veränderung der Ernährung und die Mitwirkung der Luft notwendig ist. Einen neuen interessanten Fall hat Charl. Ternetz (1900) beschrieben. Ascophanus carneus, ein Ascomycet, bildet seine Früchte, wenn die direkte Nahrungsaufnahme eingeschränkt oder eingestellt ist, aber nur unter der Bedingung, dass gleichzeitig das Licht einwirkt. Junge Fruchtkörper sind so empfindlich, dass sie absterben, sobald die Kultur verdunkelt wird. Nach Brefeld (1877 S. 97) wirkt wesentlich die blauviolette Hälfte des Spektrums auf Coprinus ein; nach Ternetz entwickeln sich die Früchte von Ascophanus in allen Lichtarten.

9. Verringerung der anorganischen Nährsalze im Außenmedium bei gleichzeitiger Mitwirkung hellen Lichtes.

Die geschlechtliche Fortpflanzung von *Chlamydomonas media* (Gametenbildung), von *Spirogyra inflata* und *varians* (Konjugation), von *Ocdogonium diplandrum* (Antheridien- und Oogoniumbildung)

wird hervorgerufen durch Entfernung der Nährsalze und Einwirkung des Lichtes. Schon Nährsalzlösungen von 0,05 % verhindern die Gametenbildung von Chamydomonas, solche von 0,1 % die Bildung der Geschlechtsorgane von Oedogonium, während Rohrzuckerlösungen von 2—4 % bei Spirogyra und Oedogonium sogar fördernd wirken. Daher kommt hier weniger die Verringerung des osmotischen Druckes als die Entfernung der chemisch wirksamen Nährsalze in Betracht.

Etwas abweichend von den genannten Algen verhält sich Vuucheria repens, deren Geschlechtsorgane noch in Nährsalzlösungen von 0,2-1% auftreten können. Aber die Salze verzögern den Prozess und um so mehr, je konzentrierter sie sind. Nach Benecke (1898 S. 89) wirkt besonders der Mangel an Stickstoff bei Gegenwart von Phosphor fördernd auf die Bildung der Geschlechtsorgane. Andrerseits fördern auch Rohrzuckerlösungen von 2-4 % den Prozess. Bei den früher (s. S. 452) erwähnten Versuchen mit künstlichem Licht (Auerlampe) treten bei Anwendung von 2 % Rohrzucker die Geschlechtsorgane in 25 cm Entfernung nach 4-5 Tagen reichlich auf. Das Licht in 50-75 cm Entfernung reicht dazu noch aus; ein solches in 1 m Entfernung genügt nicht zur Bildung. Nimmt man dagegen Wasser oder verdünnte Knoplösung (0,05 %) so treten in 25 cm Entfernung die Organe noch auf, wenn auch verspätet. Aber bereits in 50 cm Entfernung konnte ihre Bildung nicht mehr beobachtet werden (1896 S. 103). Die Zuckerlösungen ersetzen einen Teil der Lichtwirkung. Die Mittel, um das Licht ganz auszuschließen und doch die Organe hervorzurufen, sind bis jetzt nicht bekannt.

Dr. Ludwig Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie.

Mit 172 Abbildungen.

Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1904 XIII und 695 S.

Die dankenswerte Aufgabe, welche sich der Verfasser des vorliegenden Werkes gestellt hat: den mit den Grundlagen der Naturwissenschaft Vertrauten in die Physiologie der Pflanzen einzuführen, ist durch das klar geschriebene und übersichtlich angeordnete Buch in anerkennenswertem Maße gelöst worden. Der Ref. glaubt deshalb, dass sich Jost's Pflanzenphysiologie bald ihren Platz neben den anderen zur Verfügung stehenden literarischen Behelfen sichern wird, und es nicht nötig hat, an dieser Stelle besonders empfohlen zu werden. Ein Lehrbuch der Pflanzenphysiologie neben das gerade in diesen Tagen zur Vollendung gelangte monumentale Werk Pfeffer's zu stellen, ist kein geringes Wagnis. Wenn auch die Ziele andere sind, so wird der Leser unwillkürlich zu Vergleichen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: 24

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

Artikel/Article: Über Probleme der Entwickelung. 449-465