

Plymouth (Mass.)¹⁾ die niedrigste, die aus Nahant (Mass.) die höchste Variabilität entsprechend ihren Variabilitätsindizes auf. Letzterer Befund weicht etwas von den mittelst Berücksichtigung der Variationsumfänge erhaltenen ab, nach welchen die höchste Variabilität den Formen von Beverley (Mass.), Seacommet (R. J.) und Warren River eigen wäre. Hervorzuheben ist endlich, dass die verschiedenartigen Lebensbedingungen, welche an den einzelnen Fundorten herrschen (z. B. felsige, dem Seegang ausgesetzte Küste, steiniger oder weicher Grund, ruhiges abgeschlossenes Wasser, größerer oder geringerer Salzgehalt), soweit B. sie angeht, in keinem bemerkenswerten Zusammenhang mit der Variabilität der einzelnen Lokalformen zu stehen scheinen.

Napoli, Stazione zoologica, 14./4. 98.

[71]

Die Ceratifikation (Verhornung) bei Myxomyceten und Myxobakterien.

Von H. Zukal in Wien.

Die nachfolgenden Zeilen sollen auf eine merkwürdige biologische Erscheinung, beziehungsweise auf einen transitorischen Ruhezustand der Myxomyceten und Myxobakterien aufmerksam machen, der meines Wissens nach an keinem Orte in der Litteratur erwähnt worden ist, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil die bezüglichen Objekte von den Forschern als abnormale, krankhafte Gebilde angesehen wurden. Mir selbst ist es ja ähnlich ergangen, bis mich die Thatsachen zu einer Aenderung meiner ursprünglichen Auffassung zwangen. Bei den Myxomyceten speziell kennt man bis jetzt als transitorische oder Hemmungsbildungen nur die Mikrocysten, die Makrocysten und die sogenannten Sclerotien²⁾. Von diesem soll hier nicht die Rede sein, wir wollen uns vielmehr mit gewissen hornigen und durchscheinenden Gebilden befassen, welche entstehen, wenn Plasmodien und junge, noch in der Anlage begriffene Fruchtkörper von Myxomyceten und Myxobakterien während ihres Entwicklungsprozesses einen großen Wasserverlust erleiden. Ich nenne diese Umwandlung der normalen Plasmodien und Fruchtkörper in hornige Massen: Verhornung oder Ceratifikation. Das erstemal stieß ich auf ceratifizierte Sporangien eines Myxomyceten im Januar 1879 auf einer Exkursion in den Böhmerwald. Dort fand ich nämlich in der Nähe des Plöckensteiner-Sees auf einem alten Baumstumpf die korallenroten Plasmodien (nebst einer großen Menge reifer Sporangien) von *Trichia fallax* Pers. An einer Stelle der Rinde standen aber Sporangien derselben Species, die in ihrem ganzen äußeren Aussehen von den nor-

1) Eine Kartenskizze der amerikanischen Fundorte giebt B. auf S. 248 seiner Arbeit. Die Nummerierung der Fundorte in der Schlusstabelle des vorliegenden Aufsatzes entspricht der von B. angewendeten.

2) Cienkowski, Das Plasmodium. Pringsheim's Jahresbücher, III. Derselbe, Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten. De Bary, Mycetozoen, 2. Aufl., Leipzig 1864. Stahl, Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeitung, 1884, S. 190. Brefeld, Schimmelpilze IV und *Dictyostelium*.

malen wesentlich abwichen. In der Größe und Form glichen sie nur den normalen Individuen, allein sie waren durch und durch in eine rotbraune, durchscheinende Masse verwandelt, welche eine hornartige Konsistenz hatte. Auf den Quer- und Längsschnitten, welche sich in diesem Falle wegen der Ceratifikation ohne künstliche Einbettung und Härtung leicht herstellen ließen, zeigten sich die Sporangien, Capillitiumfäden, Sporen und die Kammern des Stieles in vollkommen normaler Größe und Lage, aber auf verschiedenen Stufen der Entwicklung. Während aber bei den gewöhnlichen Sporangien die Räume zwischen den Sporen, Capillitiumfäden und der Sporangienwand mit Luft, eventuell mit einer flüssigen, plasmatischen Masse erfüllt sind, waren dieselben bei den ceratifizierten Individuen mit einer festen homogenen und transparenten Materie ausgegossen, als ob sie künstlich mit Leim injiziert worden wären. Ueberdies war auch noch die Sporangienwand etwas dicker und durchscheinender als die normale. Ich hielt damals diese ceratifizierten Sporangien für Missbildungen und für tote Gebilde, doch fiel mir an ihnen die normale Größe und der Mangel jeder Schrumpfung auf und ich gelangte zu dem Schluss, dass bei dem Prozess der Creatifizierung das Gewicht des verloren gegangenen Wassers ungewöhnlich klein gewesen sein muss.

Ein andermal fand ich ein creatifiziertes Plasmodium von *Lycogala epidendron* Fr. auf dem Hirnschnitt eines Buchenstumpfes in der Nähe des Klopeiner Sees in Kärnthen. In nächster Nähe der creatifizierten Masse saß übrigens das normale, rosenrote Plasmodium desselben Organismus und bedeckte eine mehr als handgroße Fläche. Ich fixierte an Ort und Stelle das lebende Plasmodium mit Jodalkohol und färbte es zu Hause mit Delafield'schen Hämatoxylin. Bei der Untersuchung fand ich dann eine auffallend dicke, hyaline Hautschicht; dann — als Hauptmasse — die tief blau gefärbten Mikrosomen, vereinzelte violette Zellkerne und endlich viel größere und sehr schwach gefärbte Plasmamassen mit blauen, körnigen Einschlüssen, die ich für unverschmolzene Amöben hielt. Genau denselben Bau zeigt auch das creatifizierte Plasmodium, d. h. es zeigte dieselbe dicke, hyaline Hautschicht, dieselben Mikrosomen, dieselben Zellkerne und verschmolzene Amöben. Nur waren die Konturen der letzteren sowie häufig auch die Mikrosomen etwas verzerrt. Dagegen war der ganze innere Bau des Plasmodiums, soweit er in der relativen Lage der Mikrosomen, Zellkerne, Amöben etc. zum Ausdruck kommt, festgehalten worden. Auch äußerlich hatten die creatifizierten Plasmodien die lappigen und strangförmigen Formen der lebenden festgehalten, wenn auch mit einer etwas gröberen Konfiguration der Randpartien. Im Uebrigen waren sie weinrot gefärbt, ziemlich durchscheinend und von hornartiger Festigkeit. Auch damals bin ich durch den Vergleich des lebenden Plasmodiums mit dem creatifizierten zu dem Schluss gekommen, dass das lebende Plasmodium von *Lycogala* nur eine relativ geringe Menge von Betriebswasser besitzt. Sonst hielt ich die verhornten Plasmodien wieder für abgestorbene Gebilde und legte ihnen keinerlei biologische Bedeutung bei. Ich sollte jedoch bald eines Besseren belehrt werden u. z. durch einen anderen Myxomyceten, nämlich durch meine *Hymenobolina parasitica*¹⁾. Die Plasmodien dieses parasitischen

1) Zukal, Ueber 2 neue Myxomyceten. Oesterr. botan. Zeitschrift, 1893, Nr. 3 u. 4.

Myxomyceten sitzen auf Flechten z. B. *Physcia pulverulenta* und *Xanthoria parietina* und fressen nach und nach rundliche Löcher in den Thallus derselben. Bei eintretender Trockenheit ceratifizieren die reiferen Plasmodien fast regelmäßig und bilden dann rötliche, durchscheinende, hornige Kügelchen von 0,2—1 mm Durchmesser. Bei feuchten Wetter werden sie wieder flüssig und fressen weiter. In diesem Falle stellt also die Ceratifikation einen ganz normalen Vorgang vor, der gut mit anderen Hemmungsbildungen z. B. den Sklerotien¹⁾ in Parallele gesetzt werden kann. Sie muss als eine Anpassung aufgefasst werden, welche in diesem Falle zu dem Zweck erworben worden ist, um die Plasmodien über die Zeiten völliger Austrocknung hinüber zu bringen. Die ceratifizierten Plasmodien von *Hymenobolina* zeigen übrigens wieder einen ähnlichen Bau wie die flüssigen. Die Bausteine sind dieselben geblieben, ja sie sind sogar jeder an seiner alten Stelle gelassen worden, nur das Bindemittel zwischen den Bausteinen hat sich verwandelt, nämlich aus einem flüssigen Plasma in eine hornige, feste Substanz.

Ein 4. Fall von Ceratifikation bei Myxomyceten bezieht sich auf die *Trichia varia* Pers. Ich fand diesen Organismus auf dem bemoosten Stamm einer alten, lebenden Weide am Rande einer überschwemmten Praterau im Spätsommer 1896. Neben den normal entwickelten Sporangien bemerkte ich auch zahlreiche ceratifizierte Individuen. Da ich begierig war, zu erfahren, ob sich die ceratifizierten Sporangien weiter entwickeln würden, so markierte ich 24 verhornte *Trichia*-Sporangien an Ort und Stelle mit Nadeln. Eine größere Anzahl anderer Individuen nahm ich mit nach Hause. Die nähere Untersuchung ergab, dass sich die verhornten Sporangien der *Trichia varia* ganz ähnlich verhielten, wie die in gleicher Weise ceratifizierten von *Trichia fallax*. Die Sporen- und Capillitiumfäden waren nämlich auch hier bei den verschiedenen Individuen auf verschiedenen Stufen der Entwicklung, zeigten sich aber immer durch eine feste, homogene Zwischensubstanz lückenlos mit einander verbunden. Bei einigen Individuen war die Ceratifikation nicht durch und durchgedrungen, sondern beschränkte sich nur auf den äußeren Mantel der Sporangien. Der innere Kern derselben war weicher, orangerot gefärbt und zeigte die Konsistenz einer steifen Salbe. Um die Umwandlung der ceratifizierten Sporangien in die normalen und deren Weiterentwicklung bis zur Sporenreife zu verfolgen, brachte ich ein, mit ceratifizierter *Trichia varia* reich besetztes Rindenstück in eine große Koch'sche Schale und hielt dasselbe feucht. Schon am nächsten Tage hatten fast sämtliche Sporangien das hornige, transparente Aussehen verloren und dafür das der gewöhnlichen, halbreifen Sporangien angenommen. Allein eine Weiterentwicklung unterblieb; denn sämtliche auf dem Rindenstück befindlichen *Trichia*-Sporangien wurden von einem Schimmelpilz (*Verticillium*) be-

1) Ich habe in der sub 2 zitierten Arbeit die ceratifizierten Plasmodien von *Hymenobolina* „Sklerotien“ genannt und dabei nur an ihr biologisches Verhalten gedacht. Da aber der Terminus „Sklerotium“ bei den Myxomyceten für ein ganz anderes Gebilde mit zelligen Bau in Verwendung steht, so werde ich von nun an, um Missverständnisse zu vermeiden, das in Frage stehende Objekt „ceratifiziertes Plasmodium“ nennen.

fallen und gingen zugrunde. Inzwischen war Regenwetter eingetreten, welches mich an dem Besuch der mit *Trichia* besetzten Weide im Prater verhinderte. Als ich den Baum nach ca. 14 Tagen doch besuchte, hatten sich von den 24 mit Nadeln markierten, ceratifizierten *Trichia*-Sporangien 17 in ganz normale Fruchtkörper verwandelt, die übrigen jedoch trugen dasselbe Aussehen zur Schau wie zu dem Zeitpunkte der Markierung. Durch diese Beobachtung wurde festgestellt, dass nicht nur die Ceratifikation der Plasmodien, sondern auch die der Sporangien die biologische Bedeutung eines transitorischen Ruhezustandes gewinnen kann.

Der Prozess der Ceratifikation tritt aber nicht allein bei den Myxomyceten, sondern auch bei den Myxobakterien¹⁾ auf. Die Myxobakterien sind bekanntlich Organismen, welche sich während ihrer vegetativen Lebensperiode wenig oder gar nicht von den gewöhnlichen Bakterien unterscheiden, die aber zu einer gewissen Zeit eigentümliche Cysten von ganz bestimmter Form bilden. Außer diesen Cysten können noch eigene Cysten-träger und zwar sowohl einfache, als auch verzweigte entwickelt werden, welche erst auf den Spitzen der letzten Zweige eine größere Anzahl Cysten — von sporenförmigen Aussehen — tragen. Dadurch können Gebilde entstehen, welche lebhaft an gewisse Schimmelpilze erinnern und die auch thatsächlich als solche von den älteren Beobachtern beschrieben worden sind. Die Frage, ob die Myxobakterien zur Zeit der Cystenbildung von einem leblosen Schleim oder von einem belebten Plasmodium eingehüllt sind, halte ich noch für ungelöst²⁾, auch interessiert uns dieselbe hier nicht weiter. Dagegen muss erwähnt werden, dass bei einem der größten Myxobakterien, dem *Chondromyces crocatus* Beil., Ceratifikation auftritt und zwar in einer doppelten Form, nämlich in der von kleinen Körnern und in der von winzigen, verzweigten, hirschgeweihartigen, hornigen Gebilden. Die Körner haben gewöhnlich unregelmäßig rundliche Umrisse, eine rote Färbung, hornartige Konsistenz und einem Durchmesser von 0.1—1.2 mm. Eine Rinde besitzen sie nicht, sondern sind durch und durch gleichartig und an der dünneren Stelle durchscheinend. Auf dem Schnitte zeigen sie eine feinstreifige, beziehungsweise

1) R. Thaxter, Contributions from the Cryptogamic Laboratory of Harvard University, XVIII. On the Myxobacteriaceae, a new order of Schizomycetes. Botanical Gazette, Vol. XVII, 1892 und Further Observations of the Myxobacteriaceae. Botanical Gazette, Vol. XXIII, 1897.

H. Zukal, *Myxobotrys variabilis* Zuk., als Repräsentant einer neuen Myxomyceten-Ordnung. Berichte der deutsch. bot. Gesellsch., 1896, S. 340.

Notiz zu meiner Mitteilung über *Myxobotrys variabilis*. Ibidem 1897, Seite 17.

Ueber die Myxobakterien. Ibidem 1897, S. 542.

2) Zu gewissen Zeiten haben nämlich die schleimigen Massen der Myxobakterien ein Plasmodium-artiges Aussehen und die einzelnen Bakterien können undeutlich werden. Ein andermal dominieren die Bakterien wieder so bedeutend, dass man eine gewöhnliche *Zoogloea* vor sich zu haben glaubt; die mikrochemischen Reaktionen und Färbungen geben ebenfalls keine einwandfreien Resultate.

eine fibrilläre Struktur, weil die eingeschlossenen Stäbchen parallel liegen. Ich erzog aus diesen Körnchen in Rindendecoct auf Glasplatten den normalen *Chondromyces*. Die Körnchen entsprechen offenbar einer Entwicklungsstufe, in welcher sich die vegetativen Stäbchen bereits auf einen Haufen versammelt haben, um dann zur Cystenbildung zu schreiten. Die 2. Form der Ceratifikation dieses Organismus besteht in rötlichen, eleganten, hornartig durchscheinenden und geweihtartig verzweigten Gebilden von 1—2 mm Höhe, welche offenbar den verzweigten Trägern der *Chondromyces*, unmittelbar vor der Cystenbildung entsprechen. Auch aus diesen Gebilden, die ich übrigens ungestört auf ihrem Substrate — einer Baumrinde — beließ, erzog ich reifen *Chondromyces*.

Einen weiteren Fall von Ceratifikation bei Myxobakterien beobachtete ich bei meinen *Myxococcus macrosporus*¹⁾. Hier scheint die Ceratifikation ein ganz normaler Vorgang zu sein, der eintritt, wenn das Sporenhäufchen vor der Schwarm rasch austrocknet. Der ceratifizierte *Micrococcus* bildet winzige, rötliche bis bernsteingelbe, durchscheinende Körnchen von 0·1—0·5 mm Durchmesser und fast kugeliger Form. Mit ihrem Basalteile stecken die Körnchen gewöhnlich noch im Substrate. Auf dem Schnitte zeigen die Sporen, bei jüngeren Exemplaren eventuell auch der Stäbchen, noch die reihenförmige Anordnung. Bringt man diese Körnchen in eine Nährlösung, z. B. Rinden- und Flechtendekoct, so lassen sie sich weiter kultivieren.

Wie lang solche ceratifizierte Myxobakterien ihre Lebensfähigkeit bewahren, darüber fehlt noch jede Erfahrung. Mir gelang die Wiederbelebung an einem Exemplar, das über $\frac{1}{2}$ Jahr auf dem trockenen Substrate in einer Schachtel aufbewahrt worden war.

Der ganze Prozess der Ceratifikation mit der nachfolgenden Aufweichung und ungestörten Fortentwicklung erinnert etwas an das Weiterwachsen eines Krystalles, der aus der Mutterlauge genommen wurde und nach einiger Zeit wieder in dieselbe gebracht worden ist. Diese Ähnlichkeit bezieht sich allerdings nur auf den Modus der Aggregation der fertigen Bausteine, denn das Wachstum der organischen Substanz hat sonst mit dem Wachstum eines Krystalles wenig Gemeinsames, dies gilt insbesondere für die Entstehung der Moleküle bzw. der Plasomen. Bei der Krystallisation entstehen die Moleküle neu, nach den einfachen Gesetz der Affinität und lagern sich dann in bloßer Apposition aneinander. In der lebenden Substanz entstehen die Plasome möglicherweise durch Teilung und das Wachstum selbst ist ein höchst komplizierter Prozess, bei welchem gewöhnlich Dissimilation und Assimilation gleichzeitig thätig sind. Fortwährend werden, wahrscheinlich infolge der höheren intermolekulären Wärme, aus der organischen Substanz gewisse Atome abgespalten und andere wieder aufgenommen (Atmung und Ernährung). Aus diesen kontinuierlichen Vorgängen der Dissimilation und Assimilation schließen wir mit Recht auf einen labilen Gleichgewichtszustand der gesamten lebenden Materie und bringen denselben im Gegensatz zu dem stabilen Gleichgewicht der unbelebten Substanz. Die organische Substanz vieler keim-

1) Beschrieben in der Arbeit: Ueber die Myxobakterien. Berichte der deutsch. bot. Gesellsch., 1897, S. 542.

fähiger Samen, sowie der eingetrockneten Rotatorien- und Bärentierchen, zeigt, wie die neuesten Untersuchungen unwiderleglich beweisen, einen hohen Grad von Stabilität. Genau dasselbe gilt für die ceratifizierten Plasmamassen der Myxomyceten und Myxobakterien.

Diese Stabilität dauert aber nur so lange, als das Betriebswasser fehlt; so lange sind diese Körper nämlich scheinbar tot, d. h. sie atmen nicht und assimilieren nicht. Sobald aber das Wasser in hinreichender Menge und in einer passenden Form zugeführt wird, tritt sofort wieder die allgemeine Labilität der lebenden Substanz zutage. Die Thatsachen der Ceratifikation sind auch in Bezug auf die Frage interessant, ob die lebende Substanz als eine Flüssigkeit, oder als eine echte Lösung oder als eine Scheinlösung aufzufassen sei. Der Verfasser eines Buches, dessen Lektüre mir einen großen Genuss und vielfache Anregung bereitete, nämlich Verworn, erklärt die lebende Substanz für eine Flüssigkeit. Es kommt mir jedoch vor, dass die thatsächlich vorliegenden Erscheinungen nur das Zugeständnis apodiktisch erheischen, dass die Teilchen der lebenden Substanz leicht verschiebbar aneinander gelagert sein müssen. [68]

Eine neue Reflextheorie des Ameisenlebens.

Von **E. Wasmann** S. J. (Exaeten bei Roermond).

Es sind bisher bereits sehr verschiedenartige Ansichten über das psychische Leben der Ameisen ausgesprochen worden. Einerseits sind die Lebensäußerungen der Ameisen von manchen modernen Tierpsychologen wie L. Büchner, G. J. Romanes, W. Marshall u. s. w. zu sehr vermenschlicht worden, indem sie diesen Tieren einen hohen Grad von menschenähnlicher Intelligenz zuschrieben. Diesem Extreme waren bereits mehrere Ameisenforscher, wie Forel und Lubbock, teils direkt teils indirekt entgegengetreten, da sie auf Grund ihrer Beobachtungen zu weit gemäßigten Schlüssen gelangten. Ich hatte mich ebenfalls schon in drei größeren Schriften¹⁾ mit der vorgeblichen hohen Intelligenz der Ameisen beschäftigt und war zu dem Resultate gelangt, dass die psychischen Lebensäußerungen der Ameisen sich aus deren Instinkten sowie aus der Modifikation derselben durch den Einfluss der sinnlichen Wahrnehmung des Individuums in befriedigender Weise erklären lassen. Allerdings war dabei, namentlich in letzterer Schrift (1897, 2), auch gezeigt worden, dass wir bei den höheren Tieren ebenfalls keine „Tierintelligenz“ anzunehmen brauchen; dieser Beweis hat zwar auf mancher Seite keinen Beifall gefunden, ist aber nicht widerlegt worden.

Neuerdings hat nun A. Bethe in einer interessanten Schrift: „Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zu-

1) 1891. Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. Münster i. W.

1897, 1. Instinkt und Intelligenz im Tierreich. Freiburg i. B.

1897, 2. Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere. Freiburg i. B.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Zokal Hugo

Artikel/Article: [Die Ceratifikation \(Verhornung\) bei Myxomyceten und Myxobakterien. 573-578](#)