

phylogenetische Verwandtschaft zwischen den Arthropoden und Anneliden annehmen [E. Haeckel<sup>1)</sup>, Hatschek, Lang u. a.].

Eine ausführliche, monographische Arbeit über die Embryologie der Cymothoiden werde ich in meiner Muttersprache (polnisch) mit Abbildungen veröffentlichen. [70]

## Bemerkung zu dem Aufsatz von H. C. Bumpus: „The Variations and Mutations of the Introduced *Littorina*“.

(Das Maß der Variabilität.)

Von Dr. phil. **Georg Duncker.**

In Nr. 5 des *Zoological Bulletin* (Boston, Febr. 1898, pp. 247—259, 14 Tafeln) veröffentlicht H. C. Bumpus interessante Beobachtungen über die Differenzen zwischen der englischen und nordamerikanischen Form von *Littorina littoraea* L. Erst seit ungefähr 50 Jahren scheint diese Schnecke in das atlantische Küstengebiet der Vereinigten Staaten eingeschleppt zu sein und hat dort nicht nur eine Reihe von Formveränderungen erfahren, sondern auch die Variabilität der Spezies ist durch den Aufenthaltswechsel beeinflusst worden.

Der letztere Umstand ist es im wesentlichen, der von B. durch eine Reihe statistischer Untersuchungen, Dimensionen, Gewicht und Färbung der Schalen anlangend, nachgewiesen wird. B. findet, dass bei je 1000 untersuchten Individuen verschiedener Fundorte (3 in England, 10 in den Vereinigten Staaten) der Variationsumfang der in Betracht kommenden Eigenschaften verschieden groß ist, und dass hinsichtlich desselben die englischen Formen stets hinter den nordamerikanischen zurückbleiben.

Bei der offenbar im Zunehmen begriffenen Anwendung der statistischen Methode in der biologischen Forschung jedoch scheint es wünschenswert, dass ihre Ausübung möglichst einheitlich und zugleich in mathematisch unanfechtbarer Weise geschehe. Die Beurteilung der Variabilität einer Eigenschaft innerhalb einer Form nach ihrem Variationsumfang nun ist keineswegs einwandfrei; statt ihrer ergibt die statistische Methode bessere Anhaltspunkte, die, wie ich im Voraus bemerken will, die morphologischen Resultate B.'s im vorliegenden Falle durchaus bestätigen.

Es ist eine mittlerweile durch anthropologische, zoologische und botanische vergleichende Messungen und Zählungen von Merkmalen an zahlreichen Objekten zur Genüge bekannte Thatsache, dass die an diesen zu beobachtende Variation für gewöhnlich annähernd dem Gauss'schen Gesetz der Wahrscheinlichkeit von Beobachtungsfehlern verschiedener Größe folgt, mit andern Worten, dass die Wahrscheinlichkeit, resp. die Häufigkeit von Varianten, die vom Mittelwert des untersuchten Merkmals abweichen, näherungsweise durch den Ausdruck

$$y = Y e^{-\frac{x^2}{2\epsilon^2}}$$

bestimmt ist.

1) Vergl. E. Haeckel, Systematische Phylogenie, 1896, I. Teil.

Auch die Befunde B.s an Littorina bilden zu dieser Näherungsregel keine Ausnahme; man kann es für die vorliegende Betrachtung dahin gestellt sein lassen, ob die Variationskurven, durch welche die empirischen Diagramme B.'s bestimmt sind, dieser Formel genau folgen, oder ob kleine Abweichungen von ihr im Sinne der verallgemeinerten Wahrscheinlichkeitskurve Pearson's<sup>1)</sup> vorliegen. In der obigen Formel bedeuten:

$y$  Die Häufigkeit einer einzelnen Variante;

$x$  die Abweichung dieser Variante von dem Mittelwert ( $M$ ) des untersuchten Merkmals;

$Y$  die theoretisch geforderte Häufigkeit dieses Mittelwertes unter  $n$ -Individuen, bestimmt durch den Ausdruck  $Y = \frac{n}{\varepsilon \sqrt{2\pi}}$ ;

$\varepsilon$  die Wurzel<sup>2)</sup> aus dem Mittel der Quadrate aller beobachteten Abweichungen von  $M$ , also  $\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$ ;

$e$  die Basis des natürlichen Logarithmensystems: 2, 7183.

Aus der Formel selbst geht klar hervor, dass eine Variante innerhalb einer bestimmten Anzahl untersuchter Individuen um so seltener auftreten muss, je weiter sie vom Mittelwert abweicht, je größer also das zugehörige  $x$  wird. So kommt es, dass die extremen Varianten meist nur durch ein oder zwei Individuen vertreten sind. Berücksichtigt man nun die Thatsache, dass die Untersuchung selbst von 1000 Stücken einer in großen Massen von Individuen auftretenden Spezies nur eine Stichprobe aus der Gesamtheit der Individuen ergibt, so ist es klar, dass gerade der Befund für die Gesamtheit extremer Varianten außerordentlich unwahrscheinlich ist, und somit die Größe des Variationsumfanges nur ein mangelhaftes und Zufallsfehlern stark ausgesetztes Maß der Variabilität einer Form bildet. Die systematische Litteratur aller Gruppen liefert mehr wie genug Illustrationen hierfür.

Es liegt ferner in dem Begriff der Variabilität, der ja in erster Linie ein mathematischer, kein morphologischer ist, dass „größere“, bezw. „geringere“ Variabilität nur eine Ausdrucksform für die größere oder

1) Phil. Transact. Roy. Soc., London 1895, Vol. 186, A. 153, p. 343—414; 10 Tafeln.

2) Diese, im nachfolgenden als „Variabilitätsindex“ bezeichnete Größe steht, so lange die Variation dem Gauss'schen Fehler-Gesetz annähernd folgt, zu den beiden übrigen, als Maß der Variation seitens der verschiedenen Autoren benutzten Konstanten in fester Beziehung. So beträgt der sogenannte „wahrscheinliche Fehler“ (Galton's Quartilwert)  $\varepsilon$  0,6745, der „mittlere Fehler“ Lagrange's  $\left(\frac{\sum(x)}{n}\right) = \varepsilon$  0,7979.

Die Berechnung von  $\varepsilon$  gestaltet sich am bequemsten nach der Formel

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sqrt{n \sum (V - V_m)^2 - [\sum (V - V_m)]^2}$$

wo  $V$  jede einzelne beobachtete Variante,  $V_m$  diejenige bedeutet, welche am häufigsten vorkommt. Der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen wird auf diese Weise ganzzahlig [ $V - V_m = \dots - 2, - 1, 0, 1, 2 \dots$ ].

geringere Wahrscheinlichkeit ist, andere Varianten, als die typische, dem Durchschnitt entsprechende, innerhalb einer gegebenen Individuenzahl anzutreffen. Diese Wahrscheinlichkeit aber ist weit weniger eine Funktion der Anzahl, als der Frequenz atypischer Varianten und sie findet daher ihren zahlenmäßigen Ausdruck keineswegs in dem beobachteten Variationsumfang, sondern, wie die Betrachtung unserer mehrfach erwähnten Formel

$$y = \frac{n}{\varepsilon \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\varepsilon^2}}$$

klar erkennen läßt, in der Größe des Variabilitätsindex  $\varepsilon$ . Je größer derselbe ist, um so seltener werden relativ die typischen, mittleren, und um so häufiger die extremeren, atypischen Varianten, d. h. um so variabler ist das betr. Merkmal.

Da somit der beobachtete Variationsumfang Zufallsfehlern stark ausgesetzt ist und obendrein für die Variabilität eines Merkmals im eben definierten Sinne bedeutungslos bleibt, diese beiden Nachteile aber dem Variabilitätsindex nicht anhaften, so erscheint es ratsam, den letzteren, wo immer eine genügend große Anzahl (einige Hundert) von Beobachtungen zu seiner Bestimmung vorliegt, entsprechend der statistischen Methode als Maß der Variabilität eines Merkmals anzuwenden.

Der Variabilitätsindex hat den weiteren arithmetischen Vorzug, den theoretisch wahrscheinlichen Variationsumfang eines Merkmals (im Sinne B.'s) für jede beliebige Individuenzahl unmittelbar anzugeben. Die zu beobachtenden Varianten müssen naturgemäß unter  $n$  Individuen mindestens die Häufigkeit 1 aufweisen. Durch geeignete Umformung erhält man dementsprechend als Grenzwert für  $\pm x$  nach obiger Formel

$$\lim \pm x = \varepsilon \sqrt{2 \operatorname{Ln} Y}$$

( $\operatorname{Ln}$  bedeutet Logarithmus naturalis).

Folglich ist der Variationsumfang

$$U = 2 \lim x = 2 \varepsilon \sqrt{2 \operatorname{Ln} Y} = 2 \varepsilon \sqrt{2 \operatorname{Ln} \left( \frac{n}{\varepsilon \sqrt{2\pi}} \right)}$$

Der Variationsumfang ist hier somit unabhängig von den Zufälligkeiten der Beobachtung nur durch die bei größeren Beobachtungsreihen praktisch nahezu fehlerfreie Größe  $\varepsilon$  bestimmt, und bei dieser Bestimmung wird zugleich ausgedrückt, dass er teilweise eine Funktion der (sei es untersuchten, sei es existierenden) Individuenzahl ist<sup>1)</sup>. Das allein aber ist eine logische Auffassung von dem Wesen der Variabilität, dass sie einerseits zwar eine der Formengemeinschaft anhaftende Eigenschaft

1) Der Einfluss der Individuenzahl auf den Variationsumfang ergibt sich aus folgender Ueberlegung: Denkt man sich den Wert  $Y$  durch einen bestimmten Exponenten  $c$  vermehrt oder vermindert, so ist

$$2 \varepsilon \sqrt{2 \operatorname{Ln} (Yc)} = U \sqrt{c}.$$

Untersucht man also nach dem ersten noch ein zweites Tausend von Individuen derselben Formengemeinschaft, so erweitert sich der zuerst gefundene Variationsumfang theoretisch nur um das 1,049 fache.

(ausgedrückt durch den Variabilitätsindex), andererseits aber auch eine Funktion der Individuenzahl dieser Formengemeinschaft darstellt.

Gehen wir zu den Befunden B.'s betreffs des Quotienten von Breite zu Höhe der Schale bei Individuen verschiedener Fundorte über, so finden wir dieselben im wesentlichen bestätigt. Während die Mittelwerte dieser Quotienten keine besonders hervortretende Verschiedenheit an den einzelnen Fundorten erkennen lassen — im Durchschnitt sind sie etwas größer bei den amerikanischen, als bei den englischen Formen —, ist es auffällig, wie die Variabilitätsindizes sämtlicher (10) amerikanischen Formen diejenigen der drei englischen überwiegen. Erstere sind somit zweifellos variabler, als letztere, ein Resultat, zu welchem auch B. mittels des Vergleichs des Variationsumfanges der verschiedenen Formen gelangte. Während jedoch der Variationsumfang in jedem einzelnen Falle einen mehr oder weniger zufälligen Befund bedeutet, ist die Bestätigung durch die Variabilitätsindizes wesentlich zuverlässiger.

Fund- <sup>1)</sup> orts-Nr.	<i>M</i>	$\epsilon$	be- rechn. für	
nach B.			gef.	1000 Ind.
I—III England				
I Tenby, Pembrokeshire, Wales.	90,9640	2,3775	15	15,2
II South Kingardineshire, Scotland	87,8540	2,3381	14	15,0
III Humber-Distrikt	90,5330	2,3024	12	14,8
IV—XIII Ver. Staaten				
IV St. River Croix, Maine	91,2657	2,7044	18	17,1
V Casco Bay, Maine	92,5310	2,6689	19	16,9
VI Beverley, Mass.	90,6490	2,7615	20	17,4
VII Nahant, Mass. (felsige Küste)	92,1890	3,0340	19	19,0
VIII Plymouth, Mass. (sandiger Hafen)	90,0860	2,4849	17	15,8
IX Seaconnet, R. J. (wärmeres Wasser, felsige Küste)	89,7240	2,8569	20	18,0
X Newport, R. J. (ähnlich IX)	89,1750	2,6178	18	16,6
XI Bristol Narrows, R. J. (geringerer Salz- gehalt, als IX u. X, steiniger Grund)	90,7710	2,7511	18	17,4
XII ibid. (Sand u. Schlamm)	91,0750	2,8276	18	17,8
XIII Mündung des Warren River, nahe dem vorigen	92,6864	2,9478	20	18,5

Zum Schluss biete die tabellarische Zusammenstellung der Mittelwerte (*M*), der Variabilitätsindizes ( $\epsilon$ ) und der beobachteten, sowie der berechneten Variationsumfänge (*U*) eine vergleichende Uebersicht über das Verhältnis von Schalenbreite zu -Höhe bei den in Betracht kommenden Lokalformen. Am wenigsten variabel in dieser Beziehung sind die Tiere des Humber-Distrikts in England; von den amerikanischen Formen weist die aus

1) Bemerkung: Die Daten für diese Tabelle sind den Diagrammen B.'s (Charts I—XIII) entnommen. Für die Mittelwerte der beiden ersten Formen erhalte ich etwas andere Resultate als B. Die untersuchten Individuenzahlen betragen nicht stets genau 1000, sondern bei IV 1001, bei XIII 995.

Plymouth (Mass.)<sup>1)</sup> 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 Sclerotien<sup>2)</sup>. 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*.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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): Duncker Georg

Artikel/Article: [Bemerkung zu dem Aufsatz von H. C. Bumpus: „The Variations and Mutations of the Introduced Littorina“. 569-573](#)