

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	27 (1934)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Biometrische Untersuchungen an Foraminiferen aus dem Pliocaen von Ceram (Niederl.-Indien)
<b>Autor:</b>	Schmid, Kurt
<b>Kapitel:</b>	IV: Schlussbemerkungen
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-159374">https://doi.org/10.5169/seals-159374</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Obschon die Mittelwerte sowohl der ma- wie der mi-Initialkammern der Serie II etwas höher sind als diejenigen der Serie I, bewegen sie sich doch ersichtlich in denselben Grössendimensionen.

Der Sicherheitsgrad der Trennung der Formen nach äusserlichen Merkmalen ist aus den Zahlen der Tabelle 14, S. 122 ersichtlich.

Die Verschiedenheit der EK.-Grössen der Exemplare der Serie I resp. II mag durch zufällige Einwirkungen bei der Entstehung der Agameten, wie dies aus WINTER's Zitat im Falle der *Globorotalia menardii-tumida* hervorging, zu erklären sein, kann aber auch das Bestehen von differenten Lokalrassen anzeigen.

Die Ergebnisse der Serie II bestätigen in jeder Weise die für Serie I erhaltenen Resultate.

### C. Zusammenfassung der Resultate der Untersuchungen am Formenkreis der *Truncatulina margaritifera* und var. *granulosa*.

1. Die Foraminiferen des Formenkreises der *Truncatulina margaritifera* bilden eine einheitliche Spezies mit dimorpher Konstitution (physiologisch bedingte Dimorphie). Forma A (die makrosphäre Form) entspricht ungefähr den von FISCHER als var. *granulosa* bezeichneten Typen. Forma B (die mikrosphäre Form) entspricht ungefähr dem BRADY'schen Typus der *margaritifera*.

2. Die anatomisch als makrosphär bestimmt Formen stimmen mit dem durch die variationsstatistischen Untersuchungen näher umschriebenen Typus I überein; die mikrosphären Formen mit dem Typus II.

3. In der einheitlichen Spezies existiert nicht Trimorphie, sondern Dimorphie. Die makrosphären Embryonalkammern variieren nicht stärker als die mikrosphären Embryonalkammern. Die festgestellte morphologische Einheitlichkeit der Makrosphären spricht aber nicht gegen die Möglichkeit des Vorhandenseins einer physiologischen Differenzierung der A-Form.

Es scheint mir kaum noch die Möglichkeit zu bestehen, die Varietät *granulosa* aufrecht zu erhalten. Die Spezies wäre wieder zu vereinheitlichen und mit dem alten von BRADY eingeführten Namen *Truncatulina margaritifera* BRADY, versehen mit der Ergänzung Forma A und B, zu belegen.

Im übrigen haben sich auch in diesem Falle die variationsstatistischen Untersuchungen bewährt.

### IV. Schlussbemerkungen.

Die biometrische Messung mit anschliessender variationsstatistischer Auswertung hat sich auch bei fossilen Foraminiferen als ein geeignetes Hilfsmittel erwiesen, die Homogenität oder

Heterogenität von Formenkreisen zu kontrollieren, bei deren nur visueller Untersuchung Zweifel über die Zusammengehörigkeit oder systematische Unterscheidbarkeit aufsteigen. Die Anwendung statistischer Methoden führt zu einer genauen Erfassung der zu einer systematischen Einheit zu vereinigenden Formen und auch zu einer Vereinfachung der systematischen Nomenklatur, in welcher bekanntlich bei den Foraminiferen eine besonders grosse Verwirrung herrscht. Eine kritische Klärung der Nomenklatur ist hier ganz besonders erwünscht. Vor allem hat die Foraminiferen-Palaeontologie, der biologische Kriterien zum Zwecke der Artbestimmung und Artabgrenzung versagt sind, und die ihre systematischen Einheiten rein auf die Morphologie der Schalen basieren kann, allen Anlass, sich des kritischen Hilfsmittels der biometrischen Statistik zu bedienen. Die Anzahl der von den praktischen Mikropalaeontologen auf unsicherer Basis errichteten neuen Spezies wächst ohne eine gehörige Kritik und Bereinigung der Prinzipien ins Ungemessene.

Im besondern ergeben sich aus den vorstehend an zwei Beispielen von Formenkreisen fossiler Foraminiferen durchgeföhrten biometrischen Untersuchungen folgende Resultate von allgemeinerer Bedeutung:

1. Es konnten den Kleinforaminiferen-Genera, bei denen ein physiologisch bedingter Schalendimorphismus, ein Wechsel makrosphärer und mikrosphärer „Generationen“, bereits bekannt ist, zwei weitere Genera zugefügt werden, nämlich *Globorotalia* und *Truncatulina*.

2. Es ergibt sich, dass eine auffallende Variabilität eines Formenkreises auf einem physiologisch bedingten Schalendimorphismus beruhen kann. Die dimorphe Konstitution aller sog. Formenkreise muss aber von Fall zu Fall durch eingehende Untersuchungen erwiesen werden. Die Differenzen in den äusseren Charakteren der Schalen der makrosphären und mikrosphären „Generation“ können in extremen Varianten so klein sein, dass der Eindruck eines gleitenden Überganges und einer grossen Variabilität der Schalenform innerhalb des scheinbar einheitlichen Formenkreises entsteht, im Gegensatz zu vielen Fällen, wo der Schalendimorphismus auch äusserlich ohne weiteres erkannt und die beiden Formen leicht getrennt werden können. Die biometrische Statistik in Verbindung mit der anatomischen Untersuchung erlaubte auch in solchen schwierigen Fällen die Erkennung des Dimorphismus, in welchen mit gewöhnlichen Methoden die Trennung der beiden Formen unmöglich ist. Bei Anwendung der Variationsstatistik vermeidet man den Fehler HOFKER's, beliebige einander etwas ähnliche Spezies zu „Tritsen“, d. h. trimorphen Spezies, zusammenzustellen. Die Methode von HOFKER wurde schon von verschiedenen Autoren kritisch zurückgewiesen. Die nomenklatorische Verwirrung, die durch ein solches Vorgehen in der palaeontologischen Foraminiferenkunde angerichtet würde, ist unabsehbar. Für die Palaeontologie ist eine

Benennung der Formenkreise zusammengehöriger „Generationen“ mit verschiedenen Speziesnamen unschädlicher als eine verfrühte unkritische Zusammenlegung. In diesem Sinne z. B. ist auch die mit grosser Sorgfalt ausgeführte Revision der *Nummuliten*-Nomenklatur durch BOUSSAC, Lit. 109, 1911, wegen ihrer Zusammenlegung der makrosphären und mikrosphären Formen unter einen nach Prioritätsgründen gewählten Speziesnamen noch nicht als völlig glücklich und endgültig zu betrachten. Es zeigt sich aus den oben beschriebenen Untersuchungen deutlich, mit welch' grossen Schwierigkeiten eine sichere Bestimmung der Zusammengehörigkeit eines Formenkreises und eine Bestimmung der Komponenten als zusammengehörige dimorphe „Generationen“, selbst bei Anwendung genauer Messmethoden, noch zu kämpfen hat. Die Zusammenlegung von Formenkreisen zu dimorphen oder trimorphen Spezies ist jedenfalls ohne genaue morphologische Analyse der zusammenzulegenden Formen, ihrer Variationsbreiten, Mittelwerte und Standardabweichungen, vor allem in der Palaeontologie, sehr gewagt und verwerflich.

3. Die Unterschiede in der Grösse der Durchmesser der Initialkammern von makrosphären und mikrosphären Formen sind bei der planktonischen, primitiv gebauten *Globorotalia menardii* nicht sehr gross, sie verhalten sich nämlich ungefähr wie 2 : 1. Man vergleiche das Verhältnis bei *Peneroplis pertusus* nach WINTER, ca. 2 : 1 bis 4 : 1, das vom hier gefundenen wenig abweicht. Bei der benthonischen, differenzierter ausgebildeten *Truncatulina margaritifera* verhalten sich die Grössen der makrosphären und mikrosphären Initialkammern wie 5 bis 9 : 1. Hier sind die Unterschiede bedeutend; das gefundene Verhältnis entspricht völlig demjenigen z. B. bei *Milioliden*. Die Schwankung der Grösse ist bei der Makrosphäre höchstens ebenso gross, im allgemeinen sogar kleiner als bei der Mikrosphäre. Grösste und kleinste Makrosphären verhalten sich bei *Truncatulina margaritifera* ungefähr wie 12 : 7. Von den kleinsten Makrosphären bestehen aber keine Übergänge bis hinunter zu den Dimensionen der Mikrosphäre. Diese Beobachtung wurde auch von SCHAUDINN an *Polystomella* gemacht. Nur bei *Globorotalia menardii* könnte man, da die extremen Grössenunterschiede zwischen Makrosphären und Mikrosphären überhaupt nur klein sind, solche Übergänge sehen wollen. HOFKER unterscheidet bekanntlich innerhalb der Gruppe der makrosphären Individuen stets eine Forma A<sub>1</sub> und eine Forma A<sub>2</sub>, die sich durch verschiedene Grösse der Makrosphären unterscheiden sollen. Es soll sich bei diesen Formen physiologisch um eine allmählich im Laufe der agamen Teilungen eintretende Differenzierung in ♂ und ♀ Gamonten handeln, die schliesslich heterogame Sporen erzeugen, aus deren Vereinigung wiederum die Agamonten (Forma B = erste Agamontengeneration) hervorgehen. Die extremen Grössen der Makrosphären der Formen A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub> verhalten sich ungefähr wie 1 : 2. Die Extreme sind durch alle Übergänge verbunden. HOFKER fand jedoch, Lit. 126, bei *Epo-*

*nides (Pulvinulina) repandus* unter 99 untersuchten Makrosphären, dass die extremen Größenvarianten der Frequenz nach überbetont waren, so dass sich für die Grösse der Makrosphären eine zweigipflige Frequenzkurve ergab. Der Grad der Variabilität der Makrosphären von 1 : 2 stimmt an sich mit dem hier gefundenen überein. Jedoch sollen sich die A<sub>1</sub>- und A<sub>2</sub>-Formen auch äusserlich stark unterscheiden können, was daraus hervorgeht, dass HOFKER öfters auch bisher als verschiedene Spezies unterschiedene Formenkreise als A<sub>1</sub>- und A<sub>2</sub>-Formen einer seiner hypothetischen trimorphen Arten beschreibt.

Eine solche äusserliche Differenzierung der Individuen mit grösster und kleinster Megasphäre ist aber bei *Truncatulina margaritifera* nicht festzustellen. Die Individuen mit grösserer oder kleinerer Megasphäre ordneten sich z. B. im Korrelationsfelde b/c in völlig indifferenter Weise an, so dass zwischen der Grösse der Megasphäre und dem Werte des Quotienten b/c keine Korrelation besteht. Dieser Quotient hat aber für die äussere Unterscheidung der makro- und mikrosphären Formen eine grosse Bedeutung. Auch sind unter den 78 gemessenen Megasphären keineswegs die extrem kleinen und grossen Masse bevorzugt, sondern die Varianten der megasphären Grösse streuen normal um einen bevorzugten Mittelwert, und es lässt sich feststellen, dass die extremen Varianten nur eine geringe Häufigkeit besitzen.

Diese kritischen Bemerkungen zur Theorie HOFKER's können, da sie aus einer rein morphologischen Studie abgeleitet sind, auch nur die morphologischen und systematischen Konsequenzen dieser Theorie berühren. An sich ist eine sexuelle physiologische Differenzierung der Sporen (Gameten) und selbst der Gamonten, der Individuen der makrosphären „Generation“, keineswegs unwahrscheinlich, trotz der bis jetzt für die Foraminiferen angenommenen Isogamie. Es könnte sich um Phänomene eines relativen Sexualismus im Sinne von HARTMANN handeln, Lit. 120, 1931, pag. 8 und 31. In jüngster Zeit haben sich solche Erscheinungen bei zahlreichen Organismen, denen ursprünglich Isogamie zugeschrieben wurde, gezeigt. Dies sind noch Probleme, die der biologischen Foraminiferen-Forschung für die nächste Zukunft gestellt sind.

4. Eine genaue Analyse der Frequenzpolygone der fossilen Foraminiferenkollektive führt, wie gezeigt werden konnte, zu interessanten Resultaten. Die Individuen der makrosphären und mikrosphären „Generation“ waren in den untersuchten Kollektiven in solchen Mengen vertreten, dass sich das Vorhandensein derselben deutlich in einer Zweigipfligkeit der Frequenzpolygone äusserte, deren Existenz und Identität mit den, den beiden Generationen entsprechenden Teilkollektiven durch verschiedene Darstellungsmethoden festgelegt werden konnte. Es zeigte sich, dass das Mengenverhält-

nis, in welchem die den beiden Generationen zuzuschreibenden Individuen im fossilen Kollektiv vertreten waren, in den untersuchten Beispielen ungefähr sich verhielt  $ma : mi = 2 : 1$ , was ziemlich stark abweicht von einer durch RHUMBLER gelegentlich erwähnten Angabe  $10 : 1$ . Für die Auswirkung des Dimorphismus einer Art in einer ausgesprochenen Zweigipfligkeit der Frequenzkurve des Gesamtkollektivs ist das erwähnte Zahlenverhältnis, mit dem die beiden Typen vertreten sind, von ausschlaggebender Bedeutung. Es lässt sich aber aus den Erfahrungen an den hier behandelten Beispielen ableiten, dass bei anderen Spezies oder in anderen Fällen fossiler Foraminiferenkollektive, wo das genannte Verhältnis weniger günstig sein sollte, so dass eine eigentliche Zweigipfligkeit der Frequenzkurven nicht sichtbar in Erscheinung tritt, doch bei einer sorgfältigen Analyse dieser Kurven eine ausgesprochene Schiefheit oder andere variationsstatistische Anomalien der Frequenzverteilung sich noch zeigen würden. Man darf sagen, dass die statistische Analyse des Formenkreises der *Globorotalia menardii-tumida* bereits sehr schwierig war. Es kann aber erwartet werden, dass im allgemeinen deutlichere, leichter zu analysierende Verhältnisse, ähnlich wie im Falle der *Truncatulina margaritifera*, die Regel sein werden.

Wesentlich statistisch gerichtete Untersuchungen haben einen vollen Effekt erst, wenn bereits ein zahlreiches gleichartiges und nach denselben Methoden verarbeitetes Material vorliegt. Die vorliegende Studie dürfte aber noch vereinzelt dastehen. Inwiefern sich die gefundenen statistischen Eigentümlichkeiten weiterhin bei der Untersuchung fossiler Foraminiferenkollektive zeigen werden, bleibt abzuwarten. Dass jedoch die biometrisch-statistischen Methoden der komplizierten Foraminiferensystematik im Prinzip grosse Dienste zu leisten imstande ist, sollten die behandelten Beispiele gezeigt haben, und dies möchte ich vom palaeontologisch-systematischen Standpunkte aus, der immer als Ausgangspunkt der ganzen Fragestellung und Untersuchung zu denken ist, als das Hauptresultat betrachten. Bei der Grenzlage der Probleme war natürlich nicht zu umgehen, auch die Bedeutung und den Zusammenhang der gefundenen morphologischen Resultate vom palaeontologischen Standpunkt aus mit den zur Zeit noch im Flusse stehenden biologischen Fragen wenigstens anzudeuten. Die weitere Entwicklung der Kenntnis des biologischen Lebenszyklus der Foraminiferen, die neuerdings — nachdem auf die grundlegenden Untersuchungen der grossen Protistenspezialisten BÜTSCHLI, SCHAUDINN, RHUMBLER u. a. eine Zeit der Ruhe gefolgt war — durch die Initiative HOFKER's in eine neue Phase der Forschung getreten ist, wird für die Foraminiferen-Palaeontologie und Systematik von grosser Bedeutung werden.

---