

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 27 (1934)
Heft: 1

Artikel: Biometrische Untersuchungen an Foraminiferen aus dem Pliocaen von Ceram (Niederl.-Indien)
Autor: Schmid, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-159374>

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: 24.02.2026

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

Biometrische Untersuchungen an Foraminiferen

[Globorotalia menardii (d'Orb.) — Globorotalia tumida (Brady) und
Truncatulina margaritifera Brady — Truncatulina margaritifera
granulosa Fischer]

aus dem Pliocaen von Ceram (Niederl.-Indien).

Von KURT SCHMID, Bern.

Mit 3 Tafeln (II—IV), 4 Textfiguren und 14 Tabellen.

Inhaltsverzeichnis.

| | |
|--|----|
| Abkürzungen | 46 |
| Vorwort | 47 |
| I. Einleitung | 48 |
| 1. Geologisch-palaeontologische Vorbemerkungen | 48 |
| 2. Ziel der vorliegenden Studien | 49 |
| II. Biometrische Untersuchungen am Formenkreis der Globorotalia menardii-tumida | 50 |
| A. Einleitung | 50 |
| 1. Systematisches und Problemstellung | 50 |
| 2. Über die Mess- und Zähltechnik | 55 |
| B. Die Untersuchungen | 56 |
| I. Biometrie der äusseren Formelemente der Schale; insbesondere Variationsstatistik der äusseren Dimensionen | 56 |
| 1. Korrelation der äusseren Schalendimensionen | 56 |
| 2. Die Häufigkeitskurven der einzelnen äusseren Schalendimensionen (Quetelet'sche Kurven) | 62 |
| 3. Diskussion der Korrelationsfläche der Eigenschaft <i>b</i> (Länge) und <i>c</i> (Dicke) | 70 |
| 4. Das Additionsproblem der Häufigkeitskurve der Eigenschaft <i>b</i> (Länge) | 73 |
| 5. Wirth'sche Gerade; Regress | 78 |
| 6. Zusammenfassung | 81 |
| II. Biometrie der inneren Formelemente der Schale; Schalenanatomie | 81 |
| 1. Allgemeines zur Methode | 81 |
| 2. Resultate der anatomischen Aufschlussarbeiten | 85 |
| 3. Verknüpfung der Resultate der anatomischen Untersuchungen mit denjenigen der statistischen Untersuchungen | 90 |
| a) Die Lage der makrosphären und mikrosphären Individuen im Korrelationsfeld | 91 |

| | | |
|------|--|-----|
| α) | Korrelationstabelle der Eigenschaften <i>b</i> und <i>c</i> , 600 Exemplare, Klassen zu 20 μ , Tab. 2 | 91 |
| β) | Erstes Beiblatt, Beilage (Taf. II, Fig. 6), zur Korrelationstabelle, Tab. 2 | 92 |
| γ) | Zweites Beiblatt, Tab. 9, Darstellung der „Zahlensymbole“ | 92 |
| δ) | Drittes Beiblatt, Die Grenzen der „Typischen Gebiete“, Taf. II, Fig. 7 | 93 |
| b) | Die Trennung der dimorphen Formen nach zwei Hauptmerkmalen | 94 |
| α) | Trennung der dimorphen Formen nach der Grösse der Initialkammern, Taf. II, Fig. 10, unten | 94 |
| β) | Trennung der dimorphen Formen nach dem Charakter der Initialspirale, Taf. II, Fig. 8 | 95 |
| c) | Die Beziehungen der anatomisch bestimmten dimorphen Formen zu den Gipfeln der Quetelet'schen Kurve | 95 |
| 4. | Beziehungen des Schalendimorphismus zum Lebenszyklus der Foraminiferen | 98 |
| C. | Zusammenfassung der Resultate | 103 |
| III. | <i>Biometrische Untersuchungen am Formenkreis der Truncatulina margaritifera und der Truncatulina margaritifera-var. granulosa</i> | 103 |
| A. | Einleitung | 103 |
| 1. | Systematisches und Problemstellung | 103 |
| 2. | Allgemeine Übersicht über den Arbeitsgang und die Messmethode | 106 |
| B. | Die statistische Auswertung der Messungen | 109 |
| I. | Serie I, 200 Stück | 109 |
| 1. | Die Häufigkeitspolygone für die Dimension <i>b</i> (Mediandurchmesser), Taf. III, Fig. 5 | 109 |
| a) | Mittelwert | 110 |
| b) | Standardabweichung und Variationskoeffizient | 112 |
| c) | Schiefheitsziffer | 112 |
| d) | Exzess | 113 |
| 2. | Die Korrelation von Äquatorialdurchmesser und Axialdurchmesser der Schalen und ihre Verknüpfung mit den anatomischen Eigenschaften, Tafel III, Fig. 1 u. 3 | 114 |
| a) | Die Korrelation der äusseren Schalendimensionen <i>b</i> und <i>c</i> (Mediandiameter und Axialdiameter) | 114 |
| b) | Korrelation der äusseren und inneren Schalenverhältnisse | 115 |
| II. | Serie II, 160 Stück | 120 |
| C. | Zusammenfassung der Resultate | 123 |
| IV. | <i>Schlussbemerkungen</i> | 123 |
| | <i>Literaturverzeichnis</i> | 128 |

Abkürzungen:

| | |
|------------|--|
| E.-App.: | Embryonalapparat |
| E.-K.: | Embryonalkammer |
| mi: | mikrosphär |
| ma: | makrosphär |
| men.-tum.: | das Kollektiv der <i>Globorotalia menardii</i> + <i>tumida</i> |
| Th. K. I: | Theoretische Kurve I |
| Th. K. II: | Theoretische Kurve II |

“ Until the phenomena of any branch of knowledge have been submitted to measurement and number it cannot assume the status and dignity of a science.” Galton

Vorwort.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit ging von Herrn Dr. W. LEUPOLD, Assistent am Geologischen Institut der Universität Bern, aus, der sich seit seiner Rückkehr aus Niederländisch-Indien dem Studium der Foraminiferen und deren Untersuchungsmethoden widmet.

Die Indische Sammlung des Naturhistorischen Museums in Basel beherbergt grosse Schätze an palaeontologischem Material aus Niederländisch-Ost-Indien, das zum Teil noch der wissenschaftlichen Bearbeitung harrt. Vor allem finden sich dort grosse Foraminiferen-Kollektionen vor. Herr Prof. Dr. P. ARBENZ und Herr Dr. W. LEUPOLD setzten sich mit Herrn Dr. AUG. TOBLER in Basel in Verbindung. Der letztere war so freundlich, auf verschiedene Kollektionen, die für eine Bearbeitung in Frage kommen konnten, aufmerksam zu machen. Die Wahl fiel auf eine Sammlung von Kleinforaminiferen aus dem Pliocaen von nördlich Mittel-Ceram, aus den sog. Fufaschichten stammend. Die Materialien wurden im Jahre 1924 von Herrn Dr. F. Weber zusammengebracht. Das Studium dieser Kollektionen empfahl sich vor allem durch den Umstand, dass das Gesteinsmaterial unter der Aufsicht des Herrn Dr. AUG. TOBLER von Mas Bakal, Assistenten des letzteren, grösstenteils geschlämmt und vorläufig sortiert und somit für die vorzunehmenden Arbeiten weitgehend vorbereitet worden war. Abgesehen von den wissenschaftlichen Zielen wurde die Wahl auch durch die sehr gute Erhaltung der Foraminiferen bestimmt.

Ich möchte nicht unterlassen, auch an dieser Stelle Herrn Dr. W. LEUPOLD für die Einführung in die Foraminiferenkunde und für alle Ratschläge, Belehrungen und Unterstützungen bei meiner Arbeit zu danken. Er stellte mir bereitwilligst sein grosses Wissen, das er besonders bei langjährigen Arbeiten in Niederländisch-Indien gewonnen hat, zur Verfügung.

Vor allem aber möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. P. ARBENZ, für alle Förderungen, die er mir zuteil werden liess, und für das stete Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, herzlichst danken. Ich werde mir erlauben dürfen, auch in seinem Namen des inzwischen verstorbenen Herrn Dr. AUG. TOBLER in Basel, der mir durch Überlassung des Materiales die Arbeit erst ermöglichte und mir zu verschiedenen Malen mit Rat und Tat zur Seite stand, dankbar zu gedenken.

Es gelte mein Dank auch allen den Herren, die mir bei der Beschaffung von Literatur, sowie durch verschiedene andere Unterstützungen bei meiner Arbeit behilflich waren, so vor allem Herrn Dr. H. GÜNZLER-SEIFFERT, Assistent am Geologischen Institut in Bern, der die Photographien der Tafel IV anfertigte, sowie auch den Herren Dr. R. RUTSCH, Dr. FR. WEBER, P.D. Dr. G. von BÜREN, P.D. Dr. W. KOESTLER und Dr. FR. MICHEL.

I. Einleitung.

1. Geologisch-palaeontologische Vorbemerkungen.

Die mir zur Verfügung stehenden, Foraminiferen enthaltenden Proben stammen von Fundorten, welche alle in der flachen Schwemmebene im Hinterlande von Wai Wahai (nördlich Mittel-Ceram) liegen. Die meisten Muster sind aus Aufschlüssen der Bäche und Flüsse des Gebietes des Wai Jsal, des Wai Toloearang und des Wai Saripoetih im Norden des Jsalgebirges.

Lithologisch zeigen alle diese Muster ungefähr dieselbe Ausbildung. Es sind grünlichgraue oder gelbliche, weiche und schlammige Foraminiferenmergel und Sande, oder auch feinsandige Tone.

Aus den Terrainstudien von WANNER, RUTTEN und HOTZ ergibt sich, dass die etwa 500 m mächtigen Fufaschichten transgressiv an und über den praetertiären bis-alttertiären Kern der Insel gelagert sind. Während die eocaenen und altneogenen Sedimente noch in den komplizierten Faltenbau des Kerns der Insel einbezogen wurden, erlitten die Fufalagen nur geringe tektonische Störungen. Sie wurden an der Küste von Korallenkalken quartären Alters bedeckt und erst in jüngsten Zeiten aus dem Meere gehoben.

Die Palaeontologie dieser fossilreichen Ablagerungen ist bereits ziemlich gut bekannt. FISCHER (Lit. 3, 1921) beschrieb als erster eine reiche Mollusken- und Foraminiferenfauna, der er pliocaenes Alter zuschrieb. Später wurde auch von KOCH (Lit. 6, 1925) eine Foraminiferenfauna von Ceram beschrieben. FISCHER hat seine Studien seither in vervollständigter Weise publiziert (Lit. 4, 1927). UMBGROVE hat neuerdings die Korallenfauna beschrieben (Lit. 11, 1924).

Die palaeontologischen Studien ergaben für die Fufa-Formation, gestützt auf den grossen Prozentsatz noch lebender Spezies aller Tiergruppen, ein pliocaenes Alter. Nirgends wurden *Lepidocyclinen* oder *Miogypsinen* gefunden. Das Alter kann deshalb nur den Tertiär-Etagen g bis h nach VAN DER VLERK entsprechen.

Sowohl FISCHER als auch KOCH haben den übergrossen Anteil der Foraminiferenarten mit beschriebenen rezenten Formen identifiziert.

Neue Arten wurden beschrieben, von FISCHER sowohl wie von KOCH.

2. Ziel der vorliegenden Studien.

Nach einer ersten vorläufigen Sortierung der Foraminiferenfauna ergab es sich, dass den faunistischen Studien von FISCHER, Lit. 3, 1921 und 4, 1927, und KOCH, Lit. 6, 1925, nicht viel Neues mehr beizufügen wäre. Die Fufaformation umfasst einen zu kurzen Zeitabschnitt, und die Schichten sind in ihrer faunistischen Zusammenstellung zu gleichmässig, als dass man aus der Kleinforaminiferen-Fauna Schlüsse auf eine stratigraphische Unterteilung ziehen könnte. Vielleicht ist eine solche Unterteilung bei näherem Studium auf spezies-statistischer Grundlage möglich, in derselben Weise, wie dies auch in anderen Gebieten in Indien mit jüngstem Neogen zu Resultaten geführt hat.

Bei der Sortierung fiel mir bei einigen Formen die Variabilität innerhalb eines vermutlich einheitlichen Formenkomplexes auf. Beim Versuche, diese Formen zu bestimmen, findet man für die verschiedenen Varianten in der sehr ausgedehnten Literatur über rezente Foraminiferen stets nahestehende Abbildungen und Beschreibungen, meistens aber verschiedene Namen. Dieser Umstand führte mich auf die prinzipielle Frage der Variabilität und auf das Problem des Speziesbegriffes bei den Foraminiferen.

Neben den Erscheinungen der Variabilität treten bei den Foraminiferen der Generationswechsel und die dadurch bedingte Polymorphie der Art auf. Diesem Problem, das ebenfalls die systematische Erfassung der Art erschwert, ist bei den sogenannten Kleinforaminiferen im allgemeinen noch nicht viel Interesse gewidmet worden. In jüngster Zeit sind in dieser Richtung an rezenten Kleinforaminiferen durch den Biologen HOFKER Untersuchungen ausgeführt worden, die durch die problematischen Schlussfolgerungen (Trimorphismus) Aufsehen erregt und von verschiedenen Seiten bereits Kritik auf den Plan gerufen haben. Die Fragen schienen von solcher Wichtigkeit und in mancher Hinsicht von solcher Problematik zu sein, dass es ratsam schien, von einer allgemein-faunistischen Bearbeitung des Materials abzusehen, dafür aber einigen der auffallendsten Fällen der Variabilität und des Polymorphismus bis in alle Details nachzugehen.

Zum Zwecke der Untersuchungen über die Variabilität innerer und äusserer Merkmale der Foraminiferen zeigte sich bald die Notwendigkeit, eine neue Methode und Untersuchungstechnik zu suchen. In erster Linie musste die Variationsstatistik, die schon von verschiedenen Autoren mit Erfolg in der Palaeontologie angewendet wurde (WEDEKIND, KLÄHN, RICHTER, BRINKMANN u. a.), auf ihre Eignung zur Lösung der vorliegenden Probleme geprüft werden.

Ferner musste eine Präparationstechnik ausgearbeitet werden, die gestattete, auch in grösseren Serien die inneren anatomischen Verhältnisse sichtbar zu machen.

Letztere fand sich in einer Kammer-Ausgussmethode mit Anwendung von Vakuum.

Die vorliegende Arbeit¹⁾ befasst sich eingehend mit den Spezies *Pulvinulina (Globorotalia) menardii* D'ORB. und *Pulvinulina (Globorotalia) tumida* BRADY einerseits und *Truncatulina margaritifera* BRADY und *Truncatulina margaritifera granulosa* FISCHER 1927 andererseits.

II. Biometrische Untersuchungen am Formenkreis der *Globorotalia menardii* (d'Orb.) — *tumida* (Brady).

A. Einleitung.

1. Systematisches und Problemstellung.

In zahlreichen Proben der Fufamergel fanden sich Foraminiferen, welche dem Kreis, der in der Literatur heute als *Pulvinulina (Globorotalia) menardii* (D'ORB.) und *Pulvinulina (Globorotalia) tumida* (BRADY) bekannten Formen angehören.

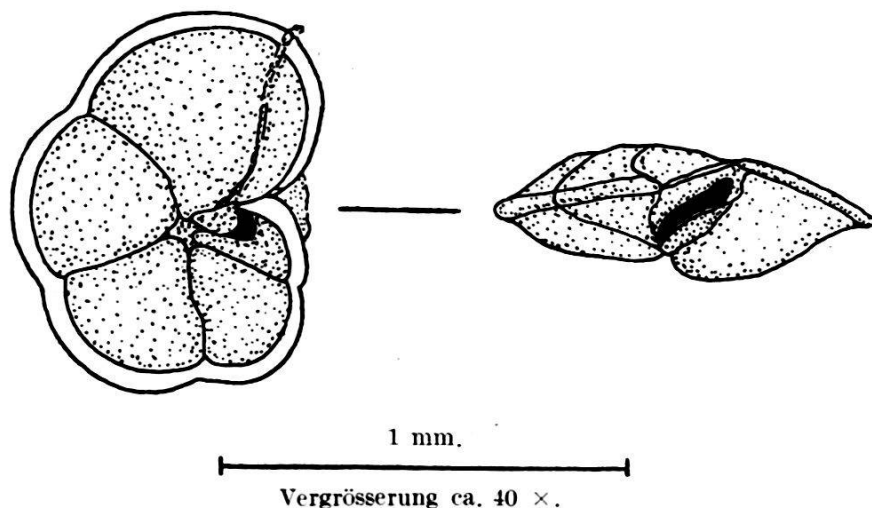


Fig. 1. *Globorotalia*, Typus „*menardii*“, von unten und von der Seite.

BRADY gibt in seinem Challengerwerk Lit. 19, 1884, folgende Beschreibungen: Für *Pulvinulina menardii* D'ORBIGNY, S. 690/91, Plate CIII, Figs. 1 a, b, c und 2 (vergl. auch Textfig. 1):

¹⁾ Die Arbeit hatte ursprünglich einen grösseren Umfang, musste aber zur Vermeidung allzuhoher Druckkosten stark gekürzt werden. Sie enthielt insbesondere Kapitel über die historische Entwicklung der Auffassungen über Variabilität, Artbegriff und Systematik sowie auch Bemerkungen über Palaeontologie, biometrische Messungen und Variationsstatistik im allgemeinen und über biometrische Untersuchungen an Foraminiferen im besonderen. Sie umfasste auch eingehendere Studien über das Wesen der empirischen Primärkurve, über die Ursachen der Schiefheit und die Bedeutung der tertiären Gipfel der Häufigkeitskurven. Die Literatur, die zur Ausarbeitung dieser Kapitel benutzt wurde, verblieb im Literaturverzeichnis.

„In Parker and Jones's arrangement of the genus, *Pulvinulina menardii* serves as the type of a considerable group of species, which includes, amongst others, all those hitherto found living at the surface of the ocean.

The external characters of the typical form are well embodied in d'Orbigny's Modèle, No. 10, which represents a compressed, regular, neatly constructed, Rotaline shell, with subcarinate, slightly lobulated periphery. It is composed of about two convolutions, the outermost consisting of six segments; the sutures are limbate on the superior side, more or less depressed on the inferior, good examples have often a diameter exceeding $\frac{1}{20}$ th inch (1,27 mm.).”

Für *Pulvinulina tumida* BRADY, S. 692, Plate CIII, Figs. 4a, b, c, 5 und 6 (vergl. Textfig. 2):

“*Pulvinulina tumida* is probably only a variety of *Pulvinulina menardii*, but the test is stouter and altogether more solidly built. Its general contour is oblong, both the superior and inferior faces are highly convex, and the peripheral edge thick or rounded, and little if at all constricted at the sutures; on the inferior face the segments are more or less inflated and the umbilicus sunken; the longer diameter is about $\frac{1}{25}$ th inch (1 mm.).”

Diese Formen sind im Ceram-Material überaus häufig; sie können aus einzelnen Gesteinsproben zu mehreren Tausenden ausgeschlämmt werden.

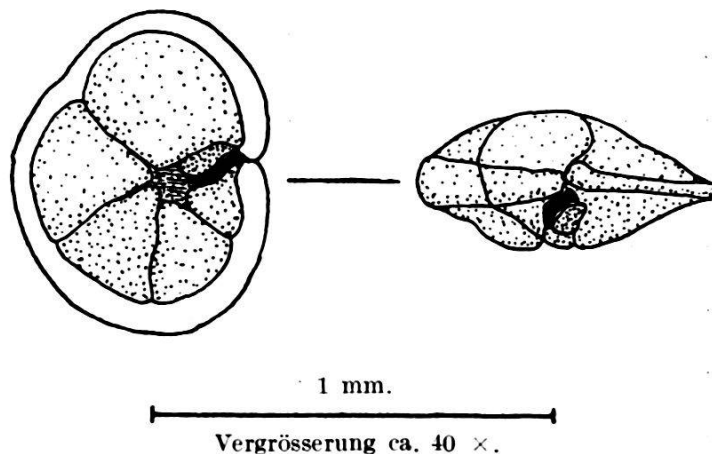


Fig. 2. *Globorotalia*, Typus „*tumida*“, von unten und von der Seite.

Beim Versuche, dieselben zwecks Bestimmung unter dem Binokularmikroskop zu sortieren und den beiden Spezies zuzuteilen, fiel mir bald die Unmöglichkeit einer sichern Trennung der beiden Formen auf. Es schienen in der Hauptmenge alle Übergänge von der einen zur andern Form zu existieren, obschon hinwiederum zwei in ihren extremen Ausbildungen deutlich zu unterscheidende Typen vorhanden zu sein schienen. Hier lag offensichtlich ein systematisches Problem vor, für welches mit Hilfe der genauen Methoden der Variationsstatistik zum mindesten eine Aufhellung, wenn nicht eine Lösung, zu erhoffen war.

Die nachfolgende chronologisch geordnete Synonymietabelle zeigt die geschichtliche Entwicklung des Speziesbegriffes der in Frage stehenden Form an Hand der wichtigsten Literatur.

- 1826 *Rotalia menardii* D'ORB., Ann. Sci. Nat., vol. VII, p. 273, no. 26, modèle no. 10.
- 1851 *Rotalina cultrata* BAILEY, Smithson. Contr., vol. II, art. 3 p. 11, figs. 14—16.
- 1854 *Planulina incurvata* EHRENBERG, Mikrogeologie, pl. XXVI, fig. 42.
Planulina membranacea, id. ibidem, pl. XXVI, fig. 43.
- 1866 *Discorbina saccharina* SCHWAGER, Novara Exped., geol. Teil, vol. II, p. 257, pl. VII, fig. 106.
- 1865 *Pulvinulina repanda*, var. *menardii* PARK. and JONES, Phil. Transact., vol. CLV, p. 394, pl. XVI, figs. 35—37.
- 1867 *Pulvinulina menardii* OWEN, Journ. Linn. Soc. Lond., IX, Zool., p. 148, pl. V, fig. 16.
- 1868 *Rosalina asterites* GÜMBEL, Abh. d. k. bayer. Akad. Wiss., II, Cl., vol. X, p. 658, pl. II, fig. 101a—c.
- 1876 *Pulvinulina menardii* var. *cultrata* VAN DEN BROEK, Ann. Soc. Belg. micr., vol. II, p. 141, pl. III, fig. 13 et 15.
- 1877 *Pulvinulina menardii*, var. *tumida* BRADY, Geol. mag., Dec. II, vol. IV, p. 294.
- 1879 *Pulvinulina menardii*, var. *tumida* BRADY, Quart. Journ. Micr. Soc., vol. XIX, N. S., p. 80.
- 1879 *Pulvinulina menardii* BRADY, Quart. Journ. Micr. Soc., vol. XIX, N. S., p. 80.
- 1884 *Pulvinulina menardii* D'ORB., Brady, Challenger, p. 690, pl. 103, figs. 1 and 2.
- 1884 *Pulvinulina tumida* BR., Brady, Challenger, p. 692, pl. 103, figs. 4—6.
- 1910 *Pulvinulina menardii* D'ORB., sp., Wanner, Ostarm Celebes, N. J. f. Min., Geol. etc., Beilage-Bd. XXIX, p. 760.
- 1911 *Pulvinulina menardii*, var. *tumida* BR., Schubert, Foss. Foram. des Bismarckarchipels, Abh. K. K. Geol. Reichsanstalt, Bd. XX, H. 4, S. 111.
- 1914 *Pulvinulina menardii* (D'ORB.), Cushman, U. S. A. Nat. Museum, Bull. 71, p. V, p. 54, pl. 22, fig. 2.
- 1914 *Pulvinulina tumida* BR., Cushman, U. S. A. Nat. Museum, Bull. 71, Part 5, p. 56, pl. 22, fig. 3.
- 1921 *Pulvinulina menardii* (D'ORB.), Cushman, U. S. A. Nat. Museum, Bull. 100, vol. 4, p. 333, pl. 66, figs. 1a—c.
- 1921 *Pulvinulina tumida* BR., Cushman, U. S. A. Nat. Museum, Bull. 100, vol. 4, p. 337, pl. 66, figs. 3a—c.
- 1921 *Pulvinulina menardii* D'ORBIGNY, P. J. Fischer, Centralblatt Min., Geol. etc., Jahrg. 1921, S. 251.
- 1921 *Pulvinulina menardii* D'ORBIGNY, var. *tumida* BR., P. J. Fischer, Centralblatt Min., Geol. etc., Jahrg. 1921, S. 251.
- 1923 *Pulvinulina menardii* D'ORBIGNY, R. Koch, Die Foraminiferenfauna von Kabu (Java), Ecl. Geol. Helv., Bd. XVIII, Nr. 2, S. 356.
- 1923 *Pulvinulina tumida* BRADY, ibid. S. 357.
- 1925 *Pulvinulina menardii* D'ORB., R. Koch, Eine jungtertiäre Foraminiferenfauna aus Ost-Seran (Ceram), Ecl. Geol. Helv., Bd. XIX, Nr. 1, S. 209, Nr. 69.
- 1925 *Pulvinulina tumida* BR., ibid., Nr. 71.
- 1927 *Pulvinulina menardii* D'ORB., P. J. Fischer, Palaeontologie von Timor, Beitrag zur Kenntnis der Pliocaenfauna von Seran und Obi, S. 165.
- 1927 *Pulvinulina menardii* D'ORB., var. *tumida* BR., ibid., S. 165.

In den Hauptpunkten gestaltete sich die Entwicklung des Speziesbegriffes also wie folgt: Die von D'ORBIGNY im Jahre 1826, Lit. 39 und 40, eingeführte und zum Genus *Rotalia* gestellte Spezies „*menardii*“ erscheint in der Folge bei verschiedenen Autoren unter verschiedenen Speziesnamen und in verschiedenen Genera, bis sie im Jahre 1867 durch OWEN, Lit. 38, als *Pulvinulina menardii* erst-

mals mit ihrem bis in die neueste Zeit gebräuchlichen Namen aufgeführt wurde. Jedoch erst durch das Challengerwerk fand der Name „*Pulvinulina menardii*“ allgemeine Anwendung. In der Absicht, die Spezies zum Zweck einer genauen Kenntnis zu untersuchen und zu beschreiben, fügte BRADY erstmals im Jahre 1877, Lit. 16, der Spezies *menardii* eine Varietät „*tumida*“ an, in welche er ihm auffallende, vom Typus abweichende Formen zusammenfasste; so auch im Jahre 1879, Lit. 17. Im Jahre 1884, Lit. 19, misst BRADY der neuen Form grössere Wichtigkeit bei und erhebt sie in den Rang einer selbständigen Art „*tumida*“. Im weiteren gingen nach dem autoritativen Vorgehen BRADY's die beiden Artnamen und Artbegriffe im allgemeinen ohne weiteres bis in die neuesten Zeiten in die Literatur über.

Die Unsicherheit aber, die BRADY selbst und die nachfolgenden Autoren bei der Trennung der Formen empfunden haben mussten, macht sich oft in vorsichtigen, verklausulierten Beschreibungen geltend. SCHUBERT degradiert die Art „*tumida*“ 1911, Lit. 49, wieder zur Varietät, so auch FISCHER in den Jahren 1921, Lit. 3, und 1927, Lit. 4. Diese rückläufige Bewegung dürfte nach der vorliegenden Arbeit nun damit enden, dass die Einheit der Spezies *menardii* wieder hergestellt wird; allerdings darf dabei auch formell-systematisch die festgestellte sekundäre Inhomogenität nicht übergangen werden.

J. A. CUSHMAN stellte die Form 1927 in ein neu errichtetes Genus *Globorotalia*, das in der ebenso neu errichteten Familie der *Globorotaliidae* seinen Platz findet:

- 1927 Genus *Globorotalia* CUSHMAN, Contr. Cushman. Lab. Foram. Res., vol. 3, p. 91.
 1928 Genus *Globorotalia* CUSHMAN, Foraminifera. Their Classification and Economic Use., p. 311 and 312.
 1928 *Globorotalia tumida* (BRADY), Cushman, Foraminifera. Their Classification and Economic Use., pl. 49, fig. 3a—c.

(Nachträge neuester Literatur siehe pag. 134.)

Nach dieser Darstellung der historischen Entwicklung der Nomenklatur sollen kurz zusammenfassend meine eigenen ersten Beobachtungen am Cerammaterial angebracht werden, um dann zur Problemstellung zu gelangen.

Die *Globorotalien* vom Typus „*menardii*“-„*tumida*“¹⁾ bilden, wie leicht aus dem grosszahligen Material zu ersehen war, eine Formenreihe mit fluktuierender Variabilität der äussern Formelemente der Schalen, siehe Tafel III, Fig. 6, Nr. 1—8, wo acht Stadien herausgegriffen wurden. Es finden sich sowohl die beiden „typischen“ Formen *menardii* und *tumida* als auch Extreme, sowie auch alle dazwischen liegenden Übergangsformen. Die (für die erste visuelle

¹⁾ In der Folge sind Kollektive dieser Formen abgekürzt als men.-tum. bezeichnet.

Betrachtung nicht zu unterscheidenden) Übergangsformen sind in überwiegender Mehrzahl vorhanden.

Die variierenden äussern Formelemente sind insbesondere:

1. Länge und Breite der Medianfläche.
2. Dicke (Axialdurchmesser der trochoiden Spirale).
3. Allgemeine Schalengrösse und Schalenwandbau.

Bei einem allgemeinen Überblick über das Material liess sich vermuten, dass die verschiedenen Eigenschaften in gesetzmässiger Abhängigkeit voneinander variieren. Ich konnte auch feststellen, dass die Schalen des I. Typus, „*tumida*“-Formen, dickwandiger gebaut und mit kalkigen Tuberkeln besonders an der Ventralseite versehen sind, während die Schalen des II. Typus, „*menardii*“-Formen, im allgemeinen dünnwandiger gebaut sind und Kalktuberkeln in extremen Fällen völlig entbehren. Die grössere Dicke und der allgemein festere Bau der Schale bei „*tumida*“ erzeugen einen breiten, gerundeten Rand. „*menardii*“ dagegen weist öfters einen scharfen bis überschräfften Rand auf (siehe auch Textfign. 1 und 2).

Auf der Idee, ob nicht die beiden, schon von mehreren Autoren herausgefühlten Formen zwei auf Generationswechsel beruhende Typen (mikro- resp. makrosphäre) ein und derselben Spezies seien, oder ob die ganze Plethe¹⁾ einheitlich sei, fussen die variationsstatistischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit.

Die Fragen, mit denen sich die vorliegende Arbeit also zu befassen hat, sind vor allem folgende:

Handelt es sich beim Formenkreis der *Globorotalia men.-tum.*

1. um eine einheitliche Spezies mit starker Variabilität der Individuen, oder
2. um zwei getrennte, durch Übergänge verbundene Spezies, oder
3. um Dimorphismus oder Trimorphismus im Rahmen einer sonst einheitlichen Spezies, bedingt durch physiologischen Generationswechsel?

Im letzteren Falle wäre auch zu untersuchen, ob beide Formen der Dimorphie resp. drei Formen im Falle von Trimorphie im untersuchten Material vorhanden sind.

Da sich ein Dimorphismus bei den beschalten Foraminiferen insbesondere in der Grösse der Anfangskammer und in der Grösse der ausgewachsenen Schalen geltend macht, so wäre also vor allem zu untersuchen, ob im Material wirklich makrosphäre und mikrosphäre Formen zu finden sind, welche Beziehungen diese zu den

¹⁾ Nach Brinkmann (Lit. 61, S. 53): Plete = Kollektiv von Fossilien vom selben Fundort, zum Unterschied von einer rezenten, lebenden „Population“.

äusseren Formen der Schalen haben und mit welchen Frequenzen sie an der Plethe beteiligt sind.

2. Über die Mess- und Zähltechnik.

Das Material erfuhr, bevor es zur Messung gelangte, eine Vorbehandlung. Zuerst wurde eine ungefähr der zu messenden Anzahl Schalen entsprechende Menge vollständig wahllos vom übrigen Material abgeteilt und zwar, zur Verhinderung jedweder bewussten oder unbewussten Auslese, mit blossen Auge. Die Menge dieses zur Messung bestimmten Teiles des Materials musste erst etwas grösser sein als die bestimmte runde Anzahl Individuen, die man zu messen wünschte, da sich ein Teil der Individuen bei mikroskopischer Betrachtung wegen Beschädigungen als zur Messung ungeeignet erwiesen. Die Individuen, die aus diesen Gründen von dem zu messenden Kollektiv ausgeschlossen werden mussten, waren aber nur in geringer Anzahl. Der Charakter der Plethe konnte durch ihre Ausschlussung nicht geändert werden. Diese wahllos herausgegriffene Gruppe von Individuen soll letzten Endes immer noch die richtigen Frequenzverhältnisse, wie sie in der Totalplethe existieren, aufweisen.

Um nun die visuelle Beurteilung mit der exakten zu gemeinsamer Leistung zu vereinigen, und, um das eine Resultat am andern prüfen zu können, wird es nötig, unter Annahme der Arbeitshypothese, dass in der Plethe zwei verschiedene Formen vorliegen (ob diese als zwei verschiedene Spezies oder als die beiden dimorphen Konstituenten einer einheitlichen Spezies gedeutet werden, ist vorläufig gleichgültig), mit Hilfe des Mikroskopes die Formen schätzungsweise zwei Gruppen zuzuweisen. Diese beiden Gruppen kann man folgendermassen charakterisieren:

1. Formen vom Typus (I) „*tumida*“: kleiner, dicker und scheinbar länglicher.
2. Formen vom Typus (II) „*menardii*“: dünner, grösser und scheinbar runder (siehe Textfiguren 1 und 2).

Um den visuellen Eindruck zu kontrollieren, wurden an zwei Serien zu je 300 Individuen die folgenden Dimensionen gemessen:

- a = Breite = kurzer Diameter der Medianfläche; senkrecht zu b ,
- b = Länge = längster Diameter der Medianfläche,
- c = Dicke = Axialdiameter der trochoiden Schale.

Diese Dimensionen sind die Hauptmerkmale, die zur biometrisch-statistischen Kennzeichnung der äusseren Schalenformen dienen.

Die Messungen der äusseren Dimensionen wurden mit einem Instrumentarium, das aus Monokularmikroskop und Prismen-

rotator und Okular-Trommelmikrometer, mit dem man bei einer Vergrößerung von ca. 50mal Gegenstände von 400—1200 μ Grösse auf $\pm 10 \mu$ genau messen kann, bestand, ausgeführt. Eine grössere Genauigkeit anzustreben hat keinen Sinn, da sich schon die Ausmasse kleiner höckeriger Unregelmässigkeiten im Verlaufe der peripheren Kammerränder der zu messenden Schalen in den Grenzen von $\pm 10 \mu$ bewegen.

Die Messungen wurden in den Masstabellen (Urlisten), die den Ausgangspunkt aller weiteren Arbeiten bildeten, niedergelegt.

Um den Einfluss der Musterentnahme des Materials feststellen zu können, wurden 600 Individuen des Materials in zwei unabhängigen Serien zu je 300 Exemplaren bearbeitet, um die von verschiedenen Individuen gewonnenen Werte miteinander vergleichen zu können.

B. Die Untersuchungen.

I. Biometrie der äussern Formelemente der Schale; insbesondere Variationsstatistik der äussern Dimensionen.

1. Korrelation der äusseren Schalendimensionen.

Die Herstellung der Korrelationstabellen, welche den methodischen Ausgangspunkt für die variationsstatistischen Untersuchungen darstellen, wird als bekannt vorausgesetzt.

Eine Erklärung muss nur für die speziellen Verhältnisse in dieser Arbeit angebracht werden: Im Falle des Kollektives der *Globorotalia men.-tum.* wurden auf Grund von 1800 Messungen, verteilt auf drei Eigenschaften, die korrelative Variabilität der Eigenschaftspaare a/b , b/c und der Vollständigkeit halber auch a/c untersucht.

Um sich einen Begriff von dem Einfluss der Anzahl der gemessenen Exemplare und der Probeentnahme auf die variationsstatistischen Darstellungen und Rechnungen machen zu können, wurden aus demselben Material (Fundort Hatoe Kapira) 2 Kollektive von je 300 Individuen vom Stock abgeteilt, nach a , b und c gemessen, und in den Korrelationstabellen und andern Darstellungen vorerst getrennt eingetragen. Die Messungen wurden danach vereinigt und auch in Darstellungen von 600 Exemplaren Inhalt zur Anschauung gebracht. Den grössten Genauigkeitsgrad besitzen natürlich die Darstellungen und Rechnungen, die sich auf die Messungen von 600 Individuen stützen. Die rechnerische Auswertung wurde auf Grund der 600er-Tabellen ausgeführt.

a) *Korrelation der Eigenschaften a und b.* Einen ersten Eindruck vermittelt die Korrelationstabelle für 600 Individuen für das

Eigenschaftspaar a/b , siehe Tabelle 1. Als supponierte Eigenschaft wurde b gewählt, als relative dagegen a .

Die supponierte Eigenschaft b umfasst 41 Klassen zu $20\ \mu$ oder 21 Klassen zu $40\ \mu$. Die Totalvariationsbreite beträgt $820\ \mu$, beginnt mit $445\ \mu$ und endet mit $1265\ \mu$.

Die relative Eigenschaft a dagegen besitzt eine Totalvariationsbreite von $640\ \mu$, beginnt bei $365\ \mu$ und endet bei $1005\ \mu$. Die Variationsbreite umfasst 32 Klassen zu $20\ \mu$, welche zu 16 Klassen von je $40\ \mu$ zusammengefasst werden können.

Werden in der Korrelationstabelle die Klassen gleicher Frequenzen mit Grenzen umzogen und so gegeneinander abgegrenzt und ausserdem mit Signaturen unterschieden, so erhält man, in der Art einer „Höhenschichtenkarte“ ein charakteristisches Bild von der Verteilung der Frequenzen aller realen Eigenschaftspaare a/b , (Taf. II, Fig. 9). Der Vorteil dieser Darstellung liegt darin, dass neben den zwei Dimensionen der Eigenschaftspaare a/b , welche auf der Abszisse und der Ordinate, d. h. in der Ebene der Korrelationstabelle, geometrisch zur Darstellung gelangen, auch eine dritte Dimension, die Frequenz der Eigenschaftspaare, anschaulich gemacht werden kann. Es entsteht so der Eindruck eines „Gebirges“ (Korrelationskörper), dessen Kamm, den höchsten Frequenzen entsprechend, der Ausgleichsgeraden, der mittleren Linie nach WIRTH, der Korrelationstabelle folgt.

Schon lediglich die Betrachtung dieser beiden Darstellungen zeigt durch das ganze Kollektiv hindurch eine hochgradige positive Korrelation der beiden Eigenschaften, was sich darin ausdrückt, dass das Gebiet der anwesenden Varianten als eine schmale Zone diagonal von links oben nach rechts unten durch die Korrelationstabelle zieht. Noch um ein Bedeutenderes schmaler erscheint die Diagonalzone, wenn nur die Varianten mit maximalen Frequenzen ins Auge gefasst werden.

Hier schon soll auf eine bedeutsame Erscheinung, die in Taf. II, Fig. 9 zu sehen ist, aufmerksam gemacht werden. In dem schmalen geradlinigen Rücken der Frequenzfläche sind die höchsten Frequenzen an zwei verschiedenen Stellen lokalisiert. Der Kamm hat also zwei Gipfel, welche, wie im nächsten Abschnitt näher ausgeführt wird, mit der Zweigipfligkeit der Häufigkeitskurven für die einzelnen Eigenschaften im Zusammenhang steht.

Der bildliche Eindruck kann jedoch zur Beurteilung des Korrelations-Grades nicht endgültig ausschlaggebend sein, ist doch die graphische Darstellung von verschiedenen Darstellungswillkürlichkeiten abhängig, vor allem von der jeweiligen Wahl des Massstabes.

Besser ist in dieser Beziehung der zahlenmässige Ausdruck der Korrelationsverhältnisse durch den Korrelationskoeffizien-

b (Länge der Schalen).

| | | 445 μ | 505 | 605 | 705 | 805 | 905 | 1005 | 1105 | 1205 | 1265 μ | | | | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| a (Breite der Schalen). | 365 μ | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| | | 2 | | | | | | | | | | 2 | | | | | |
| | 405 | | | 1 1 | | 1 | | | | | | 3 | | | | | |
| | | | 1 2 | | 2 | | | | | | | 5 | | | | | |
| | | | | 3 4 | 1 2 | | 1 | | | | | 11 | | | | | |
| | | | 1 1 | | 5 1 | 2 | | | | | | 10 | | | | | |
| | | | | 1 | | 6 5 | | 2 | | 1 1 | | 16 | | | | | |
| | 505 | | | | 2 2 | 4 5 | 4 5 | | | | | 22 | | | | | |
| | | | | 1 | | 5 5 | 4 18 | 8 2 | 2 | | 1 | 46 | | | | | |
| | | | | | | 2 6 | 1 9 | 4 6 | 4 2 | 2 1 | | 37 | | | | | |
| | | | 1 | | | 1 | | 1 5 | 12 8 | 9 4 | 5 | 46 | | | | | |
| | | | | | 1 | | | 3 3 | 5 10 | 5 6 | 6 2 | 41 | | | | | |
| | 605 | | | | | 1 | | 4 5 | 7 8 | 9 2 | 1 2 | 39 | | | | | |
| | | | | | | 1 | | | 1 2 | 4 4 | 8 7 | 6 4 | 41 | | | | |
| | | | | | | | | 1 | 4 8 | 9 3 | 6 4 | 1 1 | 38 | | | | |
| | | | | | | | | | 1 6 | 3 4 | 7 12 | 7 2 | 47 | | | | |
| | | | | | | 1 | | | | 1 2 | 1 1 | 3 6 | 4 3 | 25 | | | |
| | 705 | | | | | | | | 1 1 | 4 3 | 9 8 | 6 2 | 1 1 | 35 | | | |
| | | | | | | | | | | 1 2 | 1 1 | 2 2 | 4 3 | 1 1 | 18 | | |
| | | | | | | | | | | 2 1 | 2 4 | 5 5 | 6 1 | 1 1 | 28 | | |
| | | | | | | | | | | 2 | | 1 3 | 4 4 | 3 2 | 1 3 | 23 | |
| 805 | | | | | | | | 1 | | 4 1 | 2 | | 2 3 | 2 2 | | 17 | |
| | | | | | | | | 1 1 | | | 1 2 | 3 | 2 1 | 1 | | 12 | |
| | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 | | 2 | 1 | 9 | |
| | | | | | | | | | | 1 1 | 1 | 3 | | 1 | 1 | 8 | |
| | | | | | | | | | | | 1 1 | 1 | | | | 5 | |
| | | | | | | | | | | | 2 1 | 1 | | | | 4 | |
| 905 | | | | | | | | | | 1 | | 1 1 | | | | 3 | |
| | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | |
| | | | | | | | | | | | | | 1 1 | | | 3 | |
| | | | | | | | | | | | | | 1 1 | | | 2 | |
| 1005 μ | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 600 |

Tab. 1. *Globorotalia menardii* — *tumida*, Korrelationstabelle für die äusseren Masse der Schale,
a (Breite) und b (Länge), 600 Exemplare, Klassen zu 20 μ .

ten. Zur Bestimmung desselben wählte ich die genaueste der gebräuchlichen Methoden, diejenige von BRAVAIS aus dem Jahre 1846, Lit. 80, 1926. Die Basis für die Berechnungen bildet obgenannte Korrelationstabelle, in welcher 600 Eigenschaftspaare bezüglich ihrer Dimensionen a und b zur Darstellung kommen (Tab. 1). In dieser Tabelle sind die Messungen der beiden Serien vereinigt. Korrelationen, die auf Grund derselben Klasseneinteilung von 20μ für die beiden einzelnen Serien errichtet wurden, vermitteln übrigens einen Eindruck, wie er auch aus der Tabelle für 300 Exemplare gewonnen werden konnte. Die Frequenzen waren in derselben schmalen Diagonalzone angeordnet und liessen einen hohen Koeffizienten voraussagen.

Die Definition des Korrelationskoeffizienten lautet nach BRAVAIS 1846 formelmässig:

$$r = \frac{\Sigma (D_x \cdot D_y)}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}$$

siehe JOHANNSEN, Lit. 80, 1926, S. 348.

Da die Anwendung der Formel auf reale Kollektive, der viellstelligen Zahlen halber, praktisch nicht in Frage kommen kann, so wird mit der umgewandelten Formel, der Rechnungsformel, operiert. Ich folgte bei der praktischen Ausführung der Rechnungen den vorbildlichen Darstellungen JOHANNSEN's und arbeitete zur Bestimmung des Korrelationskoeffizienten mit der Formel:

$$r = \frac{\Sigma p a_x \cdot a_y - n b_x \cdot b_y}{n \cdot s_x \cdot s_y}$$

Diese Formel hat den grossen Vorteil, dass, an Stelle der absoluten Werte der Eigenschaften, mit Spielräumen, die sich alle durch einfache ganze Zahlen ausdrücken lassen, operiert werden kann.

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten ergibt die unbenannte Zahl:

$$r = + 0,928 \pm 0,007 \quad (\pm 0,754\%).$$

Die zweite Zahl stellt den mittleren Fehler von r , nach PEARSON und FILON, siehe JOHANNSEN, Lit. 80, 1926, S. 355, berechnet, dar. Der mittlere Fehler gibt uns den Grad der Zuverlässigkeit des Resultates an. Der theoretisch richtige Wert für r liegt mit grösster Wahrscheinlichkeit zwischen 0,935 und 0,921.

Was auf Grund der bildlichen Darstellung aus der Korrelationstabelle bereits vorausgesagt werden konnte, dass nämlich der Grad der Korrelation ein sehr hoher sei, und dass mithin der Grad der korrelativen Variabilität umgekehrt sehr gering sei, lässt sich hiemit auch zahlenmässig feststellen.

Die dritte Zahl bedeutet den Prozentualanteil des mittleren Fehlers des r am r selbst.

Bekanntlich bedeutet $r = 0$ in normalen Fällen das Fehlen jeglicher Korrelation, während $r = 1$ den höchsten Grad ausmacht (absolute oder ideale Korrelation). Mit andern Worten: es bedeutet $r = 1$ die volle Wahrscheinlichkeit, dass alle Eigenschaftspaare auf der Ausgleichsgeraden des ganzen Kollektives liegen.

Dass wir es in unserem Falle $r = + 0,928$ mit einer hochgradigen Korrelation zu tun haben, zeigt nicht nur ein Vergleich mit fehlender und mit vollkommener Korrelation, sondern auch ein Vergleich mit höchsten Korrelationskoeffizienten, die in der Natur in biologischen Kollektiven verschiedener Art gefunden wurden. Diese betragen nach JOHANNSEN $+ 0,982$ und $+ 0,920 - + 0,980$. Vergleiche JOHANNSEN, Lit. 80, 1926, S. 358.

Die sehr hohe Korrelation der grossen und kleinen Achse des Medianflächen-Ovals (b und a) besagt:

1. dass die Form der Medianfläche, unabhängig von der absoluten Grösse der Exemplare, sehr konstant ist;

2. dass eine eventuell anwesende Dimorphie oder andere Einflüsse auf das Verhältnis der Dimensionen b/a nicht, oder nur unmerklich, einwirken, dass, mit andern Worten, die Ovalform der Medianfläche der Schale ein gutes morphologisches Element der Art darstellt.

Der wichtigste Punkt der Resultate aber ist die einfache Tatsache der sehr hohen Korrelation, oder umgekehrt der sehr geringen korrelativen Variabilität der Form der Medianfläche.

b) *Korrelation der Eigenschaften b und c .* Weniger hoch ist die Korrelation des Eigenschaftspaares b/c . Siehe Tab. 2. Während sich die Ovalform der Medianfläche im ganzen Kollektiv kaum merkbar verändert, ihre Ausgleichsgerade fast ideal geradlinig verläuft, ist die Abhängigkeit der Dicke der Schale c von dem grössten Diameter der Medianfläche b variabler, der Grad der Korrelation niedriger. Die Unterscheidung der beiden Formen scheint bei Betrachtung des Verhältnisses b/c einigermaßen besser durchführbar zu sein als beim Verhältnis b/a . Die Dimorphie offenbart sich in diesen Verhältnissen schon etwas besser, nämlich so, dass die kleinen Formen dicker, die grösseren Formen flacher zu sein scheinen.

Um diesem gefühlsmässigen Urteil festeren Halt zu verleihen, kann beim Korrelationskoeffizienten für das Eigenschaftspaar b/c Rat gesucht werden.

Die Grundlage für die Berechnung des Korrelationskoeffizienten bildet die Korrelationstabelle für die Eigenschaften b/c (siehe Tabelle 2).

Rein bildlich zeigt dort die Verbreitung der Frequenzen im Feld der Korrelationstabelle eine etwas grössere Streuung. Dies

lässt von vornherein auf eine geringere Korrelation und umgekehrt auf eine grössere korrelative Variabilität schliessen.

Der nach den üblichen Prinzipien errechnete Korrelationskoeffizient nach BRAVAIS ergibt:

$$r = + 0,790 \pm 0,015 \quad (\pm 1,898\%).$$

Die Vergleichung mit dem Korrelationskoeffizienten des Eigenschaftspaares a/b zeigt, dass der Koeffizient für b/c um 0,138 gesunken ist, dass somit die korrelative Variabilität um diesen Betrag gestiegen ist. Wir können in dieser Störung bereits die Ankündigung der Heterogenität der Plethe sehen. Bei Betrachtung der absoluten Variabilität mittelst der Quetelet'schen Kurven und der daran angeschlossenen Berechnungen wird dies noch besser zu erkennen sein.

Die allgemeine hochgradige Korrelation würde bedeuten, dass bei der Anwesenheit von zwei verschiedenen Formen dieselben sich im Umriss des Medianflächenovals, in Anbetracht des beinahe konstanten Verhältnisses von a/b , visuell kaum unterscheiden lassen. Ähnliches gilt auch für das Verhältnis b/c , wo r zu 0,790 besagt, dass zum grossen Teil die Individuen im Verhältnis Länge zu Dicke sehr ähnlich sind, so dass eine Unterscheidung bei visueller Betrachtung nur für wenige Extreme möglich ist. Die hochgradige Unabhängigkeit der Schalenformen von ihrer absoluten Grösse weist eigentlich eher auf einen einheitlichen Formenkreis mit nahezu vollkommener Wachstumskorrelation hin.

Der Versuch einer Trennung der Formen mit Hilfe der Korrelation der äusseren Schalendimensionen ergab somit noch kein eindeutiges Resultat.

Dagegen führt die Betrachtung der bereits oben kurz erwähnten Anomalien der Frequenzverteilung im Korrelationsfeld a/b , Taf. II, Fig. 9, weiter. In dieser Frequenzverteilung fällt eine merkwürdige Bimodalität, eine Zweigipfligkeit der Häufigkeitsfläche, auf.

Diese Bimodalität zeigt sich, wie aus den Frequenzzahlen zu ersehen ist, auch in der Korrelation b/c .

Im folgenden Abschnitt soll diesen Störungen mit Hilfe der Frequenzkurven nachgegangen und ihre Ursachen aufzudecken versucht werden.

2. Die Häufigkeitskurven der einzelnen äusseren Schalendimensionen (Quetelet'sche Kurven).

Während die Betrachtung der Korrelationstabellen die Art und den Grad der korrelativen Variabilität der äusseren Dimensionen aufzeigt, befassen sich die nachfolgenden Ausführungen mit der Art und dem Grad der Variabilität der einzelnen Dimensionen, in

dem vor allem das Verhalten der Längendimension der Schale (*b*) betrachtet wird.

Die hohe Konstanz der Schalenform, insbesondere der Medianfläche, von den kleinsten bis zu den grössten Exemplaren, würde, wie im vorgehenden Abschnitt gezeigt wurde, eher für Einheitlichkeit des Formenkreises sprechen. Es dürfte deshalb für die einzelnen Dimensionen der Schale eine Frequenzverteilung der Varianten erwartet werden, die — in Analogie mit vielen spezifisch homogenen Kollektiven palaeontologischer Art — einer normalen symmetrischen Verteilung nach dem Exponentialgesetz sehr nahe kommt.

Im Gegensatz zu diesen Erwartungen stehen aber die empirischen Befunde.

Um bei der Beurteilung der Kurven eine der Natur der Dinge entsprechende Kritik angedeihen lassen zu können, ist es nötig, 1. eine einfache Beschreibung einer empirischen Kurve, Taf. II, Fig. 2, und 2. eine kurze Untersuchung über die Abhängigkeit des Kurvenbildes von Variationsbreite und Klassengrösse folgen zu lassen.

1. Betrachtet sei vorerst die Frequenzkurve für die Längendimension *b*. Die gesamte empirische Kurve, Taf. II, Fig. 2, sei Primärkurve (besser eigentlich „Polygon“) genannt. Auf der Abszisse sind die *b*-Werte in μ aufgetragen, nachdem sie vorher in Klassen zu 20μ vereinigt worden sind. Auf der Ordinate sind die jeder *b*-Klasse entsprechenden Frequenzen aufgetragen. Die Kurve beginnt mit 455μ und endet mit 1265μ . Dazwischen sind alle Klassen in der Weise mit Vertretern besetzt, dass ein einziges, zwar komplexes, primäres Maximum (primärer Komplexgipfel), entsteht. Das primäre Gipfelareal der empirischen Kurve zeigt (besonders deutlich bei Einzeichnung des „ersten Ausgleichspolygons“) zwei Frequenzmaxima, die als Sekundärgipfel mit einer dazwischen liegenden zentralen Depression in Erscheinung treten. Der erste Sekundärgipfel liegt über den Klassen Nr. 11 bis Nr. 19 und gruppiert sich um einen Mittelwert von 725μ . Dieser erste Gipfel ist im gesamten höher als der Nachbargipfel. Die zentrale Depression erreicht ihr Minimum in der 19. Klasse bei 815μ . Der zweite Sekundärgipfel ist niedriger und flacher als der erste; er umfasst die Klassen Nr. 19 bis Nr. 27. Sein Mittelwert liegt bei 885μ .

Theoretisch kann man zweigipflige Kurven auffassen als entstanden durch Interferenz, d. h. durch Addition der Frequenzordinaten zweier eingipfliger Kurven, zu zwei getrennten Kollektiven gehörig, deren Gipfel oder Mittelwerte weder zu nahe noch zu weit auseinander liegen, sodass ihre Frequenzkurven z. T. übereinander „transgredieren“. So wollen wir, vorerst als Arbeitshypothese, den ersten Sekundärgipfel für den Ausdruck einer ersten Sekundärkurve, den zweiten Gipfel für den Ausdruck einer zweiten Sekundärkurve halten. Die beiden Kurven sollen durch Transgression und Addition das Bild der Primärkurve bedingen.

2. Wenn sich in einer Quetelet'schen Kurve für eine bestimmte Eigenschaft eine Zweigipfligkeit zeigt, so ist zu erwarten, dass sie in der Quetelet'schen Kurve für eine andere Eigenschaft derselben Individuen ebenfalls heraustritt. Dass die Quetelet'schen Kurven für a und c in unserem vorliegenden Falle die beiden Gipfel, die die b -Kurve erkennen lässt, nicht zeigen, Taf. II, Fig. 1 u. 4, mag zuerst befremden. Aus den vorangegangenen Erörterungen über die Korrelationen kann ersehen werden, dass das Verhältnis b/a infolge der hohen Korrelation für alle Varianten beinahe eine Konstante m ($= R = \text{Regress}$) ist, so dass zwischen diesen beiden Dimensionen Länge und Breite sehr angenähert eine lineare Funktion von der Form

$$a = mb + k$$

besteht; $m = R = \text{Regressionskoeffizient}$, $k = \text{Konstante}$. Findet in der Umgebung einer gewissen absoluten Dimension b_1 eine Häufung der Varianten statt, so muss in der Umgebung der absoluten Dimension a_1 ebenfalls eine Häufung von Varianten stattfinden; den Maxima der Variantenanzahl, den Gipfeln der Quetelet'schen Kurven für b , müssen ebensolche Maxima in den Quetelet'schen Kurven für a entsprechen; analoge Verhältnisse finden wir auch in den Korrelationstabellen, Tab. 1 & 2 und Taf. II, Fig. 9. Warum dies nicht in allen einzelnen Kurven zutrifft, geht aus den folgenden Erläuterungen hervor:

Die Detaillierung des Häufigkeitskurvenbildes ist, wie man sich durch Versuche leicht überzeugen kann, stark abhängig vom Verhältnis der gewählten Klassengrösse zu der totalen Variationsbreite. Die Auflösung bimodaler und multimodaler Häufigkeitskurven heterogener Kollektive in einzelne deutlich unterscheidbare Gipfel wird bis zu einem gewissen Grade um so besser, je kleiner man die Klassengrösse im Verhältnis zur Gesamtvariationsbreite wählt. Dies geht jedoch nur bis zu einer gewissen minimalen Klassenbreite, die nicht unterschritten werden kann. Bei zu enger Fassung der Klassen beginnen, bei der Zuteilung der Varianten zu ihren Klassen, der Zufall und die Messfehler eine zu grosse Rolle zu spielen, so dass die wesentlichen Züge im Bilde der Kurve verwischt werden.

Aus demselben Grunde spielt dann auch, je kleiner die Klassen werden, die Wahl des willkürlichen Nullpunktes für die Klasseneinteilung eine grössere Rolle. Bei einer sehr engen Klasseneinteilung wird das Kurvenbild verändert, je nachdem man zum Beispiel die Klassengrenzen von 20 μ -Klassen auf die Werte 400 μ , 420 μ , 440 μ usw., oder auf die Werte 410 μ , 430 μ , 450 μ usw. fallen lässt. Ausserdem müssen die Fehlergrenzen der Messungen, welche hier bis ca. $\pm 10 \mu$ betragen, innerhalb der Klassengrenzen bleiben. Rein empirisch hat sich ergeben, dass die Kurve für die Eigenschaft b , mit einer Totalvariationsbreite von 820 μ und einer Einteilung in 41

Klassen zu $20\ \mu$, eine bestmögliche Detaillierung des Kurvenbildes ergab, eine Detaillierung, die ausreicht, um die beiden stark transgredierenden Sekundärgipfel der Primärkurve noch getrennt zu zeigen. Die Detaillierung der Kurve war so gross, dass sie auch Einzelheiten von Tertiärkurven zeigte, vergl. Kap. II, 3c, S. 96 ff. Eine Vergrösserung der Klassen von $20\ \mu$ auf $40\ \mu$ lässt die Sekundärgipfel schon nicht mehr getrennt in Erscheinung treten. Die beiden Gipfel verschmelzen in solchen Fällen zu einem einzigen, zentralen Gipfelareal. Wichtig ist hierbei, dass sowohl die *b*-Kurve der unabhängig gemessenen Serie 1, wie diejenige der Serie 2, die beiden Gipfel zeigen, und dass auch die vereinigten Serien (1 und 2) in ihrer Kurve dieselben Gipfel in guter Ausbildung zeigen. Diese beiden Gipfel sind getrennt von einem zentralen Depressionsgebiet, welches sich genau dort einsenkt, wo in einer normalen Kurve das Maximum liegt. Besonders deutlich sind diese Verhältnisse, wie schon gesagt, in der Kurve der Dimension *b*, die auf Grund von 600 Messungen gewonnen wurde, nachzuweisen (Taf. II, Fig. 2).

Die beiden Gipfel sind demnach nicht Zufälligkeiten des Kurvenbildes.

Indessen zeigen uns allein die Kurven, die auf Grund der Eigenschaft *b* (= die Eigenschaft mit der grössten Variationsbreite und den relativ kleinsten Klassenspielflächen) ausgeführt wurden, aus den oben angegebenen Gründen und infolge ihrer äussersten Detaillierung die beiden Gipfel noch getrennt; in der *a*-Kurve dagegen verschmelzen die beiden Gipfel schon zu einem zentralen verbreiterten Areal.

Das Bild der empirischen Frequenzkurve für die Eigenschaft *c* lässt sich kaum mehr von demjenigen einer unimodalen Kurve unterscheiden, es sei denn, dass die variationsstatistischen Werte, die hier der Zeitersparnis halber nicht berechnet wurden, die Inhomogenität durch geringe Anomalien andeuten würden. Dies ist die Folge sowohl der im Vergleich zur gegebenen Minimalklassengrösse von $20\ \mu$ stark eingengten absoluten Variationsbreite dieser Eigenschaft, als auch der bereits merklich geringeren Korrelation zwischen den Eigenschaften *b/c*.

Im folgenden ist die *b*-Kurve genauer zu besehen.

Vorerst ist zu untersuchen, in wieweit sich die Zweigipfligkeit auch in den charakteristischen statistischen Zahlenwerten für die Eigenschaft *b* erfassen lässt.

Um den Einfluss der zur Messung gezogenen Anzahl von Individuen beurteilen zu können, wurden die Berechnungen sowohl für eine Serie mit 300 Individuen, als auch für eine Serie mit 600 Individuen getrennt ausgeführt.

1. Berechnungen der statistischen Kennwerte für eine Kurve der Eigenschaft *b*, 300 Exemplare, Klassen zu $40\ \mu$. Siehe Tab. 3, obere Reihe.

Als Grundlage zur Berechnung diene eine Darstellung ähnlich Tab. 1, die die Eigenschaft b in Klasseneinteilung mit entsprechenden Frequenzzahlen aufführt¹⁾. Es wurde hier eine Einteilung in Klassen zu 40μ gewählt, damit, trotz dem Arbeiten mit Klassenspielflächen, nicht mit zu grossen Zahlen operiert werden musste. Da die SHEPPARD'sche Korrektur in jedem Falle zur Anwendung kam, wurden die Fehler, die durch Vergrössern der Klassen entstehen, kompensiert.

2. Zum Vergleich der Werte obgenannter Kurve für die Eigenschaft b seien gleich die Werte, die aus der Quetelet'schen Kurve für die Eigenschaft b , 600 Individuen, Taf. II, Fig. 2, in ganz analoger Weise gewonnen wurden, angeführt (siehe Tab. 3 untere Reihe).

| | M | σ | $*\sigma$ | v_{σ} | $v_{*\sigma}$ |
|---------------------------------------|-------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|
| für Kurve zu 300 Expl., Eig. b . | 798,6 μ | $\pm 142,6 \mu$ | $\pm 142,1 \mu$ | $\pm 17,86\%$ | $\pm 17,79\%$ |
| für Kurve zu 600 Expl., Eig. b . | 795,3 μ | $\pm 137,87 \mu$ | $\pm 137,4 \mu$ | — | $\pm 17,28\%$ |

| | S | E | m | $m_{(p)}$ | $m_{*\sigma}$ | $m_{*\sigma(p)}$ |
|---------------------------------------|----------|----------|----------------|---------------|-----------------|------------------|
| für Kurve zu 300 Expl., Eig. b . | + 0,2847 | - 0,1312 | $\pm 8,21 \mu$ | $\pm 1,028\%$ | $\pm 5,803 \mu$ | $\pm 4,08 \%$ |
| für Kurve zu 600 Expl., Eig. b . | + 0,419 | + 0,0564 | $\pm 5,61 \mu$ | $\pm 0,752\%$ | $\pm 3,434 \mu$ | $\pm 2,500\%$ |

Tab. 3. *Globorotalia menardii* — *tumida*. Die variationsstatistischen Werte der Quetelet'schen Frequenzpolygone für eine Plethe zu 300 und eine Plethe zu 600 Exemplaren; Legende siehe Tab. 4, Seite 68.

Bei dem Vergleiche dieser Zahlen soll vorerst nur der Einfluss der Vergrösserung des Untersuchungsmaterials auf den Grad der Sicherheit der variationsstatistischen Zahlen betrachtet werden.

Der Zahlwert, der am wenigsten reagiert, ist der Variationskoeffizient $v_{*\sigma}$, den wir hier auf die Standardabweichung, die nach SHEPPARD korrigiert wurde, beziehen. Da der Variationskoeffizient lediglich ein Verhältnis zwischen Mittelwert und Standardabweichung darstellt, so ist er am wenigsten labil. Bei den Berechnungen an 300 Exemplaren wird er $\pm 17,799\%$, bei 600 Exemplaren $\pm 17,275\%$, was eine Differenz von $\pm 0,524\%$ ausmacht.

¹⁾ Kürze halber wird diese Darstellung hier nicht wiedergegeben.

Die Differenzen zwischen den Werten der Standardabweichung und des Variationskoeffizienten der Kurven der Eigenschaft *b* für 300 und für 600 Exemplare sind, wie die nachfolgenden kleinen Tabellen zeigen, nur geringfügig:

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| $*\sigma$ für K. mit 300 Expl. | $= \pm 142,12 \mu$ |
| $*\sigma$ für K. mit 600 Expl. | $= \pm 137,39 \mu$ |
| Differenz | $= \pm 4,73 \mu$ |
| $v_{*\sigma}$ für K. mit 300 Expl. | $= \pm 17,79\%$ |
| $v_{*\sigma}$ für K. mit 600 Expl. | $= \pm 17,28\%$ |
| Differenz | $= \pm 0,51\%$ |

Dadurch ist die Gleichartigkeit der Kurven dokumentiert.

Gehen wir nun zur Diskussion des graphischen Bildes und der obigen variationsstatistischen Werte der Kurve, Taf. II, Fig. 3, im Einzelnen über. Die Diskussion gestaltet sich fruchtbarer, wenn die Werte der empirischen Kurve für 600 Individuen zugleich mit den Werten einer idealen Häufigkeitskurve, konstruiert für dieselbe Anzahl von Varianten und dieselbe Standardabweichung, verglichen werden können, wie dies die Figur ermöglicht.

Zum Zwecke dieses Vergleiches müssen die ideale und die empirische Kurve auf einen gemeinsamen fixen Punkt bezogen werden, auf den *M* des ganzen Kollektives; die Extrempunkte der Variationsbreite kommen als Fixpunkte nicht in Frage, da sie zu unstabil sind.

Der Exzess, der bei zweigipfligen Kurven oft spürbar bis stark negativ wird — wenn die Kurven sonst normal sind, d. h. wenn sie insbesondere keine nennenswerte Schiefeit besitzen — ist hier, allerdings aus leicht ersichtlichen Gründen, nur sehr schwach negativ in der einen berechneten Kurve und sehr schwach positiv in der andern Kurve. Betrachten wir das Kurvenbild für die Kurve der Eigenschaft *b*, Taf. II, Fig. 3, und vergleichen wir es mit der eingezeichneten idealen Variationskurve in derselben Figur, so ist sofort ersichtlich, dass die Doppelgipfligkeit angenähert ideal ausgeglichen und damit ein Einfluss auf den Exzess verhindert wird. Es ist nämlich ersichtlich, dass beim graphischen Ausgleich der Kurve (und ein solcher Ausgleich wird ja bei der Berechnung des Exzesses vorgenommen; *E* ist auf den *M* bezogen!) die exzessiven Kurventeile des Gipfels I und des Gipfels II zur Kompensation der zentralen Depression verwendet werden.

Die beiden andern Hauptkriterien aber, die in zuverlässiger Weise die prinzipielle Verschiedenheit unserer empirischen Kurven von einer normalen Quetelet'schen Kurve dokumentieren, sind: 1. die Schiefeitsziffer und 2. die Standardabweichung. Zur Ergänzung soll auch der Variationskoeffizient betrachtet werden.

| | n | M | m | $m_{(p)}$ | σ | $^*\sigma$ | $m_{^*\sigma}$ | $m_{^*\sigma(p)}$ | $v_{^*\sigma}$ | S | E |
|--|-------|-------------|----------------|--------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------|
| Empir. Kurve zu 300 Ex. (21 Kl. zu 40 μ) | 300 | 798,6 μ | $\pm 8,21 \mu$ | $\pm 1,03\%$ | $\pm 142,6 \mu$ | $\pm 142,1 \mu$ | $\pm 5,80 \mu$ | $\pm 4,08\%$ | $\pm 17,8 \%$ | $+ 0,285$ | $- 0,1312$ |
| Empir. Kurve zu 600 Ex. (21 Kl. zu 40 μ) | 600 | 795,3 μ | $\pm 5,61 \mu$ | $\pm 0,71\%$ | $\pm 137,87 \mu$ | $\pm 137,4 \mu$ | $\pm 3,44 \mu$ | $\pm 2,50\%$ | $\pm 17,3 \%$ | $+ 0,419$ | $+ 0,0564$ |
| Theoret. Kurve I (12 Kl. zu 40 μ) . . | 327,0 | 725 μ | $\pm 4,16 \mu$ | $\pm 0,57\%$ | — | $\pm 75,3 \mu$ | $\pm 2,94 \mu$ | $\pm 3,91\%$ | $\pm 10,37\%$ | 0 ¹⁾ | $+ 0,844$ |
| Theoret. Kurve II (10 Kl. zu 40 μ) . . | 207,2 | 885 μ | $\pm 4,53 \mu$ | $\pm 0,51\%$ | — | $\pm 65,3 \mu$ | $\pm 3,21 \mu$ | $\pm 4,91\%$ | $\pm 7,37\%$ | 0 ¹⁾ | $+ 0,160$ |

n = Anzahl gemessener Individ. im Kollektiv

M = Mittelwert

m = mittl. Fehler des M

$m_{(p)}$ = Prozentualanteil des m am M

σ = Standardabweichung, unkorrigiert

$^*\sigma$ = Standardabweichung, nach SHEPPARD korrigiert

$m_{^*\sigma}$ = mittl. Fehler der $^*\sigma$

$m_{^*\sigma(p)}$ = Prozentualanteil des $m_{^*\sigma}$ an der $^*\sigma$

$v_{^*\sigma}$ = Variationskoeffizient (Prozentualanteil der $^*\sigma$ am M)

S = Schiefheitsziffer

E = Exzess

¹⁾ = S konstruktiv 0 gemacht.

Tab. 4. *Globorotalia menardii* — *tumida*. Die variationsstatistischen Werte für die empirischen und theoretischen Quetelet'schen Kurven.

In erster Linie fällt schon beim visuellen Vergleich der empirischen Kurve mit der idealen Kurve die Schiefheit auf, siehe Taf. II, Fig. 3, die sich dahin auswirkt, dass im aufsteigenden Teil der Kurve die empirische viel rascher als die ideale ansteigt und ziemlich weit vor dem Mittelwert (schon bei einem Mittel von 725μ) einen I. Gipfel bildet, der mit seinem Hauptanteil der Frequenzen vor der Mediane der idealen Kurve liegt, dass dann aber die empirische Kurve im Gebiete des idealen M zur zentralen Depression absinkt, anstatt hier zum absoluten Maximum aufzusteigen und, dass sie jenseits der Mediane, im absteigenden Teil der Ideal-kurve, noch einmal zu einem Maximum ansteigt, zum II. sogenannten Sekundärgipfel, um dann, ungefähr parallel mit der idealen Kurve auszuklingen.

Die ideale Kurve hat natürlich $S = 0$. Da aber $S = 0$ das Fehlen einer Schiefheit bedeutet, $S = < 0,25$ dagegen eine unbedeutende bis mittlere Schiefheit und $S = > 0,25$ eine mittlere bis bedeutende Schiefheit, so erreicht die Schiefheitsziffer der empirischen Kurve $S = + 0,419$ einen übermittleren bis bedeutenden Wert.

Von Wichtigkeit für die Abschätzung des Sicherheitsgrades der variationsstatistisch ermittelten Zahlen sind die mittleren Fehler und die sog. Prozentualanteile — der — mittleren — Fehler. Ohne auf die Zahlenverhältnisse im einzelnen einzugehen, sei erwähnt, dass alle die angegebenen variationsstatistischen Werte, insbesondere diejenigen, welche auf eine Anzahl von 600 Individuen basiert sind, einen genügend hohen Sicherheitsgrad besitzen. So beträgt z. B. der m des M in der empirischen Kurve $600 \pm 5,6088 \mu$ für einen Mittelwert von $795,332 \mu$, was besagt, dass der mittlere Fehler des Mittelwertes, ausgedrückt in % des Mittelwertes, nur $\pm 0,7052\%$ beträgt. Analog verhalten sich die mittleren Fehler der Standardabweichung und die „Prozentualanteile der mittleren Fehler der Standardabweichung an der Standardabweichung“ $m_{\sigma(p)}$, nur sind sie im ganzen etwas höher. Dies ist aus dem Umstand zu erklären, dass die extremen Gebiete der Variationsreihe, wo stärkere Schwankungen sich geltend machen, quadratisch bewertet werden.

Hier muss auch der graphischen Darstellung der Werte der Standardabweichung gedacht werden. In Taf. II, Fig. 3 ist ein Masstab der σ für die empirische Kurve 600 eingetragen. Bei idealen Verhältnissen wird der Hauptteil der Kurve zur Überspannung eines Bereiches von $3\sigma_{id.}$ vom Mittelwert nach beiden Seiten benötigt; mehr als 99% aller Varianten liegen bei einer idealen Kurve innerhalb der Grenzen des genannten Bereiches. Es kann hier aber festgestellt werden, dass ein beträchtlicher Anteil der Varianten der empirischen Kurve die Aussengrenze des Bereiches der $\pm 3\sigma$ der idealen Variationskurve überschreitet.

Alle diese Zahlen machen eine Inhomogenität des Kollektives schon sehr wahrscheinlich.

3. Diskussion der Korrelationsfläche der Eigenschaft b (Länge) und c (Dicke).

Die nachfolgende eingehendere Betrachtung der Korrelation der äusseren Schalendimensionen knüpft an die vorausgegangenen Untersuchungen an und hat zum Zweck, festzustellen, in welcher Weise sich die wahrscheinlich gemachte Inhomogenität der Plethe und die Trennung der vermuteten beiden Typen I und II besser begründen lasse.

Diesem Zwecke diene eine Betrachtung der sog. Frequenzflächen.

Errichtet man in den Mittelpunkten der einzelnen Klassenfeldchen der Korrelationsebene Senkrechte, deren Höhe die Anzahl der Eigenschaftspaare in dem betreffenden Feldchen darstellt, so bestimmen die Endpunkte dieser Senkrechten eine krumme Fläche, welche Häufigkeits- oder Korrelationsfläche genannt wird.

Für die Korrelation von a/b wurde schon oben kurz eine graphische Darstellung erwähnt, Taf. II, Fig. 9. Darin wird der Eindruck dieses dreidimensionalen Gebildes vermittelt, indem nach der Art einer topographischen Höhenschichtenkarte die Feldchen, welche Frequenzen innerhalb bestimmter Grenzen enthalten, siehe Legende der Taf. II, Fig. 9, durch Signaturen zusammengefasst werden. Man sieht, dass im Korrelationsfelde zwei deutlich trennbare Gebiete höchster Frequenzen vorkommen. Räumlich bedeutet dies das Vorhandensein zweier durch eine Depression getrennter Kulminationen, die den beiden Gipfeln der Häufigkeitskurve für die Eigenschaft b entsprechen. Gemäss den Frequenzkurven für die einzelnen Eigenschaften muss angenommen werden, dass die hier dargestellte empirische Frequenzfläche durch Ineinanderlagerung, d. h. durch additive Interferenz zweier verschiedener Häufigkeitsflächen, die die beiden Typen I und II repräsentieren, zustande kommt. Ähnlich den Quetelet'schen Häufigkeitskurven sind auch die Häufigkeitsflächen für die Typen I und II stark ineinandergeschoben. In ihrem Transgressionsraume, den sie umschliessen, entsteht jede Höhe z der primären empirischen Häufigkeitsfläche durch Addition der z_I und der z_{II} der sekundären Häufigkeitsflächen übereinander und demselben Punkte der Korrelationsebene. Die beiden länglichen Gipfel liegen ziemlich genau in der Flucht der mittleren Kammlinie, zeigen aber bei genauerem Zusehen eine schwache Parallelverschiebung.

Besser noch können diese Phänomene bei der Korrelation b/c studiert werden, wo die korrelative Streuung der Varianten grösser ist. Hier gelang denn auch die Aufweisung der Inhomogenität des ganzen Kollektives am besten und zwar indem die Anomalien der Frequenzverteilung im Korrelationsfelde durch Vergleich der em-

pirischen Korrelationsfläche mit der idealen genau gefasst werden konnten.

Der Vergleich des empirischen Korrelationskörpers mit dem idealen wird in folgender Weise ausgeführt: Zuerst stellt man auf Grundlage der Korrelationstabelle für b/c Tab. 2, S. 61, den empirischen Korrelationskörper in der oben geschilderten Weise, durch Zeichnung seiner Isoplethen-Kurven für einige zweckmässig gewählte Frequenzen her.¹⁾ Dann kann der ideale Korrelationskörper konstruiert werden, Taf. II, Fig. 13, indem eine Anzahl seiner Isoplethen, in diesem Falle regelmässige Ellipsen, für dieselben Frequenzen zuerst rechnerisch und danach ebenfalls zeichnerisch dargestellt werden.

Der Vergleich der beiden Körper geschieht, indem eine Differenzenfläche zwischen den Flächen der oben erwähnten Körper gebildet wird, Taf. II, Fig. 14. Die Differenzenfläche zeigt dann, in welcher Weise und in welchem Betrage der empirische Korrelationskörper vom idealen abweicht.

Die empirische Korrelationsfläche für die Eigenschaften b/c ist in Taf. II, Fig. 12 durch Isoplethen so genau als möglich dargestellt. Daneben wurde zu Vergleichszwecken die ideale binominale Korrelationsfläche für dasselbe Kollektiv von 600 Exemplaren mit Isoplethen von derselben Äquidistanz nach den Methoden von WIRTH (Lit. 104) und CZUBER (Lit. 68) konstruiert.

Alle Vertikalprofile durch den idealen Korrelationskörper ergeben als Schnittkurven symmetrische binominale Fehlerkurven; der ideale Korrelationskörper ist eingipflig.

Die Oberfläche des idealen Korrelationskörpers stellt eine ideale Ausgleichsfläche der empirischen Korrelationsfläche dar, unter der Annahme, dass das Kollektiv homogen sei und, dass in den beiden Eigenschaften b und c eine binominale Verteilung herrsche, und ferner unter Zugrundelegung des empirischen r für die Korrelation b/c .

Zur Prüfung des Anschlusses der empirischen an die theoretische Korrelationsfläche sind die beiden Korrelationskörper ineinander gestellt zu denken. Es ergeben sich zwischen den beiden Flächen Abweichungen, in denen die Differenzen Δz zwischen den theoretisch geforderten und den empirisch anwesenden Frequenzen über den verschiedenen Punkten des Korrelationsfeldes zum Ausdruck kommen. Diese Differenzen lassen sich zu einer Differenzenfläche, die in Taf. II, Fig. 14 dargestellt ist, zusammenfassen.

Die Kurven der Differenzenfläche sind also Kurven gleicher Differenzen zwischen der Oberfläche des empirischen Korrelations-

¹⁾ Verbindet man in einer Korrelationstabelle die Orte gleicher Frequenz mit Kurven, mit den sog. Isoplethen, so erhält man auch die ebene Darstellung der dreidimensionalen Korrelationsfläche, Taf. II, Fig. 12. Der Körper selbst, der von dieser Fläche umgrenzt wird, würde die Korrelationsebene in diagonalen Richtung wallförmig quer durchziehen.

körpers und derjenigen des idealen Korrelationskörpers. Sie umfassen die Gebiete gleicher Δz :

$$\begin{array}{ll} \cdots \cdots \cdots \Delta z = + 10 \text{ und } > + 10; \\ \cdots \cdots \cdots \Delta z = + 5 \text{ bis } & + 9; \\ \text{---} \Delta z = & 0 \text{ bis } + 4 \text{ und } 0 \text{ bis } - 6; \\ \text{---} \cdots \cdots \Delta z = - 5 \text{ und } > - 5. \end{array}$$

In derselben Darstellung sind auch die Grenzen, welche die Gebiete der anatomisch-mikrosphären resp. makrosphären Formen und deren Verbreitung im Korrelationsfeld bezeichnen, eingetragen.

Das Resultat dieses Vergleiches der beiden Körper liefert einen weiteren Beweis für die reale Existenz der sekundären Inhomogenität der Plethe, nämlich:

Während der ideale Korrelationskörper einen einzigen Gipfel mit einer Frequenzzahl von 37,9 erreicht, vor und nach dem Gipfel unmittelbar steil aufsteigt, resp. absteigt, zeigt uns der empirische Korrelationskörper einen langen Kamm, der sich durch ca. 15 Klassen auf einer Höhe von > 30 erhält. Diesem Kamm sind zwei Gipfelareale, welche sich durch mehrere Klassen auf einer Höhe von 35 und > 35 erhalten, aufgesetzt. Diese Gipfelareale entsprechen den beiden Typen I und II.

In Taf. II, Fig. 14 kommen die Differenzen für jeden Punkt des Korrelationsfeldes und des Korrelationskörpers zum Ausdruck. In Bezug auf den idealen Korrelationskörper weicht der empirische, wie leicht ersichtlich, beträchtlich ab, in der Weise, dass ein zentrales Minusgebiet und zwei extremliegende Plusgebiete entstehen. An derjenigen Stelle, an welcher der ideale Korrelationskörper sein Maximum aufweist, liegen die grössten Minusdifferenzen, während in den beiden Abfallgebieten des idealen Korrelationskörpers der empirische Korrelationskörper die beiden Plusgebiete aufweist.

Beim Vergleich der empirischen Fläche mit der idealen binominalen Korrelationsfläche muss man sich zwar klar sein, dass auch im Falle einer Homogenität des Materials die Frequenzverteilung sich nicht unbedingt einer ideal-binominalen Fläche zu nähern braucht; bei biologischen oder palaeontologischen Kollektiven sind sogar eher schiefe Korrelationsflächen zu erwarten. Dagegen wäre aber bei einer Homogenität des Materials auch eine schiefe Fläche unimodal!

Die Einführung der idealen binominalen Verteilungsfläche und die Errichtung der Differenzenfläche gestattet wie keine andere Darstellung — mit Ausnahme der zweigipfligen Quetelet'schen Kurve für die Dimension b — die Bimodalität des Gesamtkollektives anschaulich zu machen.

4. Das Additionsproblem der Häufigkeitskurve der Eigenschaft *b* (Länge).

Nachdem die bisherigen Untersuchungen die morphologische Heterogenität des Kollektives durch die variationsstatistische Analyse der äusseren Formelemente bewiesen haben, ist hier der Ort, die Zergliederung der in dieser Hinsicht aufschlussreichsten Häufigkeitskurve der Eigenschaft *b* in ihre Teilkollektive, aus denen diese zusammengesetzt erscheint, zu versuchen. Es ist nun die Frage, ob nicht zwei Sekundärkurven, die für die Zweigipfligkeit der empirischen Primärkurve verantwortlich zu machen sind, graphisch oder rechnerisch isoliert werden können. Dass dies möglich ist, zeigen die nachstehenden Ausführungen. Um eine erste Annäherung zu erreichen, wurde angenommen, dass die Primärkurve durch Addition von zwei Sekundärkurven von symmetrisch-binominalem Typus entstehen, Taf. II, Fig. 3.

Eine graphische Zerteilung in schiefe sekundäre Frequenzkurven wurde erst versucht, nachdem die anatomischen Untersuchungen die effektiven Grenzen der Variationsbreiten der beiden Teilkollektive festgelegt hatte (s. weiter unten, S. 95 u. 96).

Eine mathematische Zerteilung in schiefe homogene Kurven wäre theoretisch möglich; es sollte aber dafür bereits durch Untersuchungen an homogenen fossilen Foraminiferenkollektiven bekannt sein, was für ein Gleichungstypus schiefer homogener Kurven der Häufigkeitsverteilung solcher Kollektive am besten entspricht.

Die graphische Konstruktion der theoretischen Kurven I und II hatte folgende Aufgabe zu lösen:

Zwei symmetrische Frequenzkurven sind derart in die empirische Primärkurve einzuzeichnen, dass die Summen ihrer Ordinaten in jedem Punkte die Ordinaten des empirischen Frequenzpolygons ausmachen, oder diesen doch möglichst nahe kommen. Die aus den Ordinatensummen gebildete Interferenzkurve muss dem Frequenzpolygon möglichst nahe anliegen, Taf. II, Fig. 11.

Diese beiden theoretischen Kurven I und II sind in Taf. II, Fig. 3 konstruiert, mit einer Klasseneinteilung zu $20\ \mu$, um die Errechnung der variationsstatistischen Werte möglich zu machen.

Die Summierung der entsprechenden Ordinaten der beiden theoretischen Kurven entspricht im zentralen Gebiet der empirischen Kurve ziemlich gut. In den extremen Gebieten aber, ausserhalb des Interferenzbereiches, ist deren Angleichung an das empirische Polygon schlecht, Taf. II, Fig. 3. Es liessen sich keine symmetrischen Binominalkurven solcher Gestalt konstruieren, dass sie sowohl im Zentralgebiet als zugleich in den Extremgebieten eine befriedigend angeglichenen Kurve ergaben.

Die Berechnung der statistischen Kennwerte für die beiden theoretischen Kurven ergänzt die Aussagen, die auf graphischem Wege

über die „reinen“ Typen, welche die Kurven aufbauen, gemacht werden können.¹⁾ Die beiden Typen I und II sollten, nach den Kurvenbildern zu schliessen, einen sehr geringen Grad von Variabilität aufweisen, was sich unter anderem auch darin äussern müsste, dass ihre Kurven einen positiven Exzess und einen niedrigen Variationskoeffizienten zeigen müssten, obschon sie vermutlich selbst wiederum inhomogen sind und verschiedene Phänotypen, ev. auch Lokalrassen, insbesondere aber verschiedene Altersstadien in sich vereinigen dürften.

Die theoretische Kurve I spannt sich über eine Totalvariationsbreite von 26 Klassen zu $20 \mu = 520 \mu$; sie beginnt bei 465μ und endigt bei 985μ . Der Mittelwert M liegt bei 725μ (M der emp. Kurve = $795,332 \mu$). Sie umfasst total $327,0$ Individuen.

Die theoretische Kurve II dagegen überschreibt eine Variationsbreite von 20 Klassen zu $20 \mu = 400 \mu$; sie beginnt bei 685μ und endigt bei 1085μ und enthält $207,2$ Individuen. $M = 885 \mu$.

Wegen des schlechten Anschlusses der Sekundärkurven an die extremen Kurventeile, umfassen die beiden Kurven nicht die volle Totalanzahl von 600 Individuen, sondern nur $534,2$.

| | | |
|---------------------|-------|---------|
| Th. K. I | 327,0 | } 534,2 |
| Th. K. II | 207,2 | |
| Diff. | 65,8 | |
| Total | 600,0 | |

Der Hauptwert wurde auf guten Anschluss der Sekundärkurven I und II im zentralen Gebiet gelegt. Dass dabei der Anschluss in den Extremgebieten, insbesondere im Gebiete der Minusvarianten, vernachlässigt wurde, ist insofern von geringer Bedeutung, als wir dort mit Jugendformen resp. mit „Greisen“ zu tun haben, und das Zentralgebiet, bestehend aus der grossen Zahl der normalen erwachsenen Individuen, für die Typen am meisten kennzeichnend ist. Durch diese Vernachlässigung der Extremzonen sind die Werte der Variationsbreite und der Standardabweichung der theoretischen Kurven I und II wohl eher etwas zu klein ausgefallen.

Folgende Zahlen können uns über die Transgressionsverhältnisse der beiden Typen näher unterrichten. Es können drei Zonen unterschieden werden, Taf. II, Fig. 10 und Tabelle 5, S. 75:

1. eine Zone I am linken Ende des gesamten Kurvensystems; darin kommen die Individuen der Th. K. I wahrscheinlich „rein“ vor, ohne mit Typen der Th. K. II vermischt zu sein. Diese erste Zone enthält von $534,2$ Exemplaren, der Summe der Individuen von Th. K. I und Th. K. II, $89,2$ Exemplare, oder $16,7\%$;

2. eine Zone II am rechten Ende des Kurvensystems, wo nach der graphischen Darstellung $13,2$ Exemplare, oder $2,5\%$ aller Indi-

¹⁾ Vergl. Tab. 4.

Totalanzahl d. Th. K. I und Th. K. II: 327,0
 207,2
 534,2 Expl.

| | | |
|-----------------|---|---|
| Zone I: | 89,2 Expl. = 16,7% der Totalanzahl | |
| Zone II | 13,4 Expl. = 2,5% der Totalanzahl | |
| Zone IIIa | Anteil der Th. K. I: 205,2 Expl. Anteil der Th. K. II: 27,3 Expl. 232,5 Expl. = 43,5% der Totalanzahl | 88,3% 11,7% 100 % |
| Zone IIIb | Anteil der Th. K. I: 32,6 Expl. Anteil der Th. K. II: 166,5 Expl. 199,1 Expl. = 37,3% der Totalanzahl | 16,4% 83,6% 100 % |
| Zone III | total, Zone IIIa: 232,5 Zone IIIb: + 199,1 431,6 | |
| Zonen I u. II | total, Zone I: 89,2 Zone II: + 13,4 102,6 | |
| Theoret. K. I: | 89,2 + 205,2 + 32,6 327,0 | = 80,8% der Totalanzahl = 19,2% der Totalanzahl 100% (Totalanzahl: 534,2 Expl.) |
| Theoret. K. II: | 13,4 + 27,3 + 166,5 207,2 | = 61,2% der Totalanzahl = 38,8% der Totalanzahl 100% (Totalanzahl: 534,2 Expl.) |

Tab. 5. *Globorotalia menardii* — *tumida*. Die Frequenzzonen des empirischen Quetelet'schen Frequenzpolygones der Schalendimension b (Länge) nach Massgabe der theoretischen Kurven I u. II, siehe auch Taf. II, Fig. 10.

viduen des Typus II „rein“, d. h. ohne Vermischung mit Typen der Th. K. I, zu finden sind;

3. eine Zone III, die sogenannte Transgressionszone; diese ist komplizierter zusammengesetzt. Sie kann aufgeteilt werden in eine Zone IIIa und IIIb.

Zone IIIa umfasst denjenigen Teil der Transgressionszone, in welchem die Individuen des Typus I stark vorwiegen, in welchem aber die Typen I auch mit Typen II vermischt sind. Diese Zone umfasst mit 233,5 Exemplaren 43,5% der gesamten Plethe. Es beteiligen sich daran Typus I mit 205,2 Exemplaren = 88,3%, Typus II mit 27,3 Exemplaren = 11,7%.

Zone IIIb ist analog IIIa. Sie umfasst den übrigen Teil der Transgressionszone. Hier überwiegen die Individuen des Typus II; im übrigen ist dieser Zone eine gewisse Anzahl Exemplare des Typus I beigemischt. Diese Zone bestreitet mit 199,1 Exemplaren 37,3% der Gesamtlethe. An ihrem Aufbau beteiligt sich Typus I mit nur noch 32,6 Exemplaren = 16,4% und Typus II mit 166,5 Exemplaren = 83,6%.

Die Zone III beansprucht in ihrer Gesamtheit 431,6 Exemplare = 80,8% der Totalplethe, die Zonen I und II dagegen zusammen nur 102,6 Exemplare = 19,2% der Totalplethe. Dies aber will sagen: 80,8% aller Individuen einer Plethe von *men.-tum.* können nach der Grösse der Schalen nicht oder nur zufällig richtig in zwei Typen getrennt werden, während nur 19,2% einigermaßen sicher ohne spezielle Methoden als Typus I resp. II äusserlich erkannt werden können.

Die Zone III erstreckt sich über 15 Klassen = 38,4% der Totalvariationsbreite von 39 Klassen, während die Zonen I und II zusammen 16 Klassen = 41,1% der Totalvariationsbreite beanspruchen. Der weitaus grösste Teil der Individuen konzentriert sich aber auf die 15 Klassen der Transgressionszone. Interessant ist noch das Frequenzverhältnis von Typus I und II in bezug auf die Gesamtlethe. Nach den theoretischen Kurven von Th. K. I und Th. K. II nimmt Typus I mit 61,2% und Typus II nur mit 38,8% teil. Diese Zahlen geben uns das Bild so, wie es schon bei der visuellen Übersicht in allgemeinen Zügen gewonnen werden kann, in zahlenmässig präzisierter Form.

Eine weitere Erläuterung der Th. K. I und der Th. K. II ergibt sich aus den variationsstatistischen Berechnungen. Die Zahlen sind in der Tabelle 4, Seite 68 zusammengefasst.

Erstens einmal können nun sowohl für Typus I als auch für Typus II die Mittelwerte angegeben werden.

Th. K. I $M = 725 \mu$

Th. K. II $M = 885 \mu$.

Typus I erreicht also im Mittel eine Grösse von 725μ , Typus II dagegen im Mittel 885μ . Durch diese Angaben ist schon der erste Schritt zur äusserlichen morphologischen Charakterisierung der Typen gemacht.

Die Errichtung der theoretischen Variationskurven ermöglicht uns aber noch eine ausführlichere Beschreibung der Typen I und II durch Bestimmung der weitem variationsstatistischen Werte.

Zu diesem Zweck ist Raum zu gewähren erstens einem Vergleich der Th. K. I mit der empirischen K. 600 und der idealen K. 600, und zweitens einer kurzen Betrachtung der analogen Verhältnisse bei der Th. K. II. Taf. II, Fig. 3.

1. *Theoretische Kurve I.* Der Mittelwert der empirischen Kurve 600 fällt in die zentrale Depression und hat einen rein fiktiven Charakter ($M = 795,332 \mu$). Er stellt lediglich den rechnerischen Fixpunkt im Kollektiv dar.

Eine konkrete Bedeutung kommt dagegen dem M der Th. K. I und II zu, wie oben dargestellt.

Wichtiger aber ist die Beurteilung der Standardabweichung, des Variationskoeffizienten und des Exzesses. Bei der Betrachtung dieser Werte kann festgestellt werden, dass die absolute Variabilität des „reinen“ Typus wirklich so klein ist, wie in Anbetracht seiner sehr geringen korrelativen Variabilität erwartet werden konnte. An Stelle des grossen Variationskoeffizienten, $\pm 17,275\%$ der empirischen Kurve 600 findet man bei der Th. K. I einen stark verminderten Variationskoeffizienten von $\pm 10,37\%$. Der Variationskoeffizient der Th. K. I macht also beinahe nur noch $\frac{3}{5}$ des empirischen aus. Daraus ist ersichtlich, dass der Typus I in der Tat einen sehr geringen Grad von Variabilität besitzt.

Der Exzess bestätigt mit $E = + 0,844$ den Eindruck, den die Kurven erzeugten.

Die mittleren Fehler für die angeführten Werte finden sich in der Tabelle 4, S. 68. Sie bewegen sich in niedrigen Graden. Besonders anschaulich sind die „Prozentualanteile des mittleren Fehlers am betreffenden Wert“. In bezug auf ideale Verhältnisse sind aus leicht erklärlichen Gründen die mittleren Fehler der variationsstatistischen Werte der Th. K. I und II im allgemeinen etwas gestiegen, sind doch die Th. K. I und II auf die kleinere Totalanzahl von 327,0 resp. von 207,2 Individuen basiert.

Da die beiden Kurven I und II als symmetrische Kurven konstruiert wurden, erübrigt sich eine weitere Betrachtung der Schiefheitsziffer. Dass eigentlich die Sekundärkurven, wenn sie einen besseren Anschluss an die empirische Kurve ergeben sollten, als Kurven von schiefem Typus gezeichnet werden sollten, wurde bereits oben diskutiert und wird weiter unten noch eingehender dargestellt.

2. Ziehen wir den Vergleich noch kurz für *die theoretische Kurve II*. Erstens ist zu beachten, dass diese Kurve eine geringere Menge von Individuen umschreibt. Die Anzahl beträgt nur 63,63% von der Anzahl der Th. K. I, macht rund nur $\frac{2}{3}$ davon aus.

Der Mittelwert liegt bei 885μ und charakterisiert statistisch den Typus II. Es gibt also im Material des Kollektives *men.-tum.* eine ausgesprochene Anhäufung von Individuen um die Grösse 885μ .

Während die Schiefheit konstruktiv $S = 0$ gesetzt ist und demnach weiter nichts bedeutet, stellen wir aber einen positiven Exzess $E = + 0,160$ fest, welcher, obschon kleiner als derjenige der Th. K. I, doch eine merklich exzessive Kurve charakterisiert.

Die Standardabweichung und der Variationskoeffizient sind etwas gesunken, mithin auch die Variabilität des Typus II; die Werte sind wiederum in der Tabelle 4, S. 68 zusammengestellt.

5. Wirth'sche Gerade; Regress.

Die beiden Typen I und II können noch genauer umschrieben werden, wenn nicht nur ihre mittleren Längendurchmesser, sondern auch ihre mittleren Breiten- und Dickendurchmesser angegeben werden.

Die Mittelwerte des grossen Mediandiameters (Längendurchmesser) konnten, wie bekannt, aus der zweigipfligen Quetelet'schen Kurve für die Eigenschaft *b* gewonnen werden, indem in den beiden Gipfelarealen die Th. K. I und II konstruiert und berechnet wurden.

Wie früher ausgeführt, lösen die Kurven für die Eigenschaft *a* sowohl wie für *c* der verengten Variationsbreite halber nicht mehr genügend auf, so dass die beiden Gipfel nicht mehr getrennt erscheinen, sondern in einer breiten Zentralzone zusammenfliessen. Wenn man sich nur auf die Kurven für die Eigenschaften *a* resp. *c* stützen könnte, würde graphisch keine Möglichkeit bestehen, die Mittelwerte der Eigenschaften *a* und *c* für die beiden Typen mit Sicherheit zu bestimmen, da infolge des Verschwindens ausgesprochener Gipfel keine Anhaltspunkte mehr für die Lage der Mittelwerte gegeben wären.

Nimmt man die zwei für *b* festgestellten Mittelwerte der beiden Typen für approximativ richtig an, so kann man mit Hilfe der Korrelation durch Berechnung der Regresszahlen die entsprechenden Mittelwerte in *a* und *c* annäherungsweise berechnen.

Allerdings basiert die Berechnung des Regresses, welcher mit Hilfe der WIRTH'schen Geraden bestimmt wird, auf der Voraussetzung der Geradlinigkeit des gesamten Kollektives.

Es wird hiebei nicht die übliche Methode nach BRAVAIS benützt, welche auf zwei Regressgeraden führt, sondern die Methode von WIRTH, die eine einzige mittlere Ausgleichsgerade für das ganze Kollektiv liefert.

Dass dabei — besonders für die Berechnung von Mittelwerten — auf Grund dieser Voraussetzung keine allzu grossen Fehler gemacht werden, die das Bild wesentlich denaturieren könnten, lehrt die Korrelationstabelle a/b , wo die Korrelation, auch wenn zwei Typen mit leicht parallel verschobenen (?) Mittellinien vorhanden sind, nicht wesentlich von der Geradlinigkeit abweicht, da die Rücken der Korrelationsflächen der beiden Typen angenähert in ein und derselben Flucht im Korrelationsfeld liegen.

a) Nach der Methode von WIRTH wird die Mittelgerade der Korrelation durch den Tangens des Winkels, den die Mittelgerade mit der Abszisse der Korrelationstabelle bildet, bestimmt, nach der Formel:

$$\operatorname{tg} 2 \varphi = \frac{2r\sigma_1 \cdot \sigma_2}{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}.$$

b) Die analytische Gleichung der WIRTH'schen Geraden, mit dem M des ganzen Kollektives als Ursprung, lautet:

$$y = mx$$

in allgemeiner Form, oder im speziellen für die vorliegenden Korrelationstabellen:

1. für die a/b -Korrelation: $a = \operatorname{tg} \varphi_{a/b} \cdot b$
2. „ „ b/c „ : $b = \operatorname{tg} \varphi_{b/c} \cdot c$.

c) Hieraus kann bereits das Zuwachsverhältnis zweier korrelierter Dimensionen berechnet werden:

$$\frac{a}{b} = \operatorname{tg} \varphi_{a/b}$$

$$\frac{b}{c} = \operatorname{tg} \varphi_{b/c}.$$

d) Sollen nun mit Hilfe des Zuwachsverhältnisses der Dimensionen die absoluten Werte in μ der einen Dimension aus der andern berechnet werden, so müssen die analytischen Gleichungen für die Wirth'sche Gerade, mit dem M des ganzen Kollektives als Ursprung, linear transformiert werden, für das Koordinatensystem der Korrelationstabelle b/a auf den Punkt $b = 0 \mu$, $a = 0 \mu$, für das Koordinatensystem der Korrelationstabelle b/c auf den Punkt $b = 0 \mu$ und $c = 0 \mu$. Die Gleichungen lauten dann:

$$a = b \cdot \operatorname{tg} \varphi_{a/b} - M_b \operatorname{tg} \varphi_{a/b} + M_a$$

$$c = b \cdot \operatorname{tg} \varphi_{b/c} - M_b \operatorname{tg} \varphi_{b/c} + M_c.$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen können auf Grund der theoretisch gefundenen Mittelwerte der b -Dimension für Typus I und II die zugehörigen Mittelwerte der a - resp. c -Dimensionen gefunden werden.

e) Nachfolgend sind die erhaltenen Werte tabellarisch zusammengestellt:

| | | | |
|--|--|--|--|
| Mittelwerte für die Typen I und II . . | $M_{b_1} = 725 \mu$ $M_{b_2} = 885 \mu$ | $M_{a_1} = 589,5 \mu$ $M_{a_2} = 715,3 \mu$ | $M_{c_1} = 327,3 \mu$ $M_{c_2} = 372,9 \mu$ |
| Verhältnisse der Mittelwerte für Typ. I resp. II | | $\frac{M_{c_1}}{M_{b_1}} = 0,4515$ $\frac{M_{c_2}}{M_{b_2}} = 0,4213$ | $\frac{M_{a_1}}{M_{b_1}} = 0,8131$ $\frac{M_{a_2}}{M_{b_2}} = 0,8083$ |
| Mittelwerte der gesamten Plethe . | | $M_a = 644,6 \mu$ $M_b = 795,3 \mu$ $M_c = 347,3 \mu$ | |
| Verhältnisse der allg. Mittelwerte | | $\frac{M_c}{M_b} = 0,4367$ | $\frac{M_a}{M_b} = 0,8110$ |

Tab. 6. *Globorotalia menardii* — *tumida*, Mittelwerte und Quotienten der Mittelwerte der äusseren Schalendimensionen.

Im Mittel haben also die Typen I und II nach den Berechnungen der Wirth'schen Geraden folgende Formen:

| Typus I | | Typus II | |
|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| $b = 725 \mu$ | $\frac{a}{b} = 0,8131$ | $b = 885 \mu$ | $\frac{a}{b} = 0,8083$ |
| $a = 589,5 \mu$ | $\frac{c}{b} = 0,4515$ | $a = 715,3 \mu$ | $\frac{c}{b} = 0,4213$ |
| $c = 327,3 \mu$ | | $c = 372,0 \mu$ | |

Tab. 7. *Globorotalia menardii* — *tumida*, Charakterisierung der Typen I und II durch die Mittelwerte ihrer äusseren Schalendimensionen.

Die mittlere Form der Typen, die uns in allgemeineren Zügen aus andern Darstellungen schon bekannt sind, konnten nun auch zahlenmässig erfasst werden. Diese Zahlen befestigen im übrigen das, was man vermutet hat, nämlich, dass Typus I kleiner und zugleich dicker, Typus II dagegen grösser und relativ dünner ist. In

der Form der Medianfläche lassen sich die beiden Formen — jedenfalls mit den angewendeten Mitteln — nicht unterscheiden.

6. Zusammenfassung.

Rückblickend auf die statistischen Untersuchungen der äusseren Schalendimensionen und kurz zusammenfassend sei festgestellt, dass das Gesamtkollektiv der *Globorotalia men.-tum.* eine sehr geringe korrelative Variabilität hat und dass die empirische Quetelet'sche Primärkurve für die Längendimension der Schale aus zwei stark transgredierenden Sekundärkurven, die einen kleineren Typus I und einen grösseren Typus II nach äusseren morphologischen Kennzeichen darstellen, besteht.

Mit Hilfe der Korrelation konnte festgestellt werden, dass der kleinere Typus im Mittel relativ dicker, der grössere relativ dünner ist.

Was die beiden Typen in den Gipfeln I und II in der empirischen Kurve 600 nach innerer Morphologie bedeuten, haben anatomisch-statistische Untersuchungen beizubringen.

II. Biometrie der inneren Formelemente der Schale, Schalenanatomie.

1. Allgemeines zur Methode.

Nachdem die statistische Analyse nach äusseren morphologischen Kennzeichen zwei Typen festgestellt hat, ist es Sache der anatomischen Analyse zu eruieren, was die beiden Typen in bezug auf innere anatomische Verhältnisse darstellen.

In der anatomischen Analyse werden folgende Eigenschaften betrachtet: 1. Grösse der Embryonalkammer (EK) und der Initialspirale, 2. die Spirale und 3. die Totalkammeranzahl sämtlicher Umgänge.

An dieser Stelle ist es nötig, ein methodisches Detail der Untersuchung, das bisher nur im Vorübergehen gestreift werden konnte, klarzustellen. Die 600 gemessenen Schalen, die die Grundlage zu den statistischen Untersuchungen bildeten, sind nicht einzeln, mit Nummern versehen, beiseite gelegt worden, sondern sie wurden nach der Messung zur allgemeinen Plethe zurückgelegt. Die gemessene Gesellschaft wurde nur als Ganzes aufbewahrt. Daraus ergab sich aber die Unmöglichkeit, auf ein bestimmtes gemessenes Exemplar greifen zu können, wenn es gelten sollte, seine weiteren anatomischen Eigenschaften aufzudecken. Die Resultate der quantitativen Analyse würden in der Luft hängen, wenn es nicht gelänge, sie mit den Resultaten der qualitativen Untersuchungen in Verbindung zu bringen.

Zu diesem Zwecke wurden an 100 anderen Exemplaren sogen. Ergänzungsmessungen vorgenommen, bei welchen jedes Exemplar

eine Nummer erhielt, und in eine Gelatine kapsel geschlossen wurde. Dadurch konnte irgendein gewünschtes Individuum herausgegriffen und für die weitere Untersuchung zur Verfügung gestellt werden. Die 100 gemessenen Ergänzungsexemplare wurden mit Hilfe ihrer Wertepaare in Taf. II, Fig. 6 in die Korrelationstabelle des ersten Kollektives von 600 Individuen, Tab. 2, eingegliedert und zugleich mit ihrer Nummer aus der Masstabelle und einem sogen. Prognosezeichen, von dessen Bedeutung sofort die Rede sein wird, versehen.

Im Laufe der anatomisch-statistischen Untersuchung ergab sich, dass die makro- und mikrosphären Formen, deren Identität mit den beiden Typen I und II in der vorliegenden Arbeit schliesslich aufgewiesen werden kann, sich äusserlich auch durch kleine Differenzen im Verlaufe der Spirale und anderer, nicht scharf zu fassender kleiner Eigentümlichkeiten schon visuell gefühlsmässig einigermassen unterscheiden lassen. Da jedenfalls diese kleinen Unterschiede zur Aufstellung der beiden Typen *menardii* und *tumida* beigetragen haben, war es wichtig zu prüfen, in welchem Masse diese gefühlsmässige Unterscheidung durch die variationsstatistischen Untersuchungen bestätigt wird, welchen Sicherheitsgrad sie also erreicht.

Zu diesem Zwecke wurden die 100 Exemplare der Ergänzungsmessungen von vorneherein in die beiden genannten Gruppen eingeteilt und mit dem schon genannten Prognosezeichen versehen. Mit einem fetten Punkt wurden in der Taf. II, Fig. 6 diejenigen Exemplare bezeichnet, welche nach der Prognose makrosphär sein sollten. Kreuzchen stellen die mikrosphären Individuen dar. Die Gebiete, in welchen einerseits die derart prognostizierten makrosphären, andererseits die mikrosphären Individuen liegen, sind mit folgenden Grenzen umzogen:

ma : — .. — .. — .. — *mi* : — . — . — . — . — . — .

Da nicht das ganze Kollektiv der 100 Ergänzungsmessungen anatomisch verarbeitet werden konnte, musste eine bestimmte Auswahl getroffen werden. Die Aushebung der gewünschten Exemplare konnte nur nach Massgabe der Verhältnisse der Korrelationstabelle 600 geschehen und zwar in der Weise, dass aus allen Zonen des Korrelationsfeldes möglichst gleichmässig Schalen zur anatomischen Aufschliessung genommen wurden. Es war wichtig, darauf zu achten, dass insbesondere aus den beiden Gipfelarealen in der Transgressionszone die Vertreter in gleichmässiger Weise ausgezogen wurden.

Von aussen war über die anatomischen Strukturen der Schalen nicht viel zu erfahren. Es liess sich diesbezüglich auch kein Resultat durch Anwendung aufhellender Flüssigkeiten gewinnen. Zur Einsicht in die anatomischen Verhältnisse hätten Dünnschliffe angewendet werden können. Es zeigte sich aber, dass Dünnschliffe in diesem Falle ungünstig gewesen sein würden, da infolge der troch-

oiden Form der Spirale nicht alle Umgänge und Kammern getroffen worden wären. Zur genauen Messung der Embryonalkammern war es zudem notwendig, diese körperlich in ihrem ganzen Umfange vor sich zu haben. Im Schliff würde man nicht beurteilen können, ob der grösste Durchmesser der Embryonalkammer vorliege oder nicht. Ausserdem würde die Dünnschliffmethode die Herstellung grösserer Serien von Präparaten ohne allzu grossen Zeitaufwand kaum gestattet haben.

Es wurde eine Kammer-Ausfüllungsmethode gefunden, mit welcher die Formen des ehemaligen plasmatischen Körpers, die Schalenhohlräume, nachgebildet wurden.

Trotzdem sich die Kammer-Ausfüllungsmethode zu einer serienweisen Bearbeitung des Materials eignet, konnte doch nur eine beschränkte Anzahl von Individuen präpariert werden.

Es wurden also auf Grund der Korrelationstabelle, Tabelle 1, ca. 80 Exemplare, von denen aber infolge der Schwierigkeit der Aufschliessung bei dieser Spezies leider nur ca. 50 % brauchbare Präparate ergaben, ausgezogen. Als „brauchbar“ konnten nur solche Ausfüllungen von Schalen betrachtet werden, die die gewünschten anatomischen Verhältnisse, insbesondere die feinen Strukturen der Initialspirale, einwandfrei erkennen liessen.

1. *Grösse der Embryonalkammern.* Die Grösse (grösster Äquatorialdiameter) der EK konnte leicht unter dem Mikroskop mit Hilfe eines Trommelmikrometers direkt gemessen werden.

Bei der Betrachtung der horizontal liegenden Schale mit starkem Objektiv ergab sich der grösste optische Horizontalschnitt von selbst, siehe Taf. III, Fig. 6, Nr. 9 und 10.

2. *Die Spirale und die Spiralzahl.* Die Spirale wurde durch zwei Zahlen, durch das sog. Spiralsymbol, zu charakterisieren gesucht. Das Spiralsymbol sagt aus, wieviel Kammern die Spirale enthält, bis der von der EK als Zentrum zum Aussenrande der Kammern gemessene Radius die Vergleichsgrösse von $250\ \mu$ erreicht. Nun fällt im allgemeinen der Punkt, bei dem der Vergleichsradius die ausgeglichene Spirallinie der äusseren Kammerränder erreicht, nicht gerade mit der grössten Ausbauchung einer Kammer zusammen, sondern trifft irgendwo dazwischen. In diesen Fällen wurde bis zu derjenigen Kammer gezählt, an deren Aussenrand ein dem Vergleichsradius am nächsten stehender Radius-Vektor gemessen wurde. Statt des Wertes in μ wurde diese letztere Zahl 200-fach vergrössert in mm angegeben, da sie an Zeichnungen, die in dieser Vergrösserung angefertigt worden waren, gemessen wurde.

Es bedeutet also die erste der beiden Zahlen des Spiralsymbols die Ordnungszahl der Kammer, bei der ein Radius-Vektor von ungefähr $250\ \mu$ erreicht wird, die zweite dagegen den exakten Wert des effektiven Radius, der dem fixen Vergleichsradius am nächsten kommt.

Der Sinn des Spiralsymbols „14.46“ (zweites Zahlenpaar) z. B. des Exemplares Nr. 50, Tabelle 9, ganz links, ist der folgende: Das Exemplar Nr. 50 erreicht mit 14 Kammern ungefähr den Kammerradius 50 mm (bei 200-facher Vergrößerung; effektiv $250\ \mu$), genau 46 mm ($230\ \mu$ in Realität). Der genaue Kammerradius ist nur angegeben, um die effektive Differenz zum fixen Vergleichsradius 50 mm vor Augen zu führen.

Besitzt nun ein Exemplar anstatt des einkammerigen Nucleoconchen einen mehrkammerigen spiraligen Embryonalapparat, dessen Spirale aus einer Anzahl kleiner Kämmerchen zusammengesetzt ist, so braucht es natürlich, da der Anfang aus einer schwach steigenden Spirale besteht, zur Erreichung des fixen Radius mehr Kammern als bei fehlender Embryonalspirale, wo die Kammern der Umgänge von Anfang an schneller wachsen. In dieser Hinsicht werden sich also mi und ma Formen unterscheiden lassen.

Es hätte für die Charakterisierung der Spirale ein theoretisch richtiger Wert genommen werden können, am besten das Verhältnis zwischen den radii vectores, oder den Windungsabständen (Kammerradialdiametern) und der Anzahl der Umgänge, woraus analytische Gleichungen für die Spiralen abgeleitet werden könnten. Dieser Methode stellen sich aber Schwierigkeiten entgegen, da der äussere Schalenrand nicht, wie bei Gastropoden z. B., eine glatte Spirale bildet. Diese Spirale müsste erst als Ausgleichskurve der äussersten Punkte der Kammerränder berechnet und konstruiert werden. Genau äquidistante Radien und Windungsabstände lassen sich an der Schale nicht durch direkte Messung im Mikroskop gewinnen. Für die Wahl des hier angewendeten Spiralsymbols indessen hat die praktische Ausführbarkeit der Messungen den Ausschlag gegeben.

3. *Kurven der abgerollten Spirale.* Zur Darstellung der Form der Spirale wurden auch Kurven der abgerollten Spirale verwendet, deren Herstellung im folgenden kurz erläutert werden soll, Textfig. 3.

Trägt man auf einer Abszisse vom Nullpunkt aus in gleichen Abständen die Reihe der Ordnungszahlen der Kammern einer Spirale auf, auf der Ordinate dagegen, die den Ordnungszahlen entsprechenden radii vectores, gemessen radial von der äusseren Peripherie der betreffenden Kammer bis zur Peripherie der Initialkammer, so erhält man ein Bild der wachsenden Spirale. Die Abstände zwischen den Ordnungszahlen dürfen gleich gross gesetzt werden, da von Kammer zu Kammer immer derselbe Winkel im Mittel zurückgelegt wird, nämlich ca. 60° (6 Kammern per Umgang).

Die Einheit der Abszisse, die eine Kammer repräsentiert, entspricht somit annäherungsweise einem bestimmten konstanten Winkelwert. Die als Ordinaten aufgetragenen radii vectores dürften annäherungsweise als äquidistante Radien angesehen werden, so dass die Darstellung eigentlich nicht stark von der mathematisch exakten Darstellung der Abwicklung einer Spirale abweicht.

Das Spiralsymbol, die EK-Grösse, und andere für die anatomische Struktur charakteristische Zahlenwerte wurden zu den sogenannten Zahlensymbolen, die im Korrelationsfelde, z. B. in Tabelle 9, zur übersichtlichen Darstellung gebracht werden konnten, vereinigt. Die Bedeutung der einzelnen Teile der sog. „Zahlensymbole“ ist aus der Legende ersichtlich.

Im nächsten Abschnitt werden kurz die Resultate der anatomischen Messungen zusammengefasst. In einem weiteren Abschnitt werden dann anhand mehrerer Graphica die Resultate der statistischen Untersuchungen mit den Resultaten der anatomischen Untersuchungen verknüpft werden.

2. Resultate der anatomischen Aufschlussarbeiten.

Die Messungen der anatomischen Elemente an den Ausgüssen der Schale sind in untenstehenden Tabellen zusammengefasst und geordnet (Tabelle 8 a, b u. c).

Typus I. Makrosphär.

| Nr. in der Mass-Tabelle | Totalanzahl Kammern | Sp. Z. | Sp. Ch. | Initialkammern | nach äuss. Merkmalen gehalten für |
|-------------------------|---------------------|--------|---------|----------------|-----------------------------------|
| 12 | 17 | 14 | ma | 25 μ | mi |
| 15 | 19 | 15 | ma | 20 | mi |
| 20 | 19 | 15 | ma | 22,5 | mi |
| 32 | 18 | 15 | ma | 20 | ma |
| 33 | 17 | 14 | ma | 30 | ma |
| 34 | 16 | 15 | ma | 20 | ma |
| 37 | 15 | 13 | ma | 25 | ma |
| 41 | 18 | 15 | ma | 23,8 | ma |
| 46 | 19 | 15 | ma | 20 | ma |
| 48 | 17 | 15 | ma | 25 | ma |
| 50 | 16 | 14 | ma | 27,5 | ma |
| 52 | 17 | 15 | ma | 23,8 | ma |
| 60 | 18 | 14 | ma | 25 | mi |
| 68 | 18 | 15 | ma | 25 | ma |
| 73 | 17 | 14 | ma | 22,5 | ma |
| 79 | 17 | 14 | ma | 18,8 | ma |
| 86 | 17 | 14 | ma | 20 | ma |
| 92 | 16 | 14 | ma | 25 | ma |
| 99 | 16 | 13 | ma | 25 | ma |

Individuen, total: 19 ma
 Extreme, Max.: 30 μ
 Min.: 18,8 μ
 Mittel: 23,36 μ

Tab. 8a. *Globorotalia menardii* — *tumida*. Ergebnisse der Messungen an den anatomischen Präparaten, Sp. Z. = Spiralzahl, Sp. Ch. = Spiralcharakter, Init. K. = Initialkammer (Diameter), mi = mikrosphär, ma = makrosphär.

Typus II. Mikrosphär.

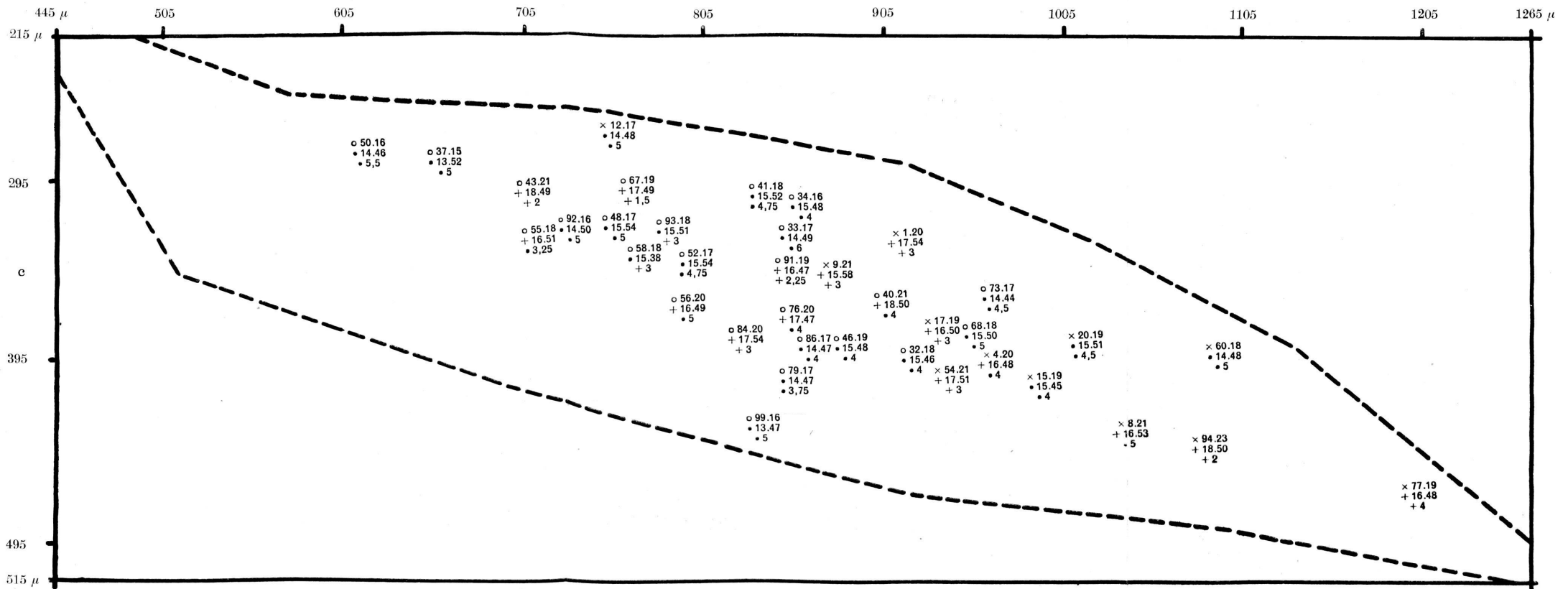
| Nr. in der Mass-Tabelle | Totalanzahl Kammern | Sp. Z. | Sp. Ch. | Initial- kammer | nach äuss. Merkmalen gehalten für |
|----------------------------|------------------------|--------|-----------|--------------------|---|
| 1 | 20 | 17 | <i>mi</i> | 15 μ | <i>mi</i> |
| 9 | 21 | 15 | <i>mi</i> | 15 | <i>mi</i> |
| 17 | 19 | 16 | <i>mi</i> | 15 | <i>mi</i> |
| 43 | 21 | 18 | <i>mi</i> | 10 | <i>ma</i> |
| 54 | 21 | 17 | <i>mi</i> | 15 | <i>mi</i> |
| 67 | 19 | 17 | <i>mi</i> | 7,5 | <i>ma</i> |
| 77 | 19 | 16 | <i>mi</i> | 20 | <i>mi</i> |
| 84 | 20 | 17 | <i>mi</i> | 15 | <i>ma</i> |
| 91 | 19 | 16 | <i>mi</i> | 11,5 | <i>ma</i> |
| 94 | 23 | 18 | <i>mi</i> | 10 | <i>mi</i> |

Individuen, total: 10 *mi*Extreme, Max.: 20 μ Min.: 7,5 μ Mittel: 13,5 μ **Formen mit fraglichem Charakter.**

| Nr. in der Mass- Tabelle | Total- anzahl Kammern | Sp. Z. | Sp. Ch. | Initial- kammer | nach äuss. Merkmalen gehalten für | wahr- scheinlich |
|--------------------------------|-----------------------------|--------|-----------|--------------------|---|---------------------|
| 4 | 20 | 16 | <i>mi</i> | 20 μ | <i>mi</i> | <i>ma</i> |
| 8 | 21 | 16 | <i>mi</i> | 25 | <i>mi</i> | <i>ma</i> |
| 40 | 21 | 18 | <i>mi</i> | 20 | <i>ma</i> | <i>ma</i> |
| 55 | 18 | 16 | <i>mi</i> | 16,25 | <i>ma</i> | <i>mi</i> |
| 56 | 20 | 16 | <i>mi</i> | 25 | <i>ma</i> | <i>ma</i> |
| 58 | 18 | 15 | <i>ma</i> | 15 | <i>ma</i> | <i>mi</i> |
| 76 | 20 | 17 | <i>mi</i> | 20 | <i>ma</i> | <i>ma</i> |
| 93 | 18 | 15 | <i>ma</i> | 15 | <i>ma</i> | <i>mi</i> |

Tab. 8 b u. c. *Globorotalia menardii* — *tumida*. Ergebnisse der Messungen an den anatomischen Präparaten, Sp. Z. = Spiralzahl, Sp. Ch. = Spiralcharakter, Init. K. = Initialkammer (Diameter), *mi* = mikrosphär, *ma* = makrosphär.

Die anatomisch untersuchten Exemplare konnten nach den verschiedenen anatomischen Merkmalen in zwei Gruppen verteilt werden. Der wichtigste Unterschied besteht in der Grösse der Embryonalkammern. Es lassen sich deutlich Exemplare mit mikrosphären EK von solchen mit makrosphären EK unterscheiden. Daneben bestehen, wie gleich gezeigt werden soll, analoge Unterschiede in den andern anatomischen Eigenschaften (Spiralform, Kammertotalanzahl). Die Gesamtheit der Unterschiede der ana-



Tab. 9. *Globorotalia menardii* — *tumida*. Zusammenstellung der anatomischen Masszahlen zu den sog. Zahlensymbolen. Die Zahlensymbole sind dort ins Korrelationsfeld eingesetzt, wo die gemessene und anatomisch aufgeschlossene Schale nach ihren äusseren Dimensionen b und c hingehört.

b = Länge der Schalen
 c = Dicke der Schalen
 Erste Zahl = Laufnummer der Exemplare aus der Masstabelle
 Zweite Zahl = Kammertotalanzahl der Spirale
 Dritte Zahl u. vierte Zahl = Sog. Spiralzahl; gibt an mit wie vielen Kammern die Spiralen einen bestimmten festen Vergleichsradius erreichen

Fünfte Zahl = Durchmesser der Embryonalkammer in mm bei einer Vergrösserung von 200
 o = Exemplare nach äusserlichen Merkmalen für makrosphär gehalten
 x = Exemplare nach äusserlichen Merkmalen für mikrosphär gehalten
 • = Exemplare nach anatomischen Merkmalen als makrosphär bestimmt
 + = Exemplare nach anatomischen Merkmalen als mikrosphär bestimmt
 ----- = Äusserste Grenzen der im Korrelationsfeld vorhandenen Exemplare.

} nach der EK und
 } der Initialspirale.

tomischen Merkmale erlaubt in den meisten Fällen eine Trennung der Formen und deren Zuweisung zu der einen oder andern Gruppe.

Die Tabelle weist drei Abschnitte auf. Der erste Abschnitt enthält alle nach anatomischen Merkmalen als makrosphär bestimmten Individuen; der zweite Abschnitt alle mikrosphären. Im dritten Abschnitt sind Exemplare zu finden, deren Zuweisung zu dem einen oder andern Typus nicht mit Sicherheit erfolgen konnte, da die Präparate eine sichere Zählung der anatomischen Elemente nicht zulassen. Der mutmassliche Charakter, ob *ma* oder *mi*, wird in einer Kolonne der Tabelle angegeben.

Neben den acht Exemplaren unsicherer Stellung konnten alle Individuen der einen oder andern Gruppe zugewiesen werden.

Die Durchmesser der Initialkammern der mikrosphären Form bewegen sich zwischen $7,5 \mu$ und 20μ und erreichen einen Mittelwert von $13,5 \mu$.

Die Durchmesser der Initialkammern der makrosphären Formen liegen zwischen $18,8 \mu$ und 30μ und erreichen im Mittel $23,36 \mu$.

In analoger Weise lassen sich die beiden Formen nach der Totalanzahl der Kammern der ganzen Schale unterscheiden. Wie die Tabelle vor Augen führt, besitzen die *ma*-Formen die geringere Kammertotalanzahl von im Mittel 17,21 Kammern, während die *mi*-Formen durchwegs mehr Kammern, im Mittel 20,20, erreichen.

Ähnliches stellt man bei Betrachtung des Spiralsymbols fest. Dieses sagt, wie schon erwähnt, aus, wie viele Kammern ein Exemplar benötigt, um einen bestimmten festen Vergleichsradius zu erreichen: *ma* im Mittel 14,37 Kammern, *mi* im Mittel 16,7 Kammern.

Neben der Nummer der gemessenen Exemplare und der Nummer der Präparate ist in der Tabelle bei jedem Individuum auch der Charakter der Initialspirale angeführt (*mi* oder *ma*).

Eine letzte Kolonne enthält die Zeichen der vor der anatomischen Aufschliessung gestellten Prognose. Die Prognose mit Hilfe der äusseren Merkmale der Schale konnte, wie bei der starken Transgression der Kurven erklärlich ist, nur mit einem mässigen Grad von Sicherheit aufgestellt werden, besser bei den *ma*-Formen, schlechter bei den *mi*-Formen.

| anatomisch bestimmt: | nach äuss. Merkmalen prognostiziert: | |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| | richtig | falsch |
| 10 Stück als <i>mi</i> . . . | 6 als <i>mi</i> | 4 als <i>ma</i> |
| 19 Stück als <i>ma</i> . . . | 15 als <i>ma</i> | 4 als <i>mi</i> |

Kurven der abgerollten Spiralen: Die Unterscheidung der beiden Formen (Typus I und II) lässt sich noch besser realisieren bei Erstellung und Betrachtung der Kurven der abgerollten Spiralen. Diese Kurven, Textfig. 3, deren Herstellung schon besprochen worden ist (S. 84), zeigen den Verlauf der Spiralen von der Initialkammer an, sowohl bei ma- wie bei mi-Formen. Sie definieren auch

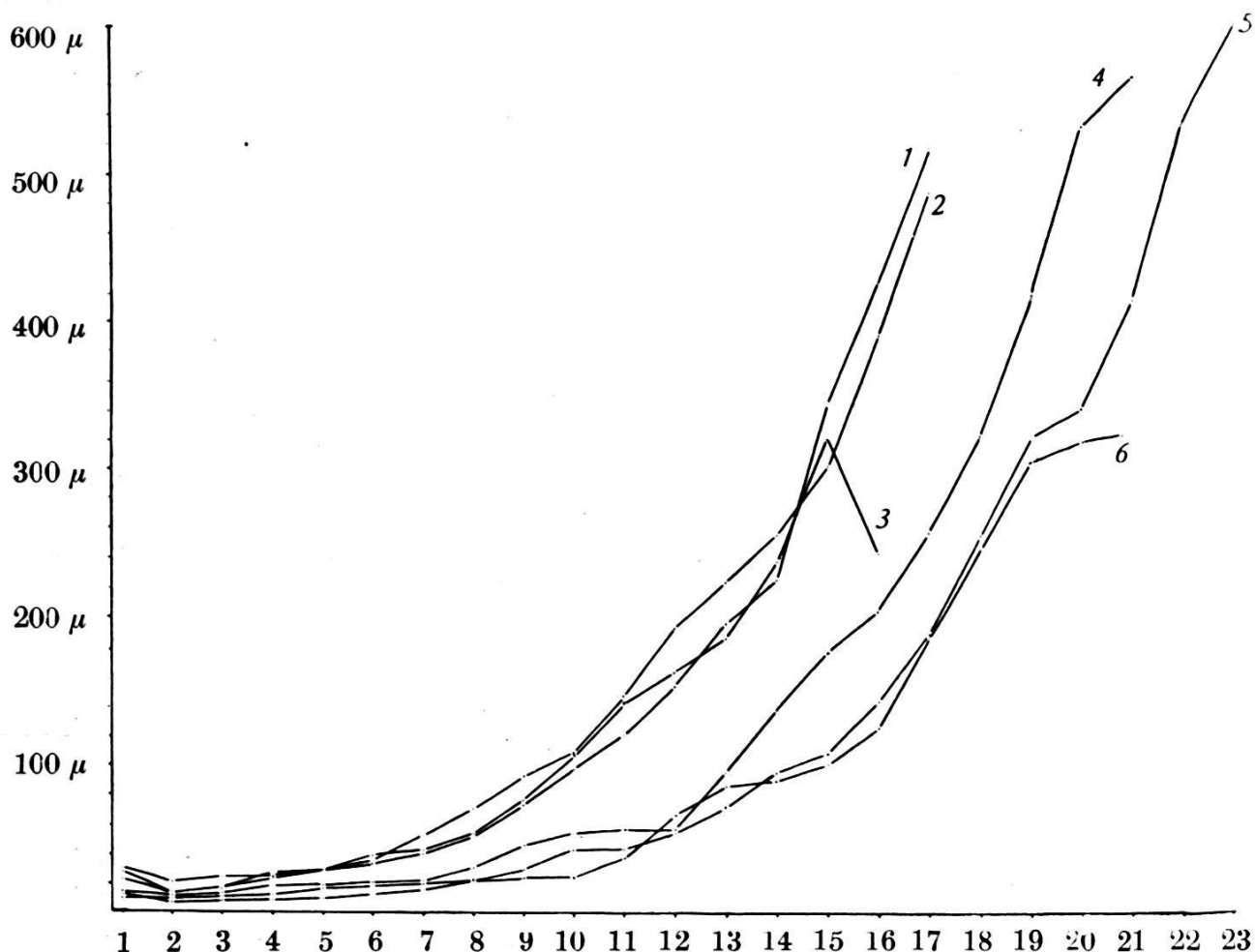


Fig. 3. *Globorotalia menardii* — *tumida*, Kurven der abgerollten Spiralen für Typus I und II; auf der Abszisse: Kammernummern, wobei die Embryonalkammer Nr. 1 hat; auf der Ordinate: Radien der Spirale im status einer bestimmten Kammeranzahl. Kurven 1 bis 3 = makrosphäre Individuen, Kurven 4 bis 6 = mikrosphäre Individuen.

des nähern die Bezeichnungen „Initialkammer“, „Initialspirale“ und „Normalspirale“. In dieser Textfigur stellen die Kurven Nr. 1, 2 und 3 die Zunahme der radii vectores der gesamten Spirale im Verlaufe des Wachstums makrosphärer Individuen dar. Die Spiralen der drei ma-Individuen zeigen einen übereinstimmenden Verlauf: Sie beginnen bei den ma-Formen mit Initialkammern, welche Durchmesser von 20—30 μ aufweisen und zwar:

- Nr. 1: 22,5 μ
Nr. 2: 30,0 μ
Nr. 3: 27,5 μ

Mit der zweiten Kammer sinken die Kurven allgemein zurück. Bei den ma-Formen setzt nun aber unmittelbar die Normalspirale ein, die sich in Kurven, welche gleichmässig bis zu 16 und 17 Kammern ansteigen, ausdrückt. Während die Kurven Nr. 1 und 2 bis zur letzten Kammer ansteigen, fällt die 3. Kurve infolge kümmerlicher Ausbildung der letzten Kammer rasch ab.

Einen anderen Charakter besitzen die Kurven der mi-Formen Nr. 4, 5 und 6. Die Initialkammern sind hier kleiner:

- Nr. 4: 15 μ
Nr. 5: 10 μ
Nr. 6: 13 μ

Wie bei den ma-Formen, so fällt auch hier die Kurve vorerst gegen die zweite Kammer ab. Von hier aber zeigen die Kurven der ma- und mi-Formen einen unterschiedlichen Verlauf. Da die Initialwindungen der mi-Formen aus 9—10 Kammern, die nur gering zunehmen, bestehen, so zeigt die Kurve im Verlaufe von 9—10 Kammern einen flachen Verlauf. Erst von der 10.—11. Kammer weg steigen die Kurven normalerweise bis zu 20—23 Kammern an. Die letzten Kammern einer jeden Spirale zeigen die Tendenz zu einer relativen Grössenverminderung, was sich in der Verflachung der Kurven ausdrückt.

Die Spiralkurven gleichen Exponentialkurven, die aber, da sie Verhältnisse des organischen Lebens darstellen, von komplizierter Form sind und nicht asymptotisch an die Koordinatenachsen verlaufen; sie haben einen portionalen Anfang und ein ebensolches Ende. Zwischen Anfang und Ende scheint ihr Verlauf ziemlich regelmässig zu sein. Die äquidistanten Radien dürften angenähert nach einer geometrischen Progression wachsen, was auf eine logarithmische Spirale hinweist.

Da die Spirale sich um eine kreisförmige Embryonalkammer von nicht zu vernachlässigendem Ausmasse als Ursprung windet, so handelt es sich im vorliegenden Fall um die sogenannten Naumann'schen cyclocentrischen Concho-Spiralen.

Die soeben beschriebenen Verhältnisse der Spirale lassen sich mit den Resultaten der statistischen Untersuchungen der äusseren Formelemente in Beziehung setzen:

Die mikrosphäre Form hat also eine vollständige Embryonalspirale, eine Art Embryonalapparat aus mehreren Kammern. Die makrosphäre Form dagegen an dessen Stelle eine einzige, aber grössere Ursprungskammer. An diesen sog. Nucleoconchen schliesst sich bei beiden Formen die Normalspirale an. Sie ist bei beiden Formen

von ähnlicher Beschaffenheit. In den erwachsenen Stadien sowohl der mi- wie der ma-Form ist die Gestalt der Medianfläche, welche durch die Spiralforn bestimmt ist, sehr ähnlich und gleichbleibend. Die Korrelation des grossen und kleinen Diameters der Medianfläche ist für das ganze Kollektiv nahezu vollkommen.

Der Quotient a/b , das Verhältnis quadrato-distanter Diameter, ist für beide Formen beinahe dieselbe Konstante, was auf eine grosse Angleichung wenigstens der äusseren Spiralanteile an ein und dieselbe Concho-Spirale hinweist.

Der sprunghafte Unterschied der ausgewachsenen Formen, der in der zweigipfligen Quetelet'schen Kurve als zwei unterscheidbare Typen zum Ausdruck kommt, besitzt seine eigentliche morphologische Ursache in den beiden verschieden grossen embryonalen Nucleoconchen: die mikrosphäre Form (Typus II) besitzt wohl nur eine kleine EK, baut sich diese aber zu einem mehrkammerigen EApp. aus. Die makrosphäre Form (Typus I) dagegen besitzt nur eine einzige EK, welche, obwohl grösser als die EK der mikrosphären Form, nicht die Grösse des EApp. der letzteren erreicht. Da nun die beiden Formen die Normalspirale den embryonalen Nucleoconchen als Ausgangskreis nehmen muss, so hat die mikrosphäre Form, die einen grössern Ausgangskreis besitzt, einen Vorsprung. Setzen nun — wie dies angenähert verwirklicht ist — beide Formen an ihren Schalennucleus bis zur Erreichung des ausgewachsenen Zustandes ungefähr gleichviel Kammern derselben Winkelgrösse, d. h. gleichviel Umgänge desselben Spiraltypus, an, so erreicht die mikrosphäre Form im erwachsenen Stadium letztendlich im Mittel einen grösseren Durchmesser.

Aus diesen Beziehungen erklären sich die äusserlich feststellbare Dimorphie der Schalen und auch die Schwierigkeiten, auf die man stossen muss, wenn man versucht, die Formen durch Korrelation der äusseren Schalendimensionen allein zu trennen; die grosse Konstanz des Medianflächenovals ergab eine beinahe vollkommene Korrelation durch das ganze Kollektiv. Einzig die kleine Differenz der mittleren Grössen der erwachsenen Typen I und II erlaubte die quantitative statistische Trennung der Formen.

3. Verknüpfung der Resultate der anatomischen Untersuchungen mit denjenigen der statistischen Untersuchungen.

Um diese Verknüpfung zu bewerkstelligen, mussten die von 40 Exemplaren ermittelten anatomischen Eigenschaften zur Stellung dieser Exemplare im Korrelationsfeld und in den Quetelet'schen Kurven der quantitativ-statistischen Untersuchungen in Beziehung gebracht werden.

Zu diesem Zwecke mussten diese Eigenschaften aus methodischen Gründen auf kurze Formeln gebracht werden, die den Punkten der

Exemplare im Korrelationsfeld und in der Quetelet'schen Kurve leicht beigeschrieben werden konnten.

Dies gelang durch Anwendung von Zahlensymbolen, welche aus den einzelnen für die anatomischen Eigenschaften charakteristischen Werten zusammengestellt sind. Ergänzt wurden die Zahlensymbole mit Signaturen.

Aussehen eines Zahlensymbols, z. B.:

$$\begin{array}{r} \times 54.21 \\ + 17.51 \\ + 3 \end{array}$$

Das Zahlensymbol ist aus fünf Zahlen zusammengestellt. Die erste Zahl (54) ist eine einfache Laufnummer, welche dem Individuum bei seiner Messung gegeben wurde. Die zweite Zahl (21) bedeutet die Totalkammeranzahl aller Umgänge; die EK ist darin inbegriffen. Die dritte (17) und vierte Zahl (51) stellen zusammen die schon bekannte Spiralzahl dar, 17 = Kammernummer, 51 = erreichter radius vector. Die fünfte Zahl des Zahlensymbols gibt die 200-fache Grösse der Embryonalkammer in mm an.

Als Signaturen wurden folgende Zeichen gebraucht:

- \times = nach äusserer Examination für mikrosphär gehalten,
- \circ = nach äusserer Examination als makrosphär gehalten,
- $+$ = nach anatomischer Examination als mikrosphär befunden,
- \bullet = nach anatomischer Examination als makrosphär befunden.

Es ist nun leicht ersichtlich, dass durch die Zusammenstellung dieser Symbole eine grosse Anzahl von Eigenschaften bildlich kumuliert und in Verbindung mit den Ergebnissen der statistischen Untersuchungen gebracht werden können, Tabelle 9.

Beim eigentlichen Gang der Untersuchungen wurden die Zahlensymbole der anatomischen Eigenschaften auf durchsichtigen Deckblättern eingetragen, die den graphischen Beilagen der statistischen Untersuchungen aufgelegt werden konnten. Solche Darstellungen gaben einen guten Überblick über den Zusammenhang aller anatomischen Eigenschaften mit den statistischen Verhältnissen der äusseren Formen. Sie konnten aber nicht in dieser Form reproduziert werden, sondern mussten in die nun zu besprechenden Einzeldarstellungen zerlegt werden.

a) Die Lage der makrosphären und mikrosphären Individuen im Korrelationsfeld.

α . Korrelationstabelle der Eigenschaften *b* und *c*, 600 Exemplare, Klassen zu 20μ , Tabelle 2.

Im einzelnen wird der Vergleich zwischen den anatomischen Massen und den Frequenzen der äusseren Formverhältnisse für die Korrelation des Eigenschaftspaares *b/c* durchgeführt, da die Hetero-

genität des Kollektives in diesem Korrelationsfeld am deutlichsten zum Ausdruck kommt.

Diese Korrelationstabelle bildet die Grundlage der weitem Darstellungen. Die drei Darstellungen unter β , γ und δ sind als durchsichtige Blätter, die auf die Korrelationstabelle gelegt werden sollten, zu denken.

β . Erstes Beiblatt, Beilage (Taf. II, Fig. 6) zur Korrelationstabelle, Tabelle 2, S. 61.

Diese Beilage zeigt nebst den 100 mit ihren Nummern eingetragenen und korrelierten Eigenschaftspaaren der „Ergänzungsmessungen“ die sogen. „Typischen Gebiete“ des Korrelationsfeldes, in welchen die äusserlich als mikrosphär und die äusserlich als makrosphär befundenen Individuen zu finden sind. Die Gebiete sind mit Grenzen, die des näheren in der Legende der Darstellung erklärt sind, umzogen.

Mit der Vorausbestimmung der beiden Typen I und II auf Grund äusserer Merkmale konnten auch die Gebiete ihrer Verbreitung im Korrelationsfeld provisorisch festgestellt werden. Es ist dabei zu sehen, dass die als mikrosphär prognostizierten Individuen rechtsseitlich und rechts am Unterende des Korrelationsfeldes angehäuft sind, während die als makrosphär bestimmten Individuen sich linksseitlich und links am Oberrand befinden. Vorausgesetzt, dass die Befunde nach äusserlichen Merkmalen mit den anatomischen übereinstimmen, so kann schon jetzt ausgesagt werden, dass die mikrosphäre Form dem grösseren und flacheren Typus, dagegen die makrosphäre Form dem kleineren und dickeren Typus entspricht.

Das Problem lautet aber vorderhand noch folgendermassen: inwiefern stimmen die äusserlichen Befunde mit den anatomischen überein? oder, im Hinblick auf die Taf. II, Figuren 6 und 7 und Tabelle 9: wie stimmen die „Typischen Gebiete“ der Formen, welche nach äusseren Kennzeichen getrennt wurden, mit den typischen Gebieten der Formen, die nach anatomischen Kennzeichen bestimmt wurden, überein?

Diese Fragen werden nach Betrachtung der Taf. II, Fig. 7, beantwortet werden können.

γ . Zweites Beiblatt: Darstellung der „Zahlensymbole“, Tabelle 9, S. 86.

In den Tabellen 8a—c, S. 85/86, wurden die anatomischen Elemente tabellarisch zusammengestellt. In der Tabelle 9, S. 86 dagegen sind sie zu den Zahlensymbolen zusammengestellt und so mit der Korrelationstabelle in Verbindung gebracht. Das Wesen

und die Bedeutung der Zahlensymbole sind bereits auf S. 90 u. 91 wie auch in der Legende der Tabelle 9 erklärt.

Übersichtlicher werden die Verhältnisse, wenn die Darstellung vereinfacht wird, indem wesentliche Züge betont werden; siehe nächsten Abschnitt.

δ. Drittes Beiblatt: Die Grenzen der „Typischen Gebiete“,
Taf. II, Fig. 7.

In dieser Beilage ordnen sich die fünf „Typischen Gebiete“ zu zwei Paaren und zu einem unpaarigen Einzelgebiet.

1. In den ersten beiden Gebieten sind diejenigen Exemplare zu finden, die nach der Prognose auf Grund äusserer Merkmale mi resp. ma sein sollen. Die entsprechenden Grenzen der Gebiete sind:

mi
ma

2. In den beiden anderen Gebieten finden sich die Exemplare, die nach anatomischen Kennzeichen mi resp. ma sind. Die entsprechenden Grenzen der Gebiete sind: für

mi -.-.-.-.-
ma -.-.-.-.-

3. Das unpaarige Einzelgebiet umfasst die Exemplare, die infolge von Mängeln im Präparat eine unsichere Stellung einnehmen.

Vergleicht man die Form und die Lage der paarigen Gebiete, so stellt man eine wesentliche Übereinstimmung fest. Das Gebiet, in welchem sich die mi-Individuen befinden, ragt zwar etwas weiter ins Gebiet der ma-Formen hinein, als vorauszusehen war. Die Transgression der beiden Teilkollektive des Typus I und II ist somit noch etwas grösser als angenommen wurde. Leider konnten die Grenzen -.-.-.-.- und -.-.-.-.- an den beiden opponierten Enden des Korrelationsfeldes nicht geschlossen werden, da dafür zu wenig Präparate vorgelegen haben. Dieser Mangel hat aber keine grosse Bedeutung, da an den Enden des Korrelationsfeldes mit grosser Wahrscheinlichkeit auf „reine“ Typen I resp. II gerechnet werden kann. Wichtiger ist die Tatsache, dass im Transgressionsgebiet selbst die Grenzen lückenlos gezogen werden konnten.

ε. Resultate: Haben die anatomischen Untersuchungen und die Auseinandersetzungen S. 85 ff. bewiesen, dass mi- und ma-Formen im Material morphologisch unterscheidbar existieren, so zeigten nun die letzten Darstellungen die Gebiete der Verbreitung der ma- und mi-Formen im Korrelationsfeld. Diese Verbreitung beweist aber bereits, dass das Gebiet der ma-Formen mit dem Gebiete des Typus I,

der kleineren und dickeren Form, das Gebiet der mi-Formen dagegen mit dem des Typus II, der grösseren und flacheren Form, wesentlich übereinstimmt.

Weiter ergibt sich, dass (obschon die Transgressionsgebiete den grössten Anteil beanspruchen) doch in bestimmten Gebieten die beiden Typen „rein“ vorkommen. Damit ist durch die anatomische Untersuchung auch die Zoneneinteilung der statistischen Untersuchungen S. 74 ff. bestätigt.

Die Beziehungen der Typen I u. II zur Quetelet'schen Kurve werden weiter unten beleuchtet.

b) Die Trennung der dimorphen Formen nach zwei Hauptmerkmalen.

Es folgen noch einige graphische Darstellungen, die das Vorkommen und die Verteilung einzelner anatomischer Eigenschaften in bezug auf das Korrelationsfeld b/c getrennt wiedergeben.

α . Trennung der dimorphen Formen nach der Grösse der Initialkammern, Taf. II, Fig. 10 unten.

Die Formen mit mikrosphären Embryonalkammern sind mit Kreuzen versinnbildlicht, die makrosphären mit Punkten. Die jedem Zeichen beigeschriebene Zahl gibt an, aus wieviel Kammern die Schale des betreffenden Individuums besteht. Die Kreuze, wie auch die Punkte, sind mit entsprechenden Grenzen umfasst.

Es sei hier deutlich hervorgehoben, dass mittels dieser Darstellung die morphologisch wichtigsten und für die Dimorphie beweisendsten Tatsachen erkannt werden können:

1. Die Individuen mit mikrosphären Initialkammern sind gesetzmässig in einem Gebiete zusammengeschart, in welchem in der Korrelationstabelle die grösseren, flachern Exemplare liegen.

2. Die Individuen mit makrosphären Initialkammern dagegen sind da zusammengeschart, wo im Korrelationsfeld die kleineren und dickeren Exemplare liegen.

3. Die Tatsache, dass die grösseren, flachern Individuen mikrosphäre Initialkammern und die kleineren, dickeren Individuen makrosphäre Initialkammern besitzen, widerlegt die Annahme, dass die Schalengrösse nur eine Funktion der Initialkammergrösse sei und deshalb eine Dimorphie nicht unbedingt zu bestehen brauche. Nach einer solchen Annahme müssten die grossen Exemplare aller Wahrscheinlichkeit nach im Mittel auch grössere Initialkammern und die kleineren Exemplare im Mittel auch die kleineren Initialkammern aufweisen. Die Erfahrungen beweisen aber das Gegenteil.

β. Trennung der dimorphen Formen nach dem Charakter der Initialspirale, Taf. II, Fig. 8.

Übereinstimmend mit der vorgehenden Darstellung werden die Grenzen der typischen Gebiete in Taf. II, Fig. 8 auch durch die Art und Weise gestützt, in welcher sich die nach dem Charakter der Initialspirale unterschiedenen Individuen im Korrelationsfeld b/c anordnen.

c) *Die Beziehungen der anatomisch bestimmten dimorphen Formen zu den Gipfeln der Quetelet'schen Kurve*, Taf. II, Fig. 10.

Die volle Verknüpfung der Ergebnisse der statistischen und der schalenanatomischen Untersuchungen erhält man aber erst, wenn man schliesslich die nunmehr festliegenden Verbreitungsgebiete der mi- und ma-Formen im Korrelationsfeld mit den Frequenzkurven und ihrem Additionsproblem in Verbindung bringt.

Man erinnert sich, dass in den statistischen Untersuchungen mit Hilfe des Frequenzpolygons zwei theoretische Kurven, Th. K. I und II, durch welche die beiden Gesellschaften der dimorphen Formen manifestiert sind, errichtet werden konnten. Um Willkürlichkeiten zu vermeiden, wurden die beiden Th. K. I und II ohne Schiefheit konstruiert, obschon aus verschiedenen Gründen anzunehmen war, dass auch diese Sekundärkurven noch ihre Schiefheit besässen.

a) In der Verbindung der zwei Darstellungen in Taf. II, Fig. 10 kann gezeigt werden, inwiefern die Th. K. I und II mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen und inwiefern nicht.

Die zweigipflige Quetelet'sche Kurve für die Eigenschaft b ist hier mit einer Korrelationstabelle kombiniert. Dabei tritt deutlich hervor, in welcher Weise sich die Th. K. I und II über die „Typischen Gebiete“ spannen: nämlich, Th. K. I über das Gebiet der makrosphären Individuen, Th. K. II über das Gebiet der mikrosphären.

Die beiden Gipfel der empirischen Quetelet'schen Kurve für die Dimension b (Länge des Schalenmedianovales) und die theoretischen Kurven I und II, die in den variationsstatistischen Untersuchungen der äusseren Form der Schalen nur hypothetisch mit den mikro- und makrosphären Formen in Beziehung gebracht werden konnten, erwiesen sich nun als wirklicher Ausdruck der beiden bewiesenermassen im Kollektiv existierenden Formen.

Konnte auf Grund des Aussehens der empirischen Quetelet'schen Kurve für die Eigenschaft b , mit 600 Individuen und aus theoretischen Erwägungen vermutet werden, dass auch die Th. K. I und II noch eine Schiefheit besitzen, so gewinnt man durch die vorliegende Darstellung die Bestätigung der Richtigkeit dieser Annahme. 1. Die theoretischen Kurven zeigen Maxima, die bezüglich der „Typischen Gebiete“ in Taf. II, Fig. 10 unten eine exzentrische Lage haben. So

liegt z. B. die Projektion des Maximums der Th. K. II im „Typischen Gebiet“ des Typus II links vor der Mitte. Dasselbe gilt für Typus I. 2. Die Th. K. I resp. II für b und die „Typischen Gebiete“ für m_a , beziehungsweise m_i , beginnen auf der Seite der Minusabweicher in bezug auf die Abszissenachse b ziemlich genau an identischen Stellen, die ersteren ungefähr bei 500μ , die letzteren ungefähr bei 700μ . Die Th. K. I und II reichen aber, da sie ohne Schiefheit konstruiert wurden, im Gebiete der Plusabweicher nun nicht bis ans Ende der entsprechenden „Typischen Gebiete“. Diesbezüglich weisen also die Th. K. I und II einen Mangel auf, der aus bereits bekannten Gründen vorausgesehen war, aber nicht vermieden werden konnte.

b) Auf Grund der oben besprochenen Darstellungen ist es jetzt möglich, die Th. K. I und II annäherungsweise richtig mit Schiefheit zu konstruieren.

Die Konstruktion erfolgte nach Prinzipien, welche auch zur Konstruktion der Th. K. I und II angewendet wurden. Die Additionskurve der Th. K. I und II sollte sich möglichst gut der ersten Ausgleichskurve der empirischen Kurve anschliessen. Bis zu welchem Grade dies möglich war, zeigt Taf. II, Fig. 11, oberer Teil.

Nachdem die Anschauung, wonach auch die Sekundärkurven ihre Schiefheit besitzen, besser begründet ist, scheint es mir gerechtfertigt zu sein, kurz auf eine nähere Betrachtung weiterer Details der empirischen Kurve einzugehen.

Vorerst muss festgestellt werden, dass das Bild des empirischen Häufigkeitspolygons von zwei verschiedenen Arten von Schiefheit bestimmt wird:

1. von der Schiefheit der Primärkurve und
2. von der Schiefheit der Sekundärkurven.

Die Schiefheit der Primärkurve entsteht dadurch, dass sich zwei Sekundärkurven mit verschiedener Lage des M und Individuenzahl addieren. Da nun die Kurve des Typus I mehr Individuen enthält als diejenige des Typus II, so ist leicht zu erklären, warum in diesem Falle eine positive Schiefheit entsteht, Taf. II, Fig. 3.

Es kann auf Grund des auffällig regelmässig zackigen Verlaufes der empirischen Kurve und anderen Überlegungen angenommen werden, dass die Schiefheit der Sekundärkurve die Folge einer Addition von Teilkollektiven tertiärer Ordnung ist, deren Häufigkeitskurven von jetzt an Tertiärkurven genannt werden sollen. Diese Tertiärkurven sind, wie sich im Verlaufe der Untersuchung als wahrscheinlich erwies, der Ausdruck von Wachstums- oder Altersstadien.

Die gegenseitige Lage der einzelnen Mittelwerte, sowie der verschieden grosse Variantenumfang der sich addierenden tertiären Kollektive, erzeugen die ausgesprochene Schiefheit der Sekundär-

kurven in ähnlicher Weise, wie die verschiedene Lage der Mittelwerte und der Inhalt der Sekundärkurven den schiefen Verlauf der Primärkurve verursachen.

Es soll im folgenden angedeutet werden, in welcher Weise das Vorhandensein und die Anordnung der Tertiärkurven auf den speziellen biologischen Verhältnissen der Foraminiferen beruhen, nämlich:

1. auf dem diskontinuierlichen Wachstum der Schale durch periodischen Ansatz von Kammern, und
2. auf den physiologischen Verhältnissen der Reproduktion, speziell auf der Tatsache, dass die Schalen sowohl bei der asexuellen wie bei der sexuellen Fortpflanzung durch das Plasma verlassen werden. Eben diese auf natürliche physiologische Weise verlassenen Schalen bilden die überwiegende Mehrheit in den fossilen Kollektiven. Demgegenüber bleiben die Schalen, die durch Tod ihres innewohnenden Plasmas vorzeitig, d. h. in unfertigem Zustande, sedimentiert wurden, in der Minderheit.

Betrachten wir das empirische Frequenzpolygon für *b*, Taf. II, Fig. 11 oberer Teil: die letzte Annäherung an die Realität der Dinge war die Zerlegung des empirischen Frequenzpolygons in zwei schiefe Sekundärkurven, deren Additionskurve dem empirischen Polygon schon ziemlich gut anliegt.

Noch stets aber bleibt der auffallende zackige Verlauf des Polygons im einzelnen unerklärt. Die zahlreichen Frequenzmaxima dritter Ordnung, die sich in den Sekundärgipfeln geltend machen, seien Tertiärgipfel genannt. Die Lage der hauptsächlichsten tertiären Gipfel sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Gipfel-Nr.: | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. |
| bei μ : | 535 | 575 | 625 | 675 | 715 | 775 | 865 | 935 | 1015 | 1055 | 1135 |

Gewisse Abszissenwerte sind also auffällig bevorzugt, während andere unmittelbar daneben nur durch auffallend wenige Varianten vertreten sind. Die Stellen überbetonter und unterbetonter Frequenz zeigen über die ganze Variationsbreite eine merkwürdige Periodizität. Die Abstände zwischen den Tertiärgipfeln sind von annähernd derselben Grössenordnung und befinden sich annäherungsweise in beiden Kollektiven an denselben Stellen, sowohl in der Kurve des Kollektivs zu 300 Exemplaren, Taf. II, Fig. 5, wie in der Kurve der vereinigten Kollektive mit 600 Exemplaren, Taf. II, Fig. 2. Da die Abstände der Tertiärgipfel zudem ein Mehrfaches der Klassenbreiten ausmachen, so kann in denselben keine blosse Zufälligkeit gesehen werden.

Die mutmasslichen Ursachen der Tertiärgipfel ergeben sich aus folgenden Überlegungen:

Die Foraminiferenschale wächst nicht kontinuierlich, sondern durch periodischen Ansatz von Kammern. Setzt man z. B. einen geradlinig wachsenden Typus, eine *Nodosaria*, voraus, so würde die Grösse (Länge) einer grossen Anzahl von Individuen mit der gleichen Kammer-Totalanzahl um einen gewissen Mittelwert streuen. Nimmt man nun an, dass die Streuung um den Mittelwert nicht übermässig gross sei und die Grösse der Kammern gegenüber der Gesamtlänge nicht zu klein, so wird wahrscheinlich, dass in einem Gesamtkollektiv von einer grossen Zahl von Individuen mit unterschiedlicher Kammer-Totalanzahl der Aufbau derselben aus Teilkollektiven gleicher Totalkammeranzahl durch die statistische Mischung nicht völlig verwischt wird. Es kann im Gegenteil angenommen werden, dass der Aufbau aus Teilkollektiven in der Häufigkeitsverteilung, d. h. im Verlaufe des Häufigkeitspolygons noch deutlich zum Ausdruck komme durch Stellen überbetonter Frequenz (= Mittelwerte der Teilkollektive mit gleicher Kammer-Totalanzahl), getrennt durch dazwischenliegende Frequenzminima. Aus diesem Grunde zeigt das Frequenzpolygon einen zackigen Verlauf mit Gipfeln, deren Abstände der Grösse des jeweiligen Sprunges der Längendimension durch Anwachs einer neuen Kammer entsprechen.

4. Beziehungen des Dimorphismus zum Lebenszyklus der Foraminiferen.

Der Schalendimorphismus ist bei zahlreichen Genera der Foraminiferen bekannt. In der überwiegenden Mehrheit aber ist er noch nicht nachgewiesen. Bei andern Genera ist er nur ungenau erforscht.

Ob WINTER z. B., Lit. 152, 1907, bei Nennung des Genus *Discorbina* unsere *Globorotalia menardii-tumida* als darin inbegriffen betrachtete, kann hier nur vermutet werden. Noch nirgends ist in der Literatur meines Wissens *Globorotalia menardii* und *tumida* expressis verbis als dimorph anerkannt. Jedenfalls grenzt der Dimorphismus der *Globorotalia men.-tum.* schon sehr nahe an einen morphologischen „Monomorphismus“, in einer Weise, dass (da die Transgression der Merkmale aussergewöhnlich gross ist) bei einer weniger eingehenden Untersuchung die Typen überhaupt nicht mehr auseinander zu halten gewesen sein würden. Nur die eingehendsten und umständlichsten variationsstatistischen und anatomischen Untersuchungen und deren Verbindung haben die Erfassung des Schalendimorphismus der in Frage stehenden Form noch möglich gemacht.

Aus den Untersuchungen ging auch hervor, dass die planktonischen Kleinforaminiferen, wie andere bekannte dimorphe Genera, im mikrosphären Typus eine Form mit vollständiger Ontogenese besitzen, in welcher die alten phylogenetischen Stadien (Ahnenreste) nach dem biogenetischen Grundgesetz in der Entwicklung des Individuums in Erscheinung treten, während die makro-

sphäre Form eine abgekürzte individuelle Entwicklung zeigt. Die mikrosphäre Jugendspirale mit ihren kleinen, kugeligen Kammern erinnert stark an eine regelmässig trochoid gewundene *Globigerina* vom Typus der *Globigerina cretacea*. Beim makrosphären Typus beginnt die Spirale unmittelbar nach der Embryonalkammer mit flachgedrückten Kammern, die schon vollständig den Habitus der Kammern des erwachsenen Individuums zeigen.

Die mikrosphäre Form ist die auf sexuellem Wege entstandene Generation, sie stammt von einer Zygote ab und besitzt vermutlich eine diploide Chromosomengarnitur.

Bekanntlich weiss man bei den Foraminiferen Genaueres zur Hauptsache nur über die allgemeinen morphologischen Verhältnisse der Kern- und Chromatinsubstanz, nicht aber über die eigentlichen mitotischen Vorgänge bei der Fortpflanzung.

Von den wichtigsten Beobachtungen über diese Fragen finden sich in WINTER's Arbeit: „Zur Kenntnis der Thalamophoren, I. Untersuchungen über *Peneroplis pertusus* . . .“, 1907, Lit. 152.

Auch die makrosphären Individuen müssen als diploid angenommen werden, sind sie doch durch agame Vermehrung aus den mikrosphären Exemplaren entstanden.

Einzig die Schwärmsporen (Gameten) würden die haploide Generation vorstellen.

In Analogie mit den zoologischen Daten, die über die Fortpflanzung rezenter Foraminiferen bisher bekannt geworden sind, kann man sich den Lebenszyklus der *Globorotalia menardii-tumida* in der Weise vorstellen, wie Taf. III, Fig. 7 zeigt.

An dieses Schema möchte ich die folgenden Bemerkungen über Systematik und Nomenklatur der Erscheinungen des Polymorphismus der Foraminiferen anschliessen ¹⁾:

1. Vom zoologischen Standpunkt aus ist man nach Massgabe des Wechsels haploider und diploider Phasen, des Generationswechsels s. s., gezwungen, in erster Linie einen Dimorphismus anzunehmen. Es soll diese zoologische Zweiteilung des Lebenszyklus „Primäre Dimorphie“ (die beiden Generationen des Generationswechsels s. s.) genannt werden, um ihr den paläontologischen Begriff der „Sekundären Dimorphie“ entgegenzustellen.

2. Andererseits tritt die Foraminifere in ihrem Lebenszyklus in drei äusserlich auffälligen und unterscheidbaren Erscheinungsformen auf, die man im Grunde als eine „Trimorphie“ der Foraminiferenart beschreiben könnte:

¹⁾ Für die beiden Typen I und II (ma- resp. mi-Form) sollen im folgenden die allgemein in der paläontologischen Literatur üblichen Bezeichnungen A-Form (ma) und B-Form (mi) gebraucht werden.

1. A-Form, beschalt,
2. geisseltragende unbeschaltete Gameten,
3. B-Form, beschalt.

Die drei Formen sind ihrer Funktion nach mit den folgenden gebräuchlichen Namen zu bezeichnen: 1. Gamont, zugleich letzter Agamet (letzte A-Form), 2. Agamonten und Agameten, und 3. Gameten.

Die Lage der Reduktionsteilung und der Kopulation im Schema Lebenszyklus bedingt die Wertigkeit der Kerne der verschiedenen Formen. Aus den vorangegangenen Erwägungen kann man nun ableiten, dass sowohl die A-Form wie die B-Form der *men.-tum.* diploid sind; einzig die Gameten sind haploid.

3. In der Palaeontologie können nur diejenigen Formen zur Untersuchung kommen, die irgendwelche Spuren ihrer Lebenstätigkeit in den Sedimenten hinterlassen haben. Im vorliegenden Falle trifft dies lediglich für die beschalteten Individuen der A- und B-Form zu. Vom Leben der Gameten weiss der Palaeontologe nichts. Auf ihre Existenz kann er nur durch Analogie mit lebenden Foraminiferen schliessen.

Ausgehend von der Entdeckung dieser ganzen Erscheinung durch die Palaeontologie hat man sich gewöhnt, bei der Betrachtung des Polymorphismus im Lebenszyklus der Foraminiferen nur die beschalteten Erscheinungsformen als „Formen“ in Rechnung zu ziehen und spricht deshalb von einem Dimorphismus der Foraminiferen. Man könnte den Schalendimorphismus im Gegensatz zu dem ihm zugrunde liegenden inneren Dimorphismus, dem Generationswechsel, einen sekundären Dimorphismus nennen. In nicht korrekter Weise wird der Wechsel der beiden Schalentypen in der palaeontologischen Literatur oft als Generationswechsel bezeichnet, und so findet man die beiden Typen oft als mikro- resp. makrosphäre Generation bezeichnet, was zu Verwechslungen mit dem Begriff der Generationen des eigentlichen zoologischen Generationswechsels führen kann. Die im Text gebrauchten verschiedenen synonymen Bezeichnungen für die beiden Schalentypen sollen bei dieser Gelegenheit zusammengestellt werden:

| Typus I | Typus II |
|------------------------|-------------------------|
| Forma A | Forma B |
| Makrosph. Form | Mikrosph. Form |
| Makrosph. „Generation“ | Mikrosph. „Generation“. |

Da die beiden beschalteten Formen der selben Generation s. s. mit diploider Chromosomengarnitur angehören und deshalb dieselben Kernverhältnisse besitzen, ist nicht ohne weiteres verständlich, warum desungeachtet eine zweiförmige Ausbildung besteht. Die Verhältnisse erklären sich aber leichter, wenn man annimmt, dass die Grösse der Initialkammer nur von der Menge ihres Plasmas ab-

hängig ist. Die beiden kopulierenden Gameten bringen, da deren beim Zerfall des Plasmas des makrosphären Gamonten eine sehr grosse Menge entstehen, zur Kopulation nur eine geringe Menge Plasma mit, so dass der Kern der Zygote auch nur mit wenig Plasma umhüllt ist. Um den Zelleib dieser Zygote (*Copula*) aber wird nach WINTER sofort eine Schale gebaut; diese fällt somit in der Zygotengeneration allgemein klein aus. Wenn die erste ausgewachsene Agamontengeneration (die Zygotengeneration) die Agameten entlässt, deren Anzahl nur beschränkt ist, so erhält jeder Kern von Anfang an eine grössere Plasmamenge. Die Ausbildung der grösseren Initialkammern der makrosphären Generationen ist somit einzig durch diese Umstände verursacht. Siehe nachstehende Abbildung.

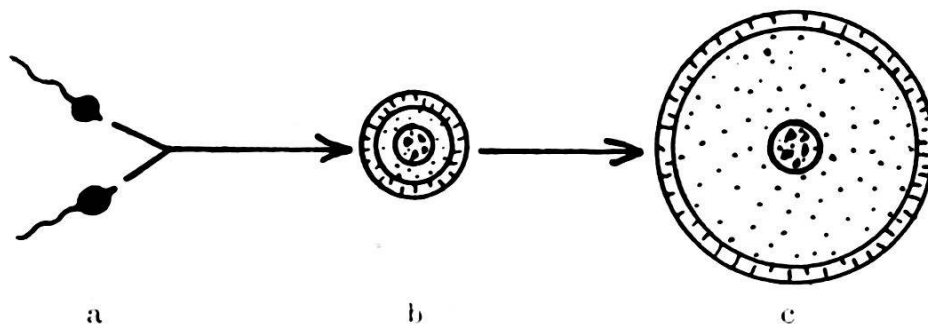


Fig. 4. *Globorotalia mcenardii tumida*. Die Ursachen der Grössenunterschiede der Embryonalkammern in den makro- und mikrosphären Generationen.

a Gameten, b Zygote (mikrosphär), c Initialkammer der ersten agamen Generation (makrosphär).

Die Grösse und Form der Initialkammer, bzw. des Initialapparates, hat aber auch, wie in dieser Arbeit nachgewiesen werden konnte, auf die Endform der Schale einen Einfluss, so dass die Dimorphie nicht nur an inneren, sondern auch an äusseren Bauelementen der Schale, wenn schon nur mit Hilfe der Variationsstatistik, wahrgenommen werden kann.

4. In neuester Zeit wurde durch HOFKER in verschiedenen Publikationen die Theorie eines Trimorphismus der Foraminiferen aufgestellt, der nicht mit dem oben erwähnten identisch ist. Es gibt nach HOFKER im Lebenszyklus der Foraminiferen drei deutlich zu unterscheidende beschaltete Formen, nicht nur zwei, wie bisher angenommen wurde.

In der Darstellung Taf. III, Fig. 7 sind auch die Beziehungen von diesem HOFKER'schen Trimorphismus zur sekundären Dimorphie dargestellt. Nach HOFKER findet in der Reihe der Agamonten und Agameten eine fortschreitende morphologische und physiologische (?) Differenzierung statt, bis dass in der Gamontengeneration zwei ausgesprochen verschiedene Formen vorhanden seien. Es würden demnach drei verschiedene Schalenformen bestehen: eine mikrosphäre B-Form, eine makrosphäre A₁-Form und eine makrosphäre

A₂-Form. HOFKER nimmt nun bei den Durchmessern der makrosphären Initialkammern eine grössere Variabilität als bei den mikrosphären Initialkammern an, was ihm, neben anderen Gründen eine trimorphe Konstitution der diploiden Generation wahrscheinlich zu machen scheint. Er vermutet auch, dass, der Differenzierung der Gamonten entsprechend, auch die Gameten morphologisch oder doch wenigstens physiologisch verschieden seien (Heterogamie).

Ohne die biologisch-zoologische Seite dieser Theorie kritisieren zu wollen, möchte ich feststellen, dass, vom morphologischen Standpunkte aus, HOFKER's Theorie im vorliegenden Falle nicht bestätigt gefunden wurde. Wohl findet sich bei den makrosphären Initialkammern sowohl der *Globorotalia menardii-tumida*, wie der später zu beschreibenden *Truncatulina margaritifera*, eine gewisse Variabilität wie die Tabellen 11 a u. b und 13 a u. b vor Augen führen. Mindestens den selben, wenn nicht den grösseren Grad von Variabilität findet man aber auch bei den mikrosphären Initialkammern! Im Falle der *Globorotalia men.-tum.* beträgt die Variationsbreite des Durchmessers der makrosphären Initialkammern z. B. 48,1% an dessen Mittelwert, die Variationsbreite der mikrosphären Initialkammern 92,6%. Hier variieren also die mikrosphären Initialkammern mehr als um den vollen Betrag ihrer Grösse, während die makrosphären Initialkammern nur eine ungefähr halb so grosse Variabilität aufweisen. Die grosse Variabilität der mikrosphären Initialkammern erklärt sich, wenn man bedenkt, dass bei kleinen Dimensionen (Kammern von im Mittel 13,5 μ) kleine Abweichungen grosse Prozentualbeträge am Mittelwert ausmachen.

Ein entsprechendes Bild lässt sich bei der gewöhnlichen mikroskopischen Betrachtung der Präparate gewinnen: die makrosphären Formen lassen sich in keiner Weise in zwei Gruppen spalten.

Auch WINTER hat bei seinen Untersuchungen an *Peneroplis*, Lit. 152, 1907, weder eine Polymorphie der Initialkammern der A-Formen, die den normalen Variabilitätsgrad überschritten hätten, noch eine ausgesprochene Dimorphie feststellen können.

Eine Erklärung der Ursachen der Variabilität der Initialkammern der A-Formen hat WINTER in seiner Arbeit, S. 21 und 22, gegeben.

Die Darstellung in Taf. III, Fig. 7 und die daran angeknüpften Darlegungen sollen in erster Linie die Beziehungen, welche die beiden Typen I und II zum Generationswechsel und zum Trimorphismus HOFKER's haben, vor Augen führen.

C. Zusammenfassung der Resultate der Untersuchungen am Formenkreis der *Globorotalia menardii-tumida*.

1. Die Foraminiferen des Formenkreises der *Globorotalia menardii* (D'ORB.)-*tumida* (BRADY) bilden eine einheitliche Spezies mit dimorpher Konstitution, mit

Forma A (makrosphär), welche ungefähr dem entspricht, was in der Literatur unter *Globorotalia* (*Pulvinulina*) *tumida* (BRADY) verstanden wird, und mit

Forma B (mikrosphär), welche ungefähr dem entspricht, was in der Literatur unter *Globorotalia* (*Pulvinulina*) *menardii* (D'ORB.) verstanden wird.

2. In der Spezies herrscht nicht Trimorphie, sondern Dimorphie.

3. Die Ursachen der Verschiedenheit der Formen in der Plethe sind in erster Linie zu suchen in:

a) der dimorphen Ausbildung der Schalen und

b) in der allgemeinen Variabilität der Formen nach dem Fehlergesetz.

4. Die beiden „Spezies“ *Globorotalia menardii* und *tumida* müssen wieder vereinigt werden. Die vereinheitlichte Spezies erhält aus Prioritätsgründen den ursprünglichen Namen *Globorotalia menardii* (D'ORB.), der aber mit der Ergänzung „Forma A und B“ versehen wird.

5. Ganz allgemein haben die Untersuchungen gezeigt, dass variationsstatistische Methoden bei geeigneter Ausgestaltung auch für Untersuchungen an fossilen Foraminiferen mit Vorteil angewendet werden können. Diese Methoden dürften voraussichtlich in systematischen Arbeiten unentbehrlich werden; denn der Speziesbegriff, der das Allgemeine in einem grosszahligen Material erfassen soll, ist im wesentlichen ein statistischer Begriff.

III. Biometrische Untersuchungen am Formenkreis der *Truncatulina margaritifera* Brady und der *Truncatulina margaritifera granulosa* Fischer.

A. Einleitung.

1. Systematisches und Problemstellung.

Nachdem die statistisch-biometrische Untersuchung am Formenkreis der *Globorotalia menardii-tumida* ergeben hatte, dass diese bisher systematisch unterschiedenen Formen die dimorphen makro- und mikrosphären „Generationen“ einer einheitlichen Spezies vorstellen, war es interessant, dieselben Untersuchungen auch auf andere einander sehr nahestehende Formen auszudehnen.

Von solchen Formenkreisen fielen mir im Cerammaterial vor allem auf: die *Truncatulina praecincta*, die *Rotalia papillosa* und *Rotalia papillosa compressiuscula* und diejenigen, die in der Literatur unter den Namen

Truncatulina margaritifera BRADY 1881 und
Truncatulina margaritifera BRADY 1881 — var. *granulosa*
 FISCHER 1927

bekannt sind.

Während die biometrischen Untersuchungen für die erstgenannten Formenkreise, die wegen der grossen Variationsbreite bei gleichwohl sehr wahrscheinlicher Einheitlichkeit sehr interessant waren, wegen Zeitmangel aber noch nicht abgeschlossen wurden, konnte die letztere Formengruppe statistisch bereits durchgearbeitet werden.

In den Hauptzügen gestaltete sich die Entwicklung der Nomenklatur und der Ansichten über die systematische Stellung der in Frage stehenden Form wie die nachfolgende Synonymietabelle zeigt:

- 1881 *Truncatulina margaritifera* H. B. BRADY, Quart. Journ. Micr. Soc., vol. XXI, N. S., p. 66.
- 1884 *Truncatulina margaritifera* BRADY, Challenger, S. 667, pl. 96, figs. 2a—c.
- 1893 *Truncatulina margaritifera* BR., Egger, Gazelle, S. 396, Taf. 16, Fig. 37—39.
- 1910 *Truncatulina margaritifera* BR., Wanner, Beitr. zur Geol. des Ostarms der Insel Celebes, N. J. Min., Geol. etc., Beilagebd. XXIX, 1910, S. 760.
- 1914 *Truncatulina margaritifera* BR., Rutten, Neu-Guinea, S. 41.
- 1921 *Truncatulina margaritifera* BR., Cushman, Philippinen, S. 319, Taf. 65, Fig. 1, Taf. 74, Fig. 1.
- 1921 *Truncatulina margaritifera* BR., P. J. Fischer, Centralblatt Min. Geol. etc., 1921, S. 250.
- Truncatulina margaritifera* BR., var. *granulosa* P. J. Fischer, Centralblatt Min., Geol. etc., 1921, S. 250.
- 1925 *Truncatulina margaritifera* BR., R. Koch, Eclogae Geol. Helvet., Bd. XIX, S. 208.
- Truncatulina margaritifera* BR., var. *granulosa* P. J. Fischer, Eclogae Geol. Helvet., Bd. XIX, S. 208.
- 1927 *Truncatulina margaritifera* BR., P. J. Fischer, Beitrag zur Kenntnis der Pliocaen-Fauna der Molukkeninseln Seran und Obi, Palaeont. v. Timor (herausgegeben von Wanner), XV. Liefg., S. 162.
- 1927 *Truncatulina margaritifera* BR., var. *granulosa* var. nov. (P. J. FISCHER 1921), ibid., S. 163.

Eine klassische Beschreibung und Abbildung des „Typus“ ist in BRADY's „Challenger“-Werk, Lit. 19, 1884, zu finden. Chall., pag. 667/68, Pl. XCVI, fig. 2, a, b, c:

“Test Rotaliform; superior face slightly convex or nearly flat, inferior convex; peripheral edge sharp, subcarinate, more or less lobulated; consisting of three convolutions, of which the last has about twelve segments; segments all visible on the superior face, only those of the final convolution on the inferior. Sutural lines on both faces marked by rows of exogenous beads of clear shell-substance, largest near the centre of the test; walls conspicuously foraminated. Diameter, $\frac{1}{20}$ th inch (1,27 mm.).”

Siehe zudem Taf. III, Fig. 8, Nr. 11.

Die „Varietät“ *granulosa* beschreibt FISCHER erstmals 1921 im Centralblatt f. Min. etc., Lit. 3, ausführlicher 1927 in seinem „Beitrag zur Kenntnis der Pliocaenfauna der Molukkeninseln Seran und Obi“, Lit. 4, pag. 163.

Da FISCHER seiner Beschreibung keine Abbildung beilegt, so kann keine unserer Formen sicher mit FISCHER's Varietät identifiziert werden. Es muss aber auf Grund der Beschreibung angenommen werden, dass es sich ungefähr um Formen handelt, deren Umrisse in Taf. III, Fig. 8, Nr. 6 und 7 dargestellt sind.

Die Beschreibung der im Jahre 1921 von FISCHER aufgestellten Varietät wurde nur provisorisch in einer kleinen Fussnote gegeben; eine Abbildung kam an jener Stelle nicht in Frage. Zitat der Fussnote:

„Die Oberseite kann ganz oder z. T. mit rundlichen Knötchen besetzt sein, so dass darunter Spiralen und Septen verschwinden; die Unterseite kann im Verhältnis zur Spiralseite stärker gewölbt sein und ist ebenfalls mit Körnchen besetzt.“

(Centralblatt 1921, loc. cit., S. 251, Fussnote 1.)

P. J. FISCHER bringt 1927 eine ergänzende Beschreibung seiner 1921 aufgestellten Varietät. Eine Abbildung fehlt. Zitat, S. 163:

„Ausser der typischen Form liegen mir ebenso zahlreiche Exemplare vor, die ich als neue Abart unter dem Namen var. *granulosa* var. nov. anführen möchte. Vermittelnde Übergänge sind vorhanden: Auf der Oberseite können die Kammern des letzten Umganges körnerfrei sein, oder es sind zwischen die Septen nur einzelne Körner eingestreut. Eine dichte Bedeckung der ganzen Oberseite mit den Knötchen bis auf einen schmalen Rand kann aber auch alle Kammerscheidewände verschwinden lassen. Auch die Unterseite ist dann dicht mit Knötchen besetzt. Nur die letzten Kammern des Schlussumganges bleiben körnerfrei. Dem Habitus nach können diese Fossilien denselben zusammengedrückten Bau besitzen wie die Stammform, es kann aber die Unterseite auch stärker gewölbt sein. Der Scheibenrand ist kaum gelappt.“

Die Beschreibung zeigt, dass eigentlich die Varietät von der Spezies nicht einwandfrei unterschieden werden kann.

Es ergab sich bei der Betrachtung der sehr zahlreichen Foraminiferengesellschaft sehr bald der Eindruck, dass der BRADY'sche Typus und die FISCHER'sche Varietät eine Formenreihe mit fluktuierender Variabilität bilde, die systematisch nicht aufzuteilen sei. Einen ersten Eindruck dieser Variabilität, hauptsächlich des stark schwankenden, für die Schalenform am meisten massgebenden Verhältnisses von Äquatorial- zu Axialdurchmesser, vermittelt die in Taf. III, Fig. 8, Nrn. 3—12, in Umrisszeichnungen dargestellte Formenreihe von einer Auswahl von 10 Individuen.

Wie bei *Globorotalia menardii-tumida* wurde dieser visuelle Eindruck einer starken Variabilität, bei vermuteter systematischer Einheitlichkeit, der Beurteilung durch biometrisch-statistische Messungen und Berechnungen unterworfen.

Das Problem für die variationsstatistische Bearbeitung im Falle des Formenkreises der *Truncatulina margaritifera* — var. *granulosa* des Cerammaterials stellt sich ganz analog wie im Falle der *menardii-tumida* und lässt sich folgendermassen fassen:

Handelt es sich beim Formenkreis der *Truncatulina margaritifera* BRADY typus — var. *granulosa* FISCHER um eine einheitliche Spezies mit Variabilität, um zwei verschiedene Spezies mit Übergängen, oder um Dimorphismus oder Trimorphismus?

Insbesondere ist auch zu untersuchen, ob makro- und mikrosphäre Formen vorhanden sind und in welcher Beziehung diese zu den aus der Literatur bekannten *Truncatulina margaritifera* BRADY typus und *Truncatulina margaritifera granulosa* FISCHER stehen.

Zu der Genus-Frage, die für unsere Betrachtung an und für sich nebensächlich ist, wäre kurz folgendes zu sagen:

Der Formenkreis der *Truncatulina*-Formen wurde durch CUSHMAN 1928, Lit. 28, weitgehend aufgeteilt, und unter verschiedene, bereits von Montfort aufgestellte, Genus-Namen verteilt, deren Wiederbelebung vielleicht nicht sehr glücklich ist, wie sich am Beispiel der *Truncatulina margaritifera* ergibt. Einerseits kann die Zugehörigkeit der *margaritifera* zum Genus *Eponides* MONTFORT 1808, CUSHMAN 1928, nicht als sicher angenommen werden, da viele Exemplare der *margaritifera* eine Mundöffnung zeigen, die nicht nur am inneren Rand der Septalfläche von der Nabelregion bis zur Dorsal-seite entlang zieht, sondern auch auf die Dorsalfläche hinaufreicht und dort der inneren Seite der Kammer des letzten Umganges entlang geht.

Andererseits kann die *margaritifera* auch nicht gut zum Genus *Cibicides* MONTFORT 1808, CUSHMAN 1928, gestellt werden, da die Spezies denn doch zu eindeutig zu der Familie der *Rotaliidae* gehört.

Die Genusfrage sei noch offen gelassen und die Spezies *margaritifera* in dieser Arbeit unter dem alten Genusnamen *Truncatulina* angeführt.

2. Allgemeine Übersicht über den Arbeitsgang und die Messmethode.

Im Falle der *men.-tum.* wurde die Beweisführung dadurch kompliziert, dass die statistischen und die anatomischen Untersuchungen getrennt durchgeführt und später miteinander in Verbindung gebracht werden mussten. Das ergab sich daraus, dass es vollständig unmöglich war, die grosse Zahl der zur statistischen Untersuchung gelangenden Exemplare einzeln nach der Messung zur Aufbewahrung zu bringen und darnach anatomisch aufzuschliessen.

Einfacher gestaltete sich die biometrisch-statistische Untersuchung im Falle der *margaritifera*.

Es wurden zwei Serien von 200 resp. 160 Exemplaren, total 360 Exemplare, äusserlich gemessen. Alle die gemessenen

Exemplare wurden jedoch individuell aufbewahrt und für die weiteren Untersuchungen zur Verfügung gehalten, so dass jederzeit, wenn nötig, auf jedes beliebige Exemplar zurückgegriffen werden konnte. Die Exemplare der zwei Serien wurden zu diesem Zwecke nach der Vermessung der äusseren Schalendimensionen einzeln in kleinen, mit Laufnummern versehenen Gelatine kapseln aufbewahrt. Aus Gründen der Zeitersparnis konnte auch hier nur eine beschränkte Auswahl aus dem Kollektiv der äusserlich vermessenen Exemplare anatomisch untersucht werden. Es war leicht, die gewünschten Exemplare zur anatomischen Untersuchung aus dem Gebiete der ganzen Variationsbreite der äusseren Schalenform systematisch auszuwählen und so zu einer Verknüpfung der aus einer kleineren Mess-Serie gewonnenen anatomischen Resultate mit den Resultaten der grösseren Messerien der äusseren Schalenformen zu kommen.

Von den zwei nach äusseren Schalendimensionen vermessenen Serien stammt Serie I von 200 Stück vom Fundort 26, Wai Tola Fata, die zur Kontrolle bearbeitete Serie II von 160 Exemplaren vom Fundort 37, Wai Militaoewe, aus dem nördlichen Mittelceram.

Ähnlich wie bei der anatomischen Ergänzungsserie der *Globorotalia menardii-tumida* wurde hier in den ganzen zu messenden Serien von vorneherein so gut als möglich eine vorläufige Trennung in zwei Gruppen vorgenommen, entsprechend der von den bisherigen Untersuchern postulierten systematischen Scheidung innerhalb des Formenkreises. Diese Trennung sollte unter anderem ermöglichen, zu entscheiden, welcher Realitätsgrad dieser gefühlsmässigen Trennung zukomme. Dabei wurden die Formen einem Typus I „*margaritifera*“ und einem Typus II „*granulosa*“ zugewiesen. Als Hauptunterscheidungsmerkmale kamen in Betracht:

1. für Typus I relativ flachere Form, im Mittel absolut etwas grösser als Typus II;
2. für Typus II relativ dickere Form (Axialdurchschnitt) und geringere absolute Grösse.

Für einen Teil der Individuen war eine solche Scheidung ziemlich gut möglich. Ein anderer Teil bildete ein Übergangsgebiet, in welchem die Zuteilung schwierig war.

Die den beiden Typen zugeteilten Varianten wurden in allen Korrelationstabellen mit Signaturen unterschieden. Es bedeutet + die grosse flache Form (die anatomisch als mikrosphär nachgewiesen wird) und • die kleinere dickere Form (die anatomisch als makrosphär nachgewiesen werden wird).

Im übrigen war der weitere Gang ähnlich demjenigen bei Bearbeitung des Kollektives *menardii-tumida*. Nach Erledigung der Mess-Serien der äusseren Schalendimensionen wurden die gewonnenen Werte in Häufigkeitspolygonen und Korrelationstabellen

und anderen Darstellungen statistisch verarbeitet. Nach Massgabe der Korrelationstabellen wurden aus dem Gesamtkollektiv der statistischen Messungen kleine Serien von Individuen für die anatomischen Untersuchungen so ausgewählt, dass darin der ganze Variationsbereich der äusseren Schaleneigenschaften möglichst vollständig und gleichmässig vertreten war. Die Individuen dieser Auswahlserien wurden nach der Ausgussmethode anatomisch aufgeschlossen und nach ihren anatomischen Eigenschaften ausgemessen und in Tabellen zusammengestellt: Nr. 11 a u. b, S. 116, und 13 a u. b, S. 121/22. Danach wurden die anatomischen Eigenschaften mit Symbolen in den graphischen Darstellungen der statistischen Messungen eingetragen, s. Taf. III, Fig. 1, 2, 3, 4 u. 5, wobei zu-
statten kam, dass, infolge der Durchnummerierung aller Exemplare, der Ort der anatomisch untersuchten Individuen in den Graphica bereits genau bekannt war. Auf diese Weise wurde festgestellt, ob und inwiefern der anatomische Befund mit der auf Grund äusserer Schaleneigenschaften vorgenommenen vorläufigen Einteilung des Gesamtmaterials übereinstimmt.

Der ganze Untersuchungsgang wurde zur Kontrolle an den beiden, von verschiedenen Fundorten stammenden Kollektiven Serie I und II, unabhängig, aber in übereinstimmender Weise, durchgeführt.

Im folgenden sei kurz Einiges über die Messtechnik gesagt.

An äusseren Schalendimensionen wurden an allen Exemplaren der beiden Serien gemessen: 1. der Mediandiameter a und 2. der Axialdiameter (Dicke) c .

Da im Gegensatz zu den bedeutend kleineren und leichteren planktonischen Formen der *Globorotaliidae* viele Exemplare bei der Sedimentation beschädigt wurden, was sich besonders in der Zerstörung der letzten und zweitletzten Kammer bemerkbar machte, so mussten an einigen Exemplaren die Messungen des Mediandurchmessers schätzungsweise nach Massgabe der Zunahmeverhältnisse der Umgangshöhe im letzten Umgang korrigiert werden.

Die Messgenauigkeit wurde durch die angewendete Vergrösserung, die bei der beträchtlichen Grösse der Objekte nicht über ein gewisses Mass hinausgehen konnte, bestimmt. Um z. B. beurteilen zu können, ob wirklich der grösste Mediandiameter gemessen werde, musste der ganze Durchmesser der Medianfläche noch im Gesichtsfeld zu sehen sein. Durch das Messen selbst entstand bereits eine Klasseneinteilung, als deren Einheit jeweilen die kleinste noch mit Sicherheit zu messende Längeneinheit angenommen wurde.

Die Werte der Masstabellen, der Korrelationstabellen und der Quetelet'schen Kurven der äusseren Dimensionen a und c wurden gewonnen durch Messung unter einem Mikroskop mit Objektiv 1, und Tubusauszug 15,75 (Monokularmikroskop von Winkel) und unter Anwendung eines Okular-Trommelmikrometers $10\times$. Mit dieser

Kombination konnte erreicht werden, dass eine Einheit des Trommelmikrometers $20\ \mu$ bedeutete.

Da die untere Grenze der Mess-Schärfe bei dieser Vergrößerung $\pm 10\ \mu$ wird, so konnte man mit einer Ablesung der vollen Einheiten von $20\ \mu$ und mit der Abschätzung der dazwischen liegenden Masse zufrieden sein.

Die Zahlen der Tabellen der anatomischen Masse, Tabellen 11 und 13, sind nach demselben Prinzip gewonnen, nur, dass dem hier verwendeten stärkeren optischen System entsprechend, eine Einheit des Mikrometers $6\ \mu$ bedeutet.

Die Mass-Zahlen wurden auf μ umgerechnet. Da der Umrechnungsfaktor 1 Messeinheit = $6\ \mu$ war, so folgt daraus, dass die anatomischen Massangaben ganze oder gebrochene Vielfache von $6\ \mu$ sind.

Das optische System zur Messung der inneren Bauelemente setzte sich hier zusammen aus Objektiv 3 und Okular-Trommelmikrometer $10\times$ mit Tubusauszug 16,7.

B. Die statistische Auswertung der Messungen.

I. Serie I, 200 Stück.

1. Die Häufigkeitspolygone für die Dimension b , für den Äquatorialdurchmesser der Schale. Taf. III, Fig. 5.

Die qualitative Auseinanderhaltung von zwei Formen von Beginn an gestattete Häufigkeitskurven einzeln für jeden Typus aufzustellen, die den Sekundärkurven des Häufigkeitspolygons im Falle der *menardii-lumida* entsprechen. Während aber die letzteren mit graphischen Methoden rückwärts aus der Zweigipfligkeit der empirischen Primärkurve des Gesamtkollektives abgeleitet wurden, musste hier so vorgegangen werden, dass die den beiden Typen entsprechenden Sekundärkurven direkt auf Grund der vorläufigen „Bestimmung“ und Sonderung des Materials errichtet und nachher durch die anatomischen Untersuchungen kontrolliert wurden. Es ergab sich dabei ein Anhaltspunkt, um zu entscheiden, inwiefern die vorläufige Sonderung mit den anatomischen Befunden übereinstimmte. Dieser etwas andere Weg ist möglich, weil sich die vorläufige Trennung des Materials in zwei Typen in diesem Formenkreise von vornherein mit etwas grösserer Sicherheit machen liess.

In Taf. III, Fig. 5 sind die Häufigkeitspolygone für den Äquatorialdiameter b , für die beiden Typen I und II aufgetragen, zusammen mit der Additionskurve, welche sich bei der Zusammenlegung der zwei Teilkollektive zu einem Gesamtkollektiv ergibt.

Auf der Abszisse ist wie gewöhnlich die untersuchte Eigenschaft, hier der Äquatorialdiameter a , aufgetragen; die Varianten sind zu-

sammengefasst zu Klassen von 60μ . Die Additions- oder Interferenzkurve enthält die ganze Individuenmenge der Serie I, 200 Stück, wovon auf die Kurve I = 136 Exemplare, auf die Kurve II = 64 Exemplare fallen.

Bei der äusserlichen Prognostizierung der Formen wurden übrigens die dem Typus II zugeteilten Exemplare in den Masstabellen ursprünglich noch in eine Kategorie „sicher II“ und „fraglich II“ unterteilt. Die Zuteilung der letzteren Individuen war weniger deutlich als die der erstgenannten, doch schienen sie eher zum Typus II als zum Typus I zu gehören und wurden darum beim Auftragen der Häufigkeitspolygone mit denjenigen Exemplaren vereinigt, die „sicher“ zum Typus II zu gehören schienen. Es ergab sich übrigens bei der graphischen Darstellung, dass alle diese in den Masstabellen als „fraglich II“ bezeichneten Individuen in das Transgressionsgebiet der beiden Häufigkeitspolygone zu liegen kamen.

Das Häufigkeitspolygon des Gesamtkollektives, die Additionskurve, zeigt ihre kleinsten Vertreter bei 980μ , erhebt sich dann rasch in der fünften Klasse mit der Frequenz 29 zum Maximum, erhält sich während zwei weiterer Klassen noch auf grösserer Frequenzhöhe (22 und 25) und sinkt dann stärker ab, bis sie, von der 8.—10. Klasse merkwürdig lang hinausgehalten, ja sogar wieder leicht zu einem zweiten Maximum ansteigend, den Punkt erreicht, wo sie endgültig, wenn schon langsam, abfällt und in ein langes wechselndes Ende ausläuft, um mit wenigen Vertretern die Grösse von 2100μ zu erreichen.

Die beiden Kurven I und II sind stark ineinandergeschoben, und es besteht eine breite Transgressionszone, Übergangsformen enthaltend, die nach der absoluten Grösse der b -Dimension nicht mit Sicherheit dem einen oder dem anderen Typus zugeteilt werden können. Über die Unterscheidung dieser Zwischenformen kann allein die anatomische Untersuchung Aufschluss geben. Die Verhältnisse der Häufigkeitsverteilung des Äquatorialdurchmessers b sind völlig analog denjenigen, die für die Häufigkeitsverteilung der Dimension b , der Länge der Schale, bei *menardii-tumida* gefunden wurden.

Die Häufigkeitskurven I und II zeigen ihrerseits wiederum eine noch merkliche Asymmetrie, vor allem die Kurve I.

Für die Kurven I und II und die Kurve des Gesamtkollektivs wurden die in der folgenden Tabelle 10, S. 111, zusammengefassten variationsstatistischen Werte berechnet.

a) Der Mittelwert M der Additionskurve hat weiter keine Bedeutung, als dass er rechnerisch den Ausgangspunkt für alle weiteren Operationen bildet und zugleich die mittlere Grösse des gesamten Kollektivs der *margaritiferae* angibt

Interessanter schon ist die Gesamtvariationsbreite, die zwischen den Extremen 980μ und 2100μ eine fluktuierende Variabilität der Formen von 1120μ anzeigt.

Wichtiger aber sind die Mittelwerte der Kurven I und II. Sie charakterisieren die beiden dimorphen Formen. Die Individuen

| Kurven | n | M | m | $m_{(p)}$ | $*\sigma$ |
|---|-----|--------------|----------------|-------------|-----------------|
| Empir. Kurve, 200 Ex., Klassen zu 60 μ . . | 200 | 1359,5 μ | $\pm 15,1 \mu$ | $\pm 1,1\%$ | $\pm 213,9 \mu$ |
| Kurve des Typ. I Klassen zu 60 μ . . | 136 | 1257,5 μ | $\pm 10,6 \mu$ | $\pm 0,8\%$ | $\pm 123,1 \mu$ |
| Kurve des Typ. II Klassen zu 60 μ . . | 64 | 1576,3 μ | $\pm 27,7 \mu$ | $\pm 1,8\%$ | $\pm 221,8 \mu$ |

| Kurven | $m_{*\sigma}$ | $m_{*\sigma(p)}$ | $v_{*\sigma}$ | S | E |
|---|----------------|------------------|---------------|---------|--------------|
| Empir. Kurve, 200 Ex., Klassen zu 60 μ . . | $\pm 10,7 \mu$ | $\pm 5,0\%$ | $\pm 15,7\%$ | + 1,250 | + 1,020 |
| Kurve des Typ. I Klassen zu 60 μ . . | $\pm 7,5 \mu$ | $\pm 6,1\%$ | $\pm 9,8\%$ | + 0,322 | $\div 0,424$ |
| Kurve des Typ. II Klassen zu 60 μ . . | $\pm 19,6 \mu$ | $\pm 8,8\%$ | $\pm 14,1\%$ | + 0,461 | + 0,420 |

Tab. 10. *Truncatulina margaritifera* — var. *granulosa*. Die variationsstatistischen Werte der Quetelet'schen Frequenzpolygone für den Mediandiameter der Schale einer Plethe von 200 Exemplaren (Serie I), Klassen zu 60 μ .

Legende: siehe bei Tabelle 4 auf S. 68.

des Typus I sind mit einer maximalen Frequenz um den Mittelwert 1257,5 μ herumgelagert. Der Mittelwert selbst fällt beinahe mit der maximalen Frequenz zusammen. Die Kurve des Typus I, Taf. III, Fig. 5, sagt aus, dass die erste, kleinere Form sich um einen Mittelwert von 1257,5 μ herumgruppiert und eine Variationsbreite von 660 μ zwischen den Extremen 980 μ und 1640 μ besitzt.

Neben diesem kleineren Typus existiert ein grösserer Typus II, der sich um einen Mittelwert von 1576,25 μ herumgruppiert, indem er einen kleinsten Vertreter von 1160 μ und einen grössten Vertreter von 2120 μ besitzt. Zwischen diesen Extremen liegt die Totalvariationsbreite von 960 μ .

Typus I beteiligt sich am Gesamtkollektiv mit 68%, Typus II dagegen mit 32%.

Schon diese Zahlen geben einen gewissen Anhaltspunkt für die Charakterisierung der beiden Formen.

Es ist aber bekannt, dass die absoluten Werte, wie Variationsbreite und Extreme sehr variabel sein können und zum Vergleich entweder nicht oder nur mit herabgemindertem Wert in Frage kommen können.

Wichtiger für Vergleichszwecke sind wiederum die Standardabweichung, der Variationskoeffizient, die Schiefheit und der Exzess.

b) *Standardabweichung und Variationskoeffizient.* Hier dürfte nicht nur ein Vergleich der beiden Typen der Spezies *margaritifera*, sondern auch der Vergleich der Spezies *margaritifera* mit der *menardii-tumida* interessant erscheinen.

Typus I, mit dem Mittelwert von $1257,5 \mu$, weist eine Standardabweichung von $*\sigma = \pm 123,08 \mu \pm 7,46 \mu$ ($\pm 6,06\%$) und einen Variationskoeffizienten von nur $\pm 9,79\%$ auf. Die nach SHEPPARD korrigierte Standardabweichung $*\sigma = \pm 123,08 \mu$ hat nach obiger Angabe einen mittleren Fehler von $\pm 7,46 \mu$, was einen Anteil des mittleren Fehlers an der $*\sigma$ von $\pm 6,06\%$ bedeutet. Dieser mittlere Fehler von $\pm 6,06\%$ ist schon ziemlich hoch, da er bei *Globorotalia menardii-tumida* z. B. nur $\pm 3,99\%$ resp. $\pm 4,91\%$ bei den beiden Typen beträgt. Er ist aber erklärlich, wenn man bedenkt, dass im Falle der *Truncatulina margaritifera* mit einer weit kleineren Individuenzahl gearbeitet werden musste. Es sei festgehalten, dass Typus I eine unternormale, ja geringe Variabilität aufweist, trotzdem nicht etwa eine Population einer reinen Linie vor uns liegt, sondern eine Plethe, welche aus Individuen von sehr differenter genotypischer Konstitution vermutlich zusammengesetzt ist. In einer Population von genotypisch einheitlichen Mitgliedern dürfte die Variabilität noch weit geringer sein.

Typus II zeigt eine etwas grössere Variabilität, bleibt indessen mit $v_{*\sigma} = \pm 14,07\%$ auch noch unternormal. Bei einem Mittelwert von $1576,25 \mu$ erreicht die $*\sigma = \pm 221,82 \mu$ (was jene $\pm 14,07\%$ des $v_{*\sigma}$ ausmacht) und allerdings bei der noch kleineren Anzahl von 64 Individuen, auf Grund welcher die Berechnungen vorgenommen werden, einen mittleren Fehler von $\pm 19,60 \mu$ aufweist, was $\pm 8,84\%$ am Betrag der $*\sigma$ ausmacht. Betrachten wir die Mittelwerte und ihre mittleren Fehler, so sehen wir, dass die letztern mit $\pm 27,72 \mu$ ($= \pm 1,76\%$) für Typus II, und $\pm 10,55 \mu$ ($= \pm 0,84\%$) für Typus I, doch einen genügenden Grad von Sicherheit der erstern anzeigen.

c) Die interessantesten Werte sind die *Schiefheitsziffern*. Ein Schiefheitswert von $+0,25$ ist als klein anzusehen, von $+0,50$ aber bereits als bedeutend. Wenn unsere Häufigkeitskurve des Gesamtkollektives eine Schiefheitsziffer $S = +1,25$ zeigt, so haben wir es mit einer grossen Schiefheit zu tun, welcher nur eine prinzipielle Störung der Häufigkeitsverteilung zugrunde liegen kann.

Auch die Kurven I und II zeigen noch Schiefheitswerte kleineren bis mittleren Grades, beide positiv, für welche Teilkollektive dritter Ordnung, Altersstadien oder besser Stadien gleicher Kammertotalanzahl, aus welchen die sekundären Teilkollektive wiederum zusammengesetzt sind, verantwortlich zu machen sind.

d) Weniger sichere Schlüsse lassen sich aus den erhaltenen Werten für die *Exzesse* ziehen. Der Exzess ist, infolge seiner Herleitung aus den vierten Potenzen der Abweichungen vom Mittel, eine äusserst empfindliche Zahl, aus der nur bei grosszahligen Kollektiven einigermaßen sichere Schlüsse gezogen werden können. Bei kleinen Kollektiven wird er schwankend, da sich kleine, nicht prinzipielle Unregelmässigkeiten der Frequenzverteilung darin zu stark auswirken.

In erster Linie hat die Betrachtung der Häufigkeitsverteilung für die absolute Dimension des Äquatorialdurchmessers und ihrer charakteristischen Zahlenwerte die Berechtigung der postulierten Heterogenität des Gesamtkollektives bestätigt. Andererseits ist ein Hauptresultat auch die Feststellung der geringen Variabilität der Grösse des Äquatorialdurchmessers innerhalb der zwei Typen des fossilen Kollektives. Fragt man sich nach den Ursachen, so kann man annehmen, dass die festgestellten Erscheinungen eine Folge sind: 1. des Umstandes, dass in der Hauptsache das fossile Kollektiv nur aus Schalen zusammengesetzt ist, die im erwachsenen, „reifen“ Stadium infolge der Fortpflanzungsvorgänge vom Plasma verlassen und danach sedimentiert wurden; 2. der grossen Übereinstimmung und Konstanz im Wachstum aller Schalen, wodurch bei Erreichung der Fortpflanzungsgrenze die grosse Mehrheit der Schalen eine sehr nahestehend gleiche absolute Grösse erreichen.

Wenn noch bedacht wird, dass immerhin das Reifestadium wohl nicht stets bei genau derselben Kammertotalanzahl eintreten dürfte, so dass das Kollektiv des Typus I und II aus einer Anzahl tertiärer Teilkollektive (Altersstadien mit verschiedener Kammertotalanzahl) zusammengesetzt erscheint, so muss aus der geringen Variabilität, welche das Kollektiv eines Typus trotz Zusammensetzung aus Altersklassen erreicht, geschlossen werden, dass die Variabilität innerhalb der letzteren sehr gering ist.

Vergleicht man damit Werte, welche an anderen biologischen Kollektiven, z. B. künstlichen Tier- oder Pflanzenzuchten, gewonnen wurden, wo völlig gleichaltrige Individuen gemessen und ihre Variabilität berechnet werden konnte, so erhält man den Eindruck, dass das Wachstum der Foraminiferen mit einer aussergewöhnlichen Regelmässigkeit und Gleichmässigkeit bei allen Individuen vor sich geht. Die Ansicht von einer exzessiven Variabilität der Foraminiferenschalen, welche öfters aufgestellt wurde — offenbar meist nur aus einem gefühlsmässigen Grunde, da es sich ja nur um Bauwerke „primitiver“ Protozoen handle — hat hiernach wenigstens für unsere in dieser Studie betrachteten Formen keine Berechtigung.

2. Die Korrelation von Äquatorialdurchmesser und Axialdurchmesser der Schalen und ihre Verknüpfung mit den anatomischen Eigenschaften. Taf. III, Fig. 1 u. 3.

a) Die Korrelation der äusseren Dimensionen b und c .

Die Korrelationsdarstellung, Taf. III, Fig. 1, zeigt nicht die übliche Zusammenfassung der Varianten zu Klassen, sondern der Ort des Wertepaares b/c jedes einzelnen Individuums wurde in einem Koordinatensystem mit der Dimension b als Abszisse und c als Ordinate, durch eine Signatur (Punkt oder Kreuz) dargestellt.

In der Originaldarstellung war ursprünglich noch jedem Punkte die Laufnummer der Individuen beigeschrieben, so dass man sich jederzeit über die Lage jedes einzelnen Individuums im Koordinatensystem orientieren konnte.

Jede künstliche Veränderung des Bildes der Streuung im Korrelationsfelde wurde durch die Weglassung der Klasseneinteilung vermieden, und ausserdem war die Lage der nachträglich anatomisch aufgeschlossenen Individuen im Korrelationsfelde der äusseren Schalendimensionen ohne weiteres wieder aufzufinden.

In den beiden Beilagen sind die vorläufig visuell als Typus I („*granulosa*“-Formen, als vermutlich makrosphär) bestimmten Exemplare mit Punkten, die als Typus II („*margaritifera*“-Formen, vermutlich mikrosphär) bestimmten mit Kreuzen unterschieden. Ausserdem ist das Verbreitungsgebiet der Punkte und Kreuze im Korrelationsfeld grösserer Deutlichkeit halber mit Linien umzogen.

Es ergibt sich aus der Betrachtung der genannten Graphica sofort, dass, im ganzen genommen, eine ziemlich hochgradige positive Korrelation zwischen den absoluten Grössen des Äquatorialdurchmessers und Axialdurchmessers bei beiden Typen besteht. Würden die Punkte zu Klassen zusammengefasst, so wäre der Eindruck einer hohen Korrelation noch deutlicher, man würde ein ähnliches Bild wie in den Korrelationen im Falle der *Globorotalia menardii-tumida* erhalten. Die Gebiete der beiden Typen ordnen sich im Korrelationsfelde eindeutig an, der Typus I in der linken oberen Ecke, der Typus II gegen die rechte untere Ecke zu. Im dazwischen gelegenen zentralen Teil des Korrelationsfeldes transgredieren die beiden Gebiete der Typen zu einem beträchtlichen Teile. Ferner sind die Mittellinien beider Typengebiete deutlich seitlich gegeneinander verschoben.

Im weiteren wendet sich die Darstellung nun der Kontrolle dieser Verhältnisse durch die anatomische Aufschliessung der Schalen zu. Die anatomischen Untersuchungen und Messungen wurden auch hier an Ausgüssen der Schalen vorgenommen. Zu diesem Behuf wurde mit Hilfe der Laufnummern aus der Korrelationstabelle eine Serie von Exemplaren systematisch ausgewählt, so dass für beide Typen alle Varianten des Korrelationsfeldes ziemlich

gleichmässig vertreten waren. Diese Auswahlserie wurde mit der Vakuummethode anatomisch aufgeschlossen, und die Kollolithausfüllpräparate vermessen.

b) *Korrelation der äusseren und inneren Schalenverhältnisse.*

Die Ergebnisse der anatomischen Messungen der Auswahlserien sind in den Masstabellen, Tabellen 11 und 13, niedergelegt. Der Verknüpfung der anatomischen Messungen mit denen der äusseren Schalendimensionen dienen die Tabelle 12, S. 117 und die graphische Darstellung Taf. III, Fig. 3.

In erster Linie war wieder festzustellen, ob sich die Individuen des Gesamtkollektivs überhaupt nach der Grösse des Embryonalkammerdurchmessers unterscheiden lassen, d. h. ob deutlich unterscheidbare mikrosphäre und makrosphäre Exemplare vorhanden seien.

In der Tabelle 11, S. 116, sind die Masse der Initialkammern von 51 Ausfüllungspräparaten aus der Serie I zusammengestellt.

Wie die Tabelle zeigt, war nach der Grösse der Initialkammern eine Trennung in zwei Typen möglich, deren Scheidung weitgehend mit der nach äusserlichen Merkmalen vorläufig durchgeführten übereinstimmt.

Es ergab sich, dass ein erster, makrosphärer Typus Initialkammern besitzt, deren in äquatorialer Richtung gemessener grösster Durchmesser schwankt zwischen $72\ \mu$ und $120\ \mu$ und im Mittel $97,2\ \mu$ beträgt. Von den 30 anatomisch untersuchten Exemplaren dieses Typus war die grösste Mehrzahl nach äusserlichen Merkmalen dem Typus I zugeteilt worden.

Die Durchmesser des zweiten, mikrosphären Typus, dagegen schwanken zwischen $12\ \mu$ und $30\ \mu$ und erreichen im Mittel $16,05\ \mu$. Auch hier fiel die Zuteilung zur mikrosphären Klasse in den meisten Fällen zusammen mit der vorläufigen Zuweisung der betreffenden Exemplare zum Typus II.

In den Abbildungen Taf. III, Nr. 1 und 2 der Fig. 8 findet man die Initialkammern und die Initialwindungen für typische Exemplare von makrosphärem und mikrosphärem Bau dargestellt

Auffallend ist die stärkere Variabilität der absoluten Masse der makrosphären EK. Relativ (die Differenzen bezogen auf die Mittelwerte der absoluten Grössen der EK.) variieren aber die mi-EK. stärker als die ma-EK.; die ganze Variationsbreite der Durchmesser beträgt vom Mittelwert der mi-EK. 112,2%, vom Mittelwert der ma-EK. nur 49,4%. Zudem äussert sich die Variabilität derart, dass sowohl innerhalb der mi- als ma-Formen zwischen den Extremen alle Übergänge bestehen. Es kann nicht etwa von zwei scharf voneinander abzutrennenden ma-Formen gesprochen werden.

Typus I, makrosphär (*ma*).

| Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für *) | Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für *) |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 9 | 102 μ | <i>mi</i> | 120 | 108 | <i>ma</i> |
| 25 | 96 | <i>mi</i> | 126 | 102 | <i>ma</i> |
| 45 | 78 | <i>mi</i> | 139 | 96 | <i>ma</i> |
| 46 | 90 | ? <i>mi</i> | 140 | 78 | <i>ma</i> |
| 51 | 102 | ? <i>mi</i> | 149 | 90 | <i>ma</i> |
| 58 | 96 | ? <i>mi</i> | 157 | 96 | <i>ma</i> |
| 67 | 96 | <i>ma</i> | 160 | 105 | ? <i>mi</i> |
| 74 | 90 | <i>ma</i> | 165 | 105 | <i>ma</i> |
| 75 | 96 | <i>ma</i> | 167 | 96 | <i>ma</i> |
| 80 | 120 | <i>ma</i> | 169 | 108 | <i>ma</i> |
| 81 | 102 | <i>ma</i> | 175 | 108 | <i>ma</i> |
| 87 | 72 | <i>ma</i> | 189 | 102 | <i>ma</i> |
| 88 | 90 | <i>ma</i> | | | |
| 89 | 103,5 | <i>ma</i> | | | |
| 95 | 96 | <i>ma</i> | | | |
| 98 | 108 | <i>ma</i> | | | |
| 107 | 102 | <i>ma</i> | | | |
| 116 | 108 | <i>ma</i> | | | |
| | | | Individuen, total: 30 <i>ma</i> | | |
| | | | Extreme: Max. 120 μ | | |
| | | | Min. 72 μ | | |
| | | | Mittel: 97,2 μ | | |

Typus II, mikrosphär (*mi*).

| Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für *) | Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für *) |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 2 | 12 μ | <i>mi</i> | 57 | 21 | ? <i>mi</i> |
| 3 | 13,5 | <i>mi</i> | 72 | 30 | <i>ma</i> |
| 4 | 22,5 | <i>mi</i> | 101 | 12 | <i>ma</i> |
| 6 | 15 | <i>mi</i> | 111 | 18 | <i>ma</i> |
| 14 | 12 | <i>mi</i> | 143 | 12 | <i>ma</i> |
| 19 | 15 | <i>mi</i> | 156 | 12 | <i>ma</i> |
| 21 | 18 | <i>mi</i> | 159 | 12 | <i>ma</i> |
| 22 | 15 | <i>mi</i> | | | |
| 29 | 18 | <i>mi</i> | | | |
| 30 | 12 | <i>mi</i> | | | |
| 34 | 13,5 | <i>mi</i> | | | |
| 40 | 13,5 | <i>mi</i> | | | |
| 41 | 18 | <i>mi</i> | | | |
| 48 | 24 | ? <i>mi</i> | | | |
| | | | Individuen, total: 21 <i>mi</i> | | |
| | | | Extreme: Max. 30 μ | | |
| | | | Min. 12 μ | | |
| | | | Mittel: 16,05 μ | | |

Tab. 11a und b. *Truncatulina margaritifera* — var. *granulosa*. Ergebnisse der Messungen an den anatomischen Präparaten, Serie I.

Anmerkung: Bei Anwendung eines bestimmten optischen Systems ergab die Mikrometer-Einheit 6 μ ; da in Mikrometer-Einheiten gemessen wurde, sind die Zahlen in dieser Tabelle ganze oder gebrochene Vielfache von 6 μ .

*) Nach äusseren Merkmalen.

Die Variabilität der Embryonalkammern der makrosphären Form gab offenbar den Anlass zur Aufstellung von HOFKER's Theorie des sogen. Trimorphismus. Ob die extremen Formen der makrosphären Individuen eine verschiedene physiologische Konstitution besitzen oder nicht, könnten nur biologische Experimente aufweisen. Rein morphologisch sind aber im vorliegenden Falle die makrosphären Individuen zu einer Einheit zusammenzulegen.

Geringer ist die Variabilität der mikrosphären Embryonalkammern. Man ist nicht im Zweifel, dass man in den mikrosphären Individuen eine morphologisch einheitliche Formengruppe vor sich hat.

Überraschend ist jedoch die im ganzen genommen geringe Variabilität der Embryonalkammern beider Gruppen, trotz der Zusammensetzung der Plethe aus erbkonstitutionell heterogenen Individuen.

Dieser Umstand beweist wiederum die überraschend geringe Variabilität der Foraminiferen.

Die untenstehende Tabelle 12, zeigt im Detail den Sicherheitsgrad, mit welchem die hypothetische Trennung in zwei Typen nach äusserlichen Merkmalen zusammenfällt mit der Scheidung in ma-

| | Prognose nach äuss. Merkmalen | Anatom. Befunde | |
|--|-------------------------------------|---------------------|---------------------------|
| | | Prognose richtig | Prognose nicht richtig |
| Zone I | 13 <i>ma</i> | 11 <i>ma</i> | 2 <i>mi</i> |
| | — ? <i>mi</i> | — | — |
| | — <i>mi</i> | — | — |
| Zone II, Transgres- sionszone | 16 <i>ma</i> | 12 <i>ma</i> | 4 <i>mi</i> |
| | 5 ? <i>mi</i> | 2 <i>mi</i> | 3 <i>ma</i> |
| | 5 <i>mi</i> | 3 <i>mi</i> | 2 <i>ma</i> |
| Zone III | — <i>ma</i> | — | — |
| | 1 ? <i>mi</i> | — | 1 <i>ma</i> |
| | 11 <i>mi</i> | 10 <i>mi</i> | 1 <i>ma</i> |

Tab. 12. *Truncatulina margaritifera* — var. *granulosa*. Zuteilung der Schalen nach äusseren Merkmalen zum mikrosphären resp. makrosphären Typus und anatomische Nachprüfung, Serie I. *mi* = mikrosphär, *ma* = makrosphär.

Zone I und III: Teile der Quet.-Kurve oder des Korr.-Feldes, in denen der Typus I (*ma*) resp. der Typus II (*mi*) „rein“ vorkommen.

Zone II Transgressionszone: Typus I und Typus II gemischt.

krosphäre und mikrosphäre Exemplare nach den Resultaten der anatomischen Untersuchung, und zwar gesondert für die drei Zonen der Häufigkeitspolygone und Korrelationstabellen der äusseren Schalendimensionen.

In übersichtlicherer Weise als aus der Tabelle 12, S. 117, ergibt sich das Verhältnis der anatomisch festgestellten makro- und mikrosphären Exemplare der anatomischen Auswahlserie zu der vorläufigen Scheidung des Materiales in zwei Typen und den Resultaten der äusserlichen Schalenmessungen aus den graphischen Darstellungen.

In Taf. III, Fig. 3 ist das Korrelationsfeld der äusseren Schalendimensionen b und c dargestellt, übereinstimmend mit Taf. II, Fig. 7, aus der auch die Umgrenzungslinien der Punktscharen der nach äusseren Eigenschaften bestimmten Typen I und II übernommen sind. Dagegen sind hier nun nur diejenigen Individuen der Serie I eingetragen, die in die Auswahlserie aufgenommen und anatomisch untersucht wurden. Die Örter der Wertepaare b/c derjenigen Exemplare, die anatomisch makrosphär befunden wurden, sind mit Punkten, diejenigen der anatomisch mikrosphär befundenen mit Kreuzen bezeichnet. Ausserdem sind die Streuungsfelder der Punkte, also das Gebiet der anatomisch bestimmten mikrosphären Exemplare, mit einer $- \cdot - \cdot - \cdot -$ Linie, das Streuungsfeld der sicher makrosphären Exemplare mit einer $- \cdots - \cdots -$ Linie umgrenzt. Auf den ersten Blick ist zu sehen, dass die Areale der als ma resp. mi bestimmten Formen mit den Arealen der nach äusserlichen Merkmalen geschiedenen Typen I resp. II sehr weitgehend zusammenfallen. Wo die Umgrenzung der ersteren über die Umgrenzung der letzteren hinausgreift, liegen die wenigen Exemplare, deren anatomischer Befund mit der vorläufigen Bestimmung des Typus in Widerspruch stand.

Deutlicher noch als in Taf. III, Fig. 1 kommt in Taf. III, Fig. 3 die seitliche Nebeneinanderlagerung der langgestreckten Areale der ma-Typen und mi-Typen zum Ausdruck. Für das Gesamtkollektiv von *Truncatulina margaritifera*, das im Korrelationsfeld b/c aus zwei stark seitlich nebeneinander gelagerten Korrelationsflächen zusammengesetzt ist, war ein nicht linear verlaufendes mittleres Abhängigkeitsverhältnis der Dimensionen b und c evident. Es hatte darum auch keinen Sinn für das Gesamtkollektiv einen Korrelationskoeffizienten r zu berechnen. Da auch der Korrelationsverlauf für b und c innerhalb der Areale der ma- und mi-Typen selbst sichtbar nicht geradlinig ist, wurde auch hier die Berechnung von r -Werten und der WIRTH'schen Regressgeraden, wie sie für *Globorotalia menardii-tumida* infolge der angenähert geradlinigen Korrelation für das Gesamtkollektiv als Annäherung von Wert war, unterlassen.

Aus der Betrachtung der Korrelationsdarstellungen in Taf. III, Fig. 1 und 3, lassen sich folgende approximative Mittelwerte für die Dimensionen b und c des ma- und mi-Typus ablesen:

ma-Typus („*granulosa*“):

approximative mittlere Grösse

| | |
|--------------------------------------|------------|
| des Äquatorialdurchmessers | 1270 μ |
| des Axialdurchmessers | 670 μ |

mi-Typus („*margaritifera*“):

approximative mittlere Grösse

| | |
|--------------------------------------|------------|
| des Äquatorialdurchmessers | 1535 μ |
| des Axialdurchmessers | 730 μ |

Ausserdem lässt sich über das Verhältnis von Äquatorial- zu Axialdurchmesser bei beiden Typen und dessen Veränderung beim Wachstum noch das Folgende aus den Darstellungen der Taf. III, Fig. 1 und 3 ersehen: Die Äquatorialdurchmesser der kleinsten vorhandenen Varianten der ma- und der mi-Form sind absolut nur wenig verschieden; jedoch sind bereits die kleinsten mi-Varianten etwas flacher als die gleichgrossen ma-Varianten.

Das Verhältnis c/b beträgt für die letzteren ungefähr

$$\frac{630 \mu}{1100 \mu} = 0,573,$$

für die ersteren ungefähr

$$\frac{530 \mu}{1200 \mu} = 0,442.$$

Beim Wachsen der absoluten Dimensionen nähern sich die beiden Quotienten einander merkbar, da die Dickendimension bei den kleinen mi-Formen vorerst relativ stärker zunimmt.

Für die oben genannten approximativen zentralen Mittelwerte der b - und c -Dimensionen der beiden Typen sind die Quotienten, für ma: $\frac{c}{b} = \frac{670 \mu}{1270 \mu} = 0,528$, für mi: $\frac{c}{b} = \frac{730 \mu}{1535 \mu} = 0,475$.

Für die absolut grössten Varianten von ma findet man

$$\frac{c}{b} = \frac{820 \mu}{1600 \mu} = 0,512,$$

für die grössten Varianten von mi

$$\frac{c}{b} = \frac{900 \mu}{2000 \mu} = 0,450.$$

Stets bleiben die mi-Formen im allgemeinen flacher als die ma-Formen, die Unterschiede nehmen jedoch bei zunehmender absoluter

Grösse etwas ab durch die relative Abnahme der Grösse des Bruches $\frac{c}{b}$ bei ma, durch relative Zunahme bei mi.

Auch die Darstellung der Taf. III, Fig. 3 zeigt deutlich die beträchtliche Übereinanderlagerung der Areale der ma- und mi-Typen. Man sieht, dass die relativ dicksten mi-Varianten mittlerer absoluter Grösse auf Grund ihres Verhältnisses von Axial- und Äquatorialdurchmesser von den grösseren und relativ flachsten ma-Varianten der ma-Form nicht mit Sicherheit unterschieden werden können, was sich oben in der Tabelle 12, S. 117 in einer grösseren Anzahl von Fehldiagnosen bei Exemplaren dieses Transgressionsgebietes auch deutlich bemerkbar gemacht hat.

Der zahlenmässige Anteil, den die als ma und mi bestimmten Exemplare an der Zusammensetzung der anatomisch untersuchten Serie nehmen, hat keine quantitative Bedeutung, da diese Serie ja willkürlich aus der Gesamtserie I ausgewählt wurde. Es zeigte sich jedoch eine derart weitgehende Übereinstimmung der Einteilung des anatomisch untersuchten Teilkollektives in mi- und ma-Exemplare mit der vorläufigen Einteilung des Gesamtkollektives I in die Typen I und II, dass man berechtigt ist, die quantitativen Verhältnisse der Typen I und II, wie sie in den Darstellungen der Häufigkeitskurve, Taf. III, Fig. 5, und der Korrelationstafel, Taf. III, Fig. 1, zum Ausdruck kommen, ungefähr auf die ma- und mi-Formen zu übertragen. Man könnte also schliessen, dass die ma- und mi-Formen im fossilen Gesamtkollektiv ungefähr im Verhältnis von 7:3 vertreten sind, entsprechend den Anteilen von 68% und 32%, welche für die Typen I und II an der Zusammensetzung der Serie II oben festgestellt wurden. Dieses Verhältnis stimmt ziemlich gut überein mit dem für *Globorotalia menardii-tumida* gefundenen Verhältnis 6:4 der ma- und mi-Formen im fossilen Kollektiv. Es weicht jedoch stark ab von dem von RHUMBLER allgemein für rezente Kollektive angegebenen ungefähren Verhältnis 10:1 der beiden dimorphen „Generationen“, das aber vermutlich nur eine Schätzung ist, Lit. 44, 1923/25, von der man zudem nicht weiss, auf welche Spezies sie sich bezieht.

II. Serie II, 160 Stück.

Um die Bedenken, die man infolge der geringeren Anzahl untersuchter Individuen gegen die Zuverlässigkeit der Resultate der Untersuchungen an der Serie I ins Feld führen könnte, zu zerstreuen, wurde Rat gesucht bei einer Kontrollserie II von Fundort 37 des Wai Militaowe. Diese Serie enthält 160 Individuen.

Auch hier wurde zuerst eine visuelle Einteilung in Typus I und II vorgenommen. Auf Grund von Messungen äusserer Dimensionen und der schalenanatomischen Elemente konnten die Dar-

stellungen Taf. III, Fig. 2 und 4 gewonnen werden, die in gewohnter Weise als Korrelationstabellen mit speziellen Einrichtungen die Verhältnisse erläutern. In den zwei folgenden Tabellen, 13 und 14, sind die Ergebnisse der anatomischen Messungen zusammengefasst. Im übrigen sei für die Erklärung der Darstellungen Taf. III, Fig. 2 und 4, auf das vorhergehende Kapitel verwiesen.

Total wurden von 160 äusserlich gemessenen Exemplaren von der Serie II 64 Schalen der anatomischen Untersuchung und Messung unterworfen. Davon sind 48 Exemplare makrosphär und zeigen eine fluktuierende Variabilität des Durchmessers der Initialkammern um den Mittelwert von $114,48 \mu$; das Maximum liegt bei

Typus I, makrosphär (*ma*).

| Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für*) | Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für*) |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 4 | 120 μ | <i>mi</i> | 109 | 102 | <i>ma</i> |
| 8 | 117 | <i>mi</i> | 115 | 114 | <i>ma</i> |
| 11 | 132 | <i>mi</i> | 117 | 126 | <i>ma</i> |
| 18 | 120 | <i>ma</i> | 118 | 120 | ? <i>mi</i> |
| 20 | 102 | <i>mi</i> | 119 | 96 | <i>ma</i> |
| 22 | 114 | <i>mi</i> | 122 | 78 | <i>ma</i> |
| 23 | 108 | <i>mi</i> | 123 | 117 | <i>ma</i> |
| 25 | 120 | <i>mi</i> | 125 | 114 | <i>ma</i> |
| 28 | 114 | <i>mi</i> | 131 | 102 | <i>ma</i> |
| 31 | 84 | <i>mi</i> | 136 | 126 | <i>ma</i> |
| 55 | 120 | <i>ma</i> | 141 | 126 | <i>ma</i> |
| 57 | 120 | <i>ma</i> | 142 | 108 | <i>ma</i> |
| 62 | 120 | <i>ma</i> | 143 | 114 | <i>ma</i> |
| 65 | 114 | ? <i>mi</i> | 146 | 132 | ? <i>mi</i> |
| 72 | 108 | <i>ma</i> | 147 | 126 | <i>ma</i> |
| 74 | 102 | <i>ma</i> | 148 | 114 | <i>ma</i> |
| 75 | 126 | <i>ma</i> | 149 | 114 | <i>ma</i> |
| 79 | 108 | <i>ma</i> | 154 | 120 | <i>ma</i> |
| 87 | 108 | <i>ma</i> | 159 | 138 | <i>ma</i> |
| 89 | 126 | <i>ma</i> | 160 | 102 | <i>ma</i> |
| 90 | 120 | <i>ma</i> | | | |
| 93 | 120 | ? <i>mi</i> | | | |
| 94 | 120 | <i>ma</i> | | | |
| 97 | 102 | <i>ma</i> | | | |
| 99 | 108 | ? <i>mi</i> | | | |
| 100 | 132 | ? <i>mi</i> | | | |
| 105 | 90 | <i>ma</i> | | | |
| 107 | 114 | ? <i>mi</i> | | | |
| | | | Individuen: | 48 | <i>ma</i> |
| | | | Extreme: Max. | 138 | μ |
| | | | Min. | 78 | μ |
| | | | Mittel: | 114,48 | μ |

Tab. 13a *Truncatulina margaritifera* — var. *granulosa*. Ergebnisse der Messungen an den anatomischen Präparaten, Serie II.

*) Nach äusseren Merkmalen.

Typus II, mikrosphär (*mi*).

| Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für*) | Nr. in der Mass- Tabelle | Mass der Initial- kammer | gehalten für*) |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--|--------------------------------|-------------------|
| 7 | 18 μ | <i>mi</i> | 61 | 18 | ? <i>mi</i> |
| 9 | 18 | <i>mi</i> | 127 | 24 | ? <i>mi</i> |
| 10 | 18 | <i>mi</i> | Individuen: 16 <i>mi</i> Extreme: Max. 30 μ Min. 18 μ Mittel: 21,12 μ | | |
| 12 | 30 | <i>mi</i> | | | |
| 15 | 18 | <i>mi</i> | | | |
| 16 | 24 | <i>mi</i> | | | |
| 17 | 18 | <i>mi</i> | | | |
| 26 | 18 | <i>mi</i> | | | |
| 27 | 18 | <i>mi</i> | | | |
| 32 | 21 | <i>mi</i> | | | |
| 34 | 24 | <i>mi</i> | | | |
| 35 | 21 | <i>mi</i> | | | |
| 36 | 19,5 | <i>mi</i> | Prognose: 32 <i>ma</i> und 32 <i>mi</i> Befund: 48 <i>ma</i> „ 16 <i>mi</i> | | |
| 40 | 30 | <i>mi</i> | | | |

Tab. 13b. *Truncatulina margaritifera* — var. *granulosa*. Ergebnisse der Messungen an den anatomischen Präparaten, Serie II.

138 μ , das Minimum bei 78 μ . Als mikrosphär erwiesen sich 16 Exemplare mit fluktuierender Variabilität des Durchmessers der Initialkammern um den Mittelwert von 21,12 μ ; das Maximum liegt bei 30 μ , das Minimum bei 18 μ .

| Prognose nach äussern Merkmalen | anatom. Befund | |
|------------------------------------|----------------|-----------|
| | <i>ma</i> | <i>mi</i> |
| 32 <i>ma</i> | 32 | — |
| 9? <i>mi</i> | 7 | 2 |
| 23 <i>mi</i> | 9 | 14 |

| Prognose nach äussern Merkmalen | anatom. Befund | | | richtig prognosti- ziert |
|---------------------------------------|------------------|-------------|------------------|--------------------------------|
| | <i>ma</i> | ? <i>mi</i> | <i>mi</i> | |
| 48 <i>ma</i> | 32 ¹⁾ | 7 | 9 | 67% ¹⁾ |
| 16 <i>mi</i> | — | 2 | 14 ²⁾ | 87% ²⁾ |

Tab. 14a und b. *Truncatulina margaritifera* — var. *granulosa*. Zuteilung der Schalen nach äusseren Merkmalen zum mikrosphären resp. makrosphären Typus und anatomische Nachprüfung Serie II. *mi* = mikrosphär, *ma* = makrosphär.

*) Nach äusseren Merkmalen.

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 bestimmten 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 durchgeführten biometrischen Untersuchungen folgende Resultate von allgemeinerer Bedeutung:

1. Es konnten den Kleinforminiferen-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_1 und eine Forma A_2 , 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_1 und A_2 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_1 - und A_2 -Formen auch äusserlich stark unterscheiden können, was daraus hervorgeht, dass HOFKER öfters auch bisher als verschiedene Spezies unterschiedene Formenkreise als A_1 - und A_2 -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 $m_a : m_i = 2 : 1$, 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.

Literatur-Verzeichnis.

I. Geologie und Palaeontologie von Ceram.

1. BROUWER, H. A. 1919. Geologische onderzoeken in Oost-Ceram. Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijksk. Gen. (2) 36.
2. DENINGER, K. 1918. Zur Geologie von Mittel-Seran. Beiträge zur Geologie von Niederl.-Indien, III. Abt., 2, Palaeontographica, Suppl. IV.
3. FISCHER, P. J. 1921. Eine Pliocaenfauna von Seran (Molukken). Centralblatt für Min. etc., S. 242—251 und S. 278—286.
4. FISCHER, P. J. 1927. Beitrag zur Kenntnis der Pliozänfauna der Molukkeninseln Seran und Obi. Palaeontologie von Timor (Wanner), XV. Lieferung, XXV, pag. 1—179.
5. KOCH, R. 1923. Eine jungtertiäre Foraminiferenfauna von Kabu (Java). Ecl. Geol. Helv., Bd. XVIII, S. 342.
6. KOCH, R. 1925. Eine jungtertiäre Foraminiferenfauna von Ost-Seran. Ecl. Geol. Helv., Bd. XIX, S. 207—213.
7. KOCH, R. 1926. Mitteltertiäre Foraminiferen aus Bulongan, E. Borneo. Ecl. Geol. Helv., Bd. XIX, S. 722—751.
8. RUTTEN, L. 1927. Voordrachten over der geologie van Nederlandsch Oost-Indië. Wolters; Groningen, Den Haag.
9. RUTTEN, L., und HOTZ, W. 1918—20. De geol. Expeditie naar Ceram. Tijdschr. v. h. Kon. Nederl. Aardrijksk. Gen.
10. SCHWAGER, C. 1866. Fossile Foraminiferen von Kar-Nikobar. Reise S. M. Fregatte Novara, Geol. Teil, Bd. II, Wien.
11. UMBGROVE, J. H. F. 1924. Report on pliocene and pliocene Corals from Ceram. Geol. Petrogr. and Palaeont. results of explorations carried out from Sept. 1917 till June 1919 in the island of Ceram by L. RUTTEN and W. HOTZ. II. Ser., Palaeontolog. 1, Amsterdam.
12. UMBGROVE, J. H. F. 1927. Neogene Foraminiferen van Soengei Beboeloe, Pasir (Zuid-Oost-Borneo). Wetensch. Mededeelingen v. d. Dienst v. d. Mijnbouw in Nederl.-Indië, Nr. 5.

II. Systematisch-faunistische Literatur, insbes. über *Globorotalia menardii-tumida* und über *Truncatulina margaritifera* und var. *granulosa*.

13. BAGG, R. M. 1908. Foraminifera collected near the Hawaiian Islands by the Steamer Albatross in 1902. Proceedings U.S. Nat. Mus., vol. XXXIV, pag. 113—172.
14. BAILEY, J. W. 1851. Microscopical examination of soundings made by the U.S.'s Coast Survey of the Atlantic coast of the U.S. Smithson. Contrib., vol. II, art. 3, p. 11.
15. BEUTLER, K. 1910. Palaeontolog.-stratigraphische und zoolog.-systematische Literatur über marine Foraminiferen, fossil und rezent, bis Ende 1910. München.
16. BRADY, H. B. 1877. Supplementary note on the Foraminifera of the Chalk (?) of the New-Britain group, Geol. Magaz., dec. II, vol. IV, pag. 534.
17. BRADY, H. B. 1879. Notes on some of the reticularian Rhizopoda of the "Challenger" Expedition, Part II; Quart. Journ. Micr. Soc., vol. XIX, N.S.
18. BRADY, H. B. 1881. Notes on some of the reticularian Rhizopoda of the "Challenger" Expedition, Part III; Quart. Journ. Micr. Sci., vol. XXI, N.S.
19. BRADY, H. B. 1884. Report of the Foraminifera dredged by H.M.S. Challenger, during the years 1873—1876; The voyage of Challenger, Zoology, vol. 9, Text und Tafeln.
20. BROEK, VAN DEN. 1876. Etude sur les foraminifères de la Barbade (Antilles) recueillis par L. Agassiz, etc., Ann. Soc. Belg. Micr., vol. II.

21. BROUWER, H. A. 1919. Geolog. overzicht v. h. oostelijk gedeelte v. d. Oost-Indischen Archipel. Jaarb. v. h. Mijnw. in N.O.I., 46, Jaargang 1917.
22. BUBNOFF, S. VON. 1919. Über einige grundlegende Prinzipien der palaeontologischen Systematik. Zeitschr. für induktive Abstammungslehre, Bd. 21, pag. 158—168.
23. CARPENTER, W. B., PARKER and JONES. 1862. Introduction to the study of the Foraminifera. Ray Soc. London.
24. CHAPMAN, FR. 1902. The Foraminifera. An Introduction to the study of the Protozoa. London, Longmans, Green and Co.
25. CUSHMAN, J. A. 1910—17. A Monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean. Smithson. Inst. U.S. Nat. Mus., Bull. 71, parts I—VI.
26. CUSHMAN, J. A. 1918—30. The Foraminifera of the Atlantic Ocean. Smithson. Inst. U.S. Nat. Mus., Bull. 104, parts I—VII.
27. CUSHMAN, J. A. 1921. Foraminifera of the Philippine and adjacent Seas. Smithson. Inst. U.S. Nat. Mus., Bull. 100, vol. 4.
28. CUSHMAN, J. A., 1928. Foraminifera. Their Classification and Economic Use. Cushman Lab. f. Foram. Research, spec. Publ., No. 1. Sharon, Mass.
29. DEBES, E. 1910. Zur Technik der Foraminiferenpräparation. Sitzungsber. d. natf. Ges. Leipzig, 37. Jahrg., p. 3.
30. DOUVILLÉ, R. 1905. Les foraminifères dans le tertiaire de Borneo. Bull. Soc. Géol. France, 4^e sér., T. V, p. 435—464.
31. EGGER, J. G. 1895. Foraminiferen aus Meeresgrundproben, gelothet von 1874—1876 von „S.M.Sch. Gazelle“. Abh. math.-phys. Classe d. K. bayer. Ak. Wiss., Bd. 18, pag. 193—458.
32. EHRENBERG, Ch. 1854. Mikrogeologie, Foram. der Kreide v. Moen, Dänemark, Baltik, Russland, Missouri, Mississippi.
33. EIMER, G. H. T., und FICKERT, C. 1899. Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen. Zeitschr. Wiss. Zool., 1899, p. 599.
34. GALLOWAY, J. J. 1928. The Change in Ideas about Foraminifera. Journal of Palaeontology, vol. II, No. 3, Sept. 1928.
35. GÜMBEL, C. W. v. 1868. Beiträge zur Foraminiferenfauna der nord-alpinen Eocängebilde. Abh. K. bayer. Ak. Wiss., II. Cl., vol. X, Wien.
36. JAARB. v. h. MIJNW. in Nederl. Oost-Indië. 1929. (Vorl. Jahresbericht d. geol. Aufnahme von Java, Vertebratenzone des Pliocäns von Boemiajoe, Java, Jaarb. v. h. Mijnw. in Nederl. Oost-Indië, Bd. LVIII, Alg. Ged., p. 50.
37. NEUMAYR, M. 1887. Die natürl. Verwandtschaft der schalentragenden Foraminiferen. Sitzgsber. K. Ak. Wiss., 95. Bd.; engl.: Journ. R. Micr. Soc. London, 1888.
38. OWEN, S. R. J. 1867. On the surface-fauna of Mid-Ocean. No. 2, Foraminifera. Journ. Linn. Soc. London, Zool., vol. 9.
39. D'ORBIGNY, A. 1826. Modèles de Céphalopodes Microscopiques vivants et fossils, etc., Paris.
40. D'ORBIGNY, A. 1826. Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. Ann. des Sci. Nat., vol. 7, Paris.
41. D'ORBIGNY, A. 1846. Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien, Paris.
42. PARKER and JONES. 1865. On some foraminifera from the North-Atlantic and Arctic Oceans, including Davis-Straits and Baffins Bay. Proc. Roy. Soc., Philos. Transact., vol. 155, London, pag. 325—441.
43. RHUMBLER, L. 1895. Entwurf eines natürlichen Systemes der Thalamophoren. Nachr. K. Ges. Wiss., Math.-phys. Kl., Göttingen, pag. 51—98.
44. RHUMBLER, L. 1923—25. Protozoa; Allg. Einführung und Rhizopoda; Handbuch der Zoologie (Kückenthal), S. 1—114.
45. RUTTEN, L. 1914. Studien über Foraminiferen aus Ost-Asien; 5. Einige Foraminiferen aus dem Ostarm von Celebes, Sammlungen Geolog. Reichsmus. in Leiden, Ser. I, Bd. IX, p. 30—320.

46. RUTTEN, L. 1914. Foraminiferenführende Gesteine von Neu-Guinea. Nova guinea, Bd. VI, Geologie, Liefg. 2, Leiden.
47. RUTTEN, L. 1924. Foraminiferenhoudende gesteenten uit het gebied van den „Vogelkop“ op Nieuw-Guinea. Jaarb. Mijnw. in N.O.I., Verh. I (ed. 1925).
48. SCHUBERT, R. J. 1907 und 1908. Beiträge zu einer natürlichen Systematik der Foraminiferen. N. Jahrb. Min. etc., Beil. Bd. 25, p. 232.
49. SCHUBERT, R. J. 1911. Die fossilen Foraminiferen des Bismarck-archipels und einiger angrenzender Inseln. Abh. K. K. Geol. Reichsanstalt, Bd. XX, Heft 4, S. 1—130.
50. SCHUBERT, R. J. 1921. Palaeontologische Daten zur Stammesgeschichte der Protozoen. Palaeontolog. Zeitschr., Bd. III, pag. 129—188.
51. SCHWAGER, C. 1866. Fossile Foraminiferen von Kar-Nikobar; in: Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde, Geol. Teil, Bd. II, S. 187—268, Wien.
52. SHERBORN, CH. 1893—1896. An Index to the Genera and Species of the Foraminifera. Smithson. Miscellan. Coll., Vol. XXXVII, Washington.
53. STACHE, G. 1864. Die Foraminiferen des Whaingaroa-Hafens (Provinz Auckland). Palaeontologie von Neuseeland; in: Novara Expedition, Geol. Teil, Bd. I, 2, Wien.
54. TOUTKOWSKY, P. 1899. Index bibliographique de la littérature sur les foraminifères vivants et fossiles, 1888—98. Travaux Soc. des naturalistes Kiew, vol. 16, pt. 1, p. 137—240.
55. VERBEEK, R. D. M. Opgave van geschriften over geologie en mijnbouwkunde van N.O.I.; siehe auch: Eclogae Geol. Helv., 1923, Bd. XVIII, S. 341.
56. WANNER, 1910. Beiträge zur Geologie des Ostarms der Insel Celebes, N. Jahrb. für Min. etc., Beil. Bd. XXIX, p. 760.
57. WILLIAMSON, W. F. 1858. On the recent foraminifera of Great Britain; printed for Ray Soc. London.

III. *Über Variationsstatistik und deren Anwendung in der Palaeontologie.*

58. ALKINS, W. E. 1920. Morphogenesis of Brachiopoda, I. Reticularia lineata (Martin), Carboniferous limestone, Manch. Mem., vol. LXIV, No. 2, pag. 2—11.
59. ALKINS, W. E. 1923. Morphogenesis of Brachiopoda, III. Rhynchonella cf. boueti Davidson; IV. Terebratula punctata Sow., Manch. Mem., LXVII, No. 9, pag. 109—136.
60. BLUMER, S. 1926. Variationsstatistische Untersuchungen an Erysiphaceen. Annales Mycologici, vol. XXIV, Nr. 3/4.
61. BRINKMANN, R. 1929. Statistisch-stratigraphische Untersuchungen an mittelljurassischen Ammoniten über Artbegriff und Stammesentwicklung. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl., N. F., Bd. XIII, 3, pag. 1—249.
62. BRINKMANN, R. 1929. Monographie der Gattung Kosmoceras. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl., N. F., Bd. XIII, 4, pag. 1—123.
63. BUBNOFF, S. VON. 1921. Die Ladinische Fauna von Forno (Mezzovalle) bei Predazzo. Verh. naturhist.-med. Ver. zu Heidelberg. N. F., Bd. 14, Heft 2/3, pag. 257—635.
64. CARRUTHERS, R. G. 1910. On the evolution of Zaphrentis delanouei in Lower Carboniferous Times, Quart. Journ., 66, pag. 523—538.
65. COLLIER, W. A. 1921. Einführung in die Variationsstatistik. J. Springer, Berlin.
66. CUMINGS, E. R., and MAUCK, A. V. 1902. A quantitative study of variation in the fossil Brachiopod Platystrophia lynx. Americ. Journ. of Science, ser. 4, vol. 14, p. 9.
67. CUSHMAN, J. A., and HARRIS, R. W. 1927. The significance of relative measurement in the study of foraminifera. Contr. Cushm. Lab. Foram. Research, vol. 2, Part 4, S. 92.

68. CZUBER, EM. 1921. Die statistischen Forschungsmethoden, L. W. Seidel & Sohn, Wien.
69. DAY, H. 1915. Variation in a Carboniferous Brachiopod, *Reticularia lineata* (Martin). Manch. Mem., 59, Pt. I, No. 4.
70. DUNCKER, G. 1899. Die Methode der Variationsstatistik. Archiv für Entwicklungsmech. der Organ. (W. Roux), Bd. 8, Heft 1, S. 112—183.
71. GOLDSCHMIDT. 1923. Einführung in die Vererbungswissenschaft. Leipzig.
72. GOSSELET, J. 1894. Etude sur les variations du *Spirifer Verneuli*. Mem. Soc. Géol. du Nord, t. IV, pag. 5.
73. GRABAU, A. H. 1872. Über die Naumann'sche Conchospirale und ihre Bedeutung für die Conchylometrie. Diss. Leipzig, 70 S.
74. GRABAU, A. H. 1881. Über die Naumannsche Conchospirale. Sitzungsber. Nat. Ges. Leipzig, VIII, pag. 23—32.
75. GRABAU, A. W. 1907. On orthogenetic Variation in Gastropoda. Americ. Naturalist., vol. XLI, p. 607—651.
76. GRÜNEBERG, H. 1927. Vererbungswissenschaftliche Studien über einige Murchisonien des oberen Mitteldevons. Zeitschr. Deutschen Geol. Ges., Bd. 79, S. 385.
77. GRÜNEBERG, H. 1927. Die Verwendung der Erblchkeitslehre bei der Analysierung fossiler Populationen. Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbgs. Bd. 44, S. 283.
78. HEIM, ARN. 1908. Die Nummuliten- und Flysch-Bildungen der Schweizeralpen. Abh. Schweiz. Palaeontolog. Ges., vol. XXXV, Nr. 4.
79. HENBEST, L. G. 1928. Fusulinellas from the Stonefort Limestone, member of the Tradewater Formation. Journ. of Palaeontology, vol. 2, No. 1, S. 70.
80. JOHANNSEN, W. 1926. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 3. Aufl., Gustav Fischer, Jena.
81. KLÄHN, H. 1920. Der Wert der Variationsstatistik für die Palaeontologie. Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br., Bd. XXII, Heft 2, pag. 7—224.
82. LOTZE, FR. 1928. Beitrag zur Kenntnis der Mutationen von *Calceola sandalina* (L.). Senckenbergiana, Bd. 10, Heft 3/4, S. 158.
83. MÖLLER, V. v. 1878. Die Spiral-gewundenen Foraminiferen des russ. Kohlenkalkes. Mém. Acad. Imp. Scs. St. Petersburg. VII^e sér., T. XXV, No. 9.
84. MOOK, CH. C. 1915. Statistical study of variation in *Spirifer mucronatus*. Ann. N. Y. Acad. Sci., XXVI, S. 175—214.
85. NAUMANN, C. F. 1846. Über die Spiralen der Conchylien. Abh. bei Begründung der K. Sächs. Ges. Wiss., S. 153—196.
86. NAUMANN, C. F. 1852. Über die cyclocentrische Conchospirale und über das Windungsgesetz von *Planorbis corneus*. Abh. math. phys. Cl. K. Sächs. Ges. Wiss., Bd. 1, S. 171.
87. PEARSON, K. 1895. Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. II. Skew Variation in Homogeneous Material. Philosoph. Transact. R. Soc. London, A, vol. 186, Part I, S. 343—414.
88. RICHTER, R. 1916. Zur stratigraph. Beurteilung von *Calceola* (*Calceola sandalina* Lam., n. mut. lata und alta); N. Jahrb. für Min. etc., Bd. II, S. 31.
89. ROLLIER, L. 1923. Sur la spirale des Ammonites (Résumé). Ecl. Geol. Helv., vol. XVIII, S. 374.
90. ROWE, A. W. 1899. An analysis of the genus *Micraster*, as determined by rigid zonal collection from the zone of *Rhynchonella Cuvieri* to that of *Micraster cor-anguinum*. Quart. Journ., vol. 55, S. 494—547.
91. RUNZHEIMER, H. 1931. Palaeontologische und geologische Untersuchung des Greifensteinerkalkes (Rhein. Schiefergebirge) mit einem Anhang über Variationsstatistik (III). Senckenbergiana, Bd. 13, Nr. 314, S. 177.
92. SPENCER, W. K. 1914. The evolution of the cretaceous Asteroidea. Philosoph. Transact. Royal Soc., ser. B, 204, pag. 99—177.

93. TRUEMAN, A. E. 1922. The use of Gryphaea in the correlation of the Lower Lias. Geol. Mag., vol. 59, pag. 256—268.
94. SWINNERTON, H. H. 1921. The Use of Graphs in Palaeontology. Geol. Magaz., LVIII, p. 357—64 and p. 397—408.
95. UMBGROVE, J. H. F. 1927. Het bepalen van den relatieven ouderdom van een sediment. De Mijnningenieur (Bandoeng-Java), No. 1.
96. UMBGROVE, J. H. F. 1928. Het genus Pellatispira in het indopacifische gebied. Wetenschapp. Mededeel. v. d. dienst v. d. Mijnb. in N.O.I., No. 10, pag. 1—29.
97. VLERK, J. M. VAN DER. 1928. Het genus Lepidocyclina in het Indo-pacifische gebied. Wetenschapp. Mededeel. (dienst v. d. Mijnb. in N.O.I.), No. 8.
98. VLERK, J. M. VAN DER. 1928. The genus Lepidocyclina in the Far East. Eclogae Geol. Helvetiae, vol. 21, Nr. 1, pag. 182—211.
99. WEDEKIND, R. 1916. Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Borntraeger, Berlin.
100. WEDEKIND, R. 1918. Über Zonenfolge und Schichtenfolge. Centralblatt f. Min. etc., S. 268.
101. WERNER, F. 1924. Variationsanalytische Untersuchungen an Chydoriden. Versuch einer quantitativen Morphologie der Cladocerenchale. Zeitschr. Wiss. Biologie, Abt. A, Bd. 2, Heft 1 und 2, S. 58.
102. WILLIAMS, H. S. 1910. Persistence of fluctuating variations as illustrated by the fossil genus Rhipidomella. Bull. Geol. Soc. America, vol. 21, pag. 295—312.
103. WILLIAMS, H. S. 1910. Migration and shifting of Devonian faunas. Bull. Geol. Soc. America, vol. 21, pag. 285—294.
104. WIRTH, W. 1920. Spezielle psychophysische Massmethoden. In: Handbuch d. biolog. Arbeitsmeth. von E. Abderhalden, Abt. VI, Psychologie, Teil A, Individuelle Psychologie, 1, pag. 1—340.

IV. *Biologische Arbeiten, insbes. auch über Dimorphismus bei Foraminiferen incl. palaeont. Lit. zu diesem Thema.*

105. ALKINS, W. E. 1921. Variation of Sphaeria, I. Sphaerium lacustre (Müller), Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Soc., vol. 65, Nr. 8, pag. 1—10.
106. ALKINS, W. E., and COOK, M. 1921. Variation of Sphaeria, II. Sphaerium corneum (Linné), ibid., vol. 65, Nr. 9, pag. 1—8.
107. ALKINS, W. E., and HARWOOD, J. 1921. Variation of Sphaeria. III. Sphaerium pallidum Gray, ibid. Nr. 10, pag. 1—7.
108. BAKX, L. A. J. 1932. De genera Fasciolites en Neoalveolina in het Indo-pacifische gebied. Verhand. v. h. Geol. Mijnbouwk. Gen. voor Nederland en Kolonien, Geol. Ser., Deel IX, Derde stuk, pag. 205—266.
109. BOUSSAC, J. 1911. Etudes Paléontologiques sur le Nummulitique Alpin. Mém. p. servir à l'explic. Carte geol. France, Text und Tafeln.
110. CALKINS, G. N. 1926. The Biology of the Protozoa. Philadelphia and New York.
111. CAUDRI, C. M. B. 1932. De Foraminiferen-Fauna van eenige Cyclo-clypeus-houdende Gesteenten van Java. Verhandelingen v. h. Geol. Mijnbouwk. Gen. voor Nederland en Kolonien, Geol. Ser., Deel IX, Derde stuk, pag. 171—204.
112. DAQUÉ, E. 1921. Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere. Borntraeger, Berlin.
113. DEECKE, W. 1914. Palaeontologische Betrachtungen. VI. Über Foraminiferen. N. Jahrb. Min. etc., Bd. II, p. 21.
114. DIENER, C. 1925. Grundzüge der Biostratigraphie. Fr. Deuticke, Leipzig und Wien.
115. DREYER, F. 1898. Peneroplis, eine Studie zur biologischen Morphologie- und Speziesfrage, pag. 1—119. Leipzig, Wilhelm Engelmann.

116. GOELDI, E. A., und FISCHER, ED. 1916. Der Generationswechsel im Tier- und Pflanzenreich, mit Vorschlägen zu einer einheitlichen biologischen Auffassung und Benennungsweise. Mitt. natf. Ges. Bern, pag. 60—111.
117. HARPE, PH. DE LA. 1880—1883. Etude des Nummulites de la Suisse. Abh. Schweiz. palaeontolog. Ges., 1ère partie: vol. VII, 1880, Nr. 2, 2ème partie: vol. VIII, 1881, Nr. 3, 3ème partie: vol. X, 1883, Nr. 4 (fin).
118. HARPE, PH. DE LA. 1883. Monographie der in Ägypten und der lybischen Wüste vorkommenden Nummuliten. Palaeontographica, Bd. 30 (3. Folge, Bd. 6), I. Teil, Cassel.
119. HARPE, PH. DE LA (Ed.: Rozlozsnik). 1926. Matériaux pour servir à une monographie des Nummulines et Assilines. Annuaire de l'Inst. Géol. Roy. Hong., XXVII. vol., LIX. liv.
120. HARTMANN, M. 1931. Relative Sexualität und ihre Bedeutung für eine allgemeine Sexualitäts- und eine allgemeine Befruchtungstheorie. Die Naturwissenschaften, Heft 1 und 2, Berlin.
121. HERON-ALLEN, E. 1915. Contribut. to the study of bionomics and reproductive Processes of the Foraminifera. Philosoph. Transact. Royal Soc. London, ser. B, vol. 206, pag. 227—279.
122. HOFKER, J. 1925. On Heterogamy in Foraminifera. Tijdschr. v. d. Nederl. dierk. Ver., Ser. 2, Bd. XIX, S. 68—70.
123. HOFKER, J. 1926. Die Foraminiferen aus dem Senon Limburgens. I—V. Naturhist. Maandbl. 15. Jaargg. I. pag. 24, II. pag. 29, III. pag. 38, IV. pag. 62, V. pag. 79. Natuurhist. Gen. Limburg, Maastricht.
124. HOFKER, J. 1927. The Foraminifera of the Siboga-Expedition. Monograph IV, Part I.
125. HOFKER, J. 1929. Life-history of *Coscinodiscus bicornis*, etc. Tijdschr. v. h. Ned. dierk. Ver., Ser. 3, Bd. I.
126. HOFKER, J. 1930. The Foraminifera of the Siboga-Expedition. Monograph IV, Part II.
127. HOFKER, J. 1930. Der Generationswechsel von *Rotalia beccarii*-var. *flevensis*, nov. var.; Zeitschr. für Zellforschung und mikroskop. Anatomie, Bd. 10, Heft 4, pag. 756—68.
128. HOFKER, J. 1930. Zoology of the Faroes. IIa: Foraminiferen. Copenhagen.
129. HOFKER, J. 1930. Die Fortpflanzung der Foraminiferen. Ann. de Protistologie, vol. III, pag. 25—34.
130. HOFKER, J. 1931. Preliminary Note on a statistic statement of Trimorphisme in *Biloculina Sarsi* Schlumberger. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver., 3de ser., Deel II, Afl. 4, pag. 179—184.
131. KRIJNEN, W. F. 1931. Het genus *Spiroclypeus* in het Indo-Pacifische gebied. Verh. geolog. mijnbouw. Gen. voor Nederl. en Koloniën, Geol. Ser., Deel IX, Tweede stuk, Bladz. 77—112.
132. LISTER, J. 1895. Contributions to the life history of the Foraminifera. Philosoph. Transact. R. Soc. London, vol. 186 B.
133. LISTER, J. 1906. The life-history of the Foraminifera. Nature, vol. LXXIV, May to October, p. 400—406.
134. MUNIER-CHALMAS. 1880. Sur le Dimorphisme des Nummulites. Bull. Soc. Géol. France, sér. 3, vol. 8, p. 300.
135. MUNIER-CHALMAS, et SCHLUMBERGER 1885. Note sur les Miliolidées trématophorées. Bull. Soc. Géol. France, sér. 3, vol. 13, p. 273—323.
136. PEARL, R., and DURBAN, F. J. 1902—03. Variation and Correlation in *Arcella vulgaris*. Biometrika, II, p. 321 ff.
137. PEARSON, K. 1894. On the mathematical Theorie of Evolution. Philos. Transact. R. Soc. London, Ser. A, vol. 185, Part I, pag. 71—110.
138. PRZIBRAM, H. 1913. Die Kammerprogression der Foraminiferen als Parallele zur Häutungsprogression der Mantiden. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organismen, 36, pag. 194—210.

139. RHUMBLER, L. 1894. Die Herkunft des Globigerina-Einschlusses bei Orbulina d'Orb.; Zool. Anzeiger, 17. Jahrgang, Leipzig.
140. RHUMBLER L. 1895. Neuere Untersuchungen über den Dimorphismus der Foraminiferen. Zool. Centralblatt, 2. Jahrg.
141. RHUMBLER, L. 1909. Die Foraminiferen (Thalamophoren) der Plankton-expedition, I. Teil: Die allgemeinen Organisationsverhältnisse der Foraminiferen. Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldt-Stiftung, Bd. III, Teil L, c.
142. ROLLIER, L. 1924. Sur la Spirale des Ammonites. Actes Soc. Jurass. d'Emulation, année 1923, sér. 2, vol. 28, pag. 52.
143. ROZLOZNIK, P. 1927. Einleitung in das Studium der Nummulinen und Assilinen. Mitt. Jahrb. K. Ungar. Geol. Anstalt, Bd. XXVI, Heft 1, pag. 1—154
144. SCHAUDINN, FR. 1894. Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung. Biolog. Centralblatt, Bd. 14, S. 161—166.
145. SCHAUDINN, FR. 1895. Über Plastogamie bei Foraminiferen. Sitzungsber. Ges. natf. Freunde, Berlin, Jahrg. 1895, Nr. 10, S. 170—190.
146. SCHAUDINN, FR. 1895. Über den Dimorphismus der Foraminiferen. Sitzgsber. Ges. natf. Freunde, Berlin, Nr. 10, S. 87—97.
147. SCHAUDINN, FR. 1895. Untersuchungen an Foraminiferen. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 59, S. 191.
148. SWARCZEWSKY, B. 1908. Über die Fortpflanzungserscheinungen bei Arcella vulgaris Ehrenbg. Arch. f. Protist.-Kunde (Schaudinn), Bd. 12, Heft 3.
149. VLERK, VAN DER. I. M. 1925. Het Foraminiferengenus Spiroclypeus en zijn beteekenis voor de stratigraphie van het Tertiair van den Indo-Australischen Archipel; Verh. v. h. Geol. Mijnbouw. Gen. voor Nederl. en Koloniën, Geol. Ser., Deel VIII, p. 561—567.
150. WELDON, W. F. R. 1901—02. A first study of natural selection in Clausilia laminata (Montagu), Biometrika, vol. 1, p. 109—124.
151. WERNER, F. 1924. Variationsanalytische Untersuchungen an Chydoriden, Versuch einer quantitativen Morphologie der Cladocerenschale. Zeitschr. für wiss. Biologie, Abt. A, Zeitschr. für Morphologie und Oekologie der Tiere, Bd. 2, Heft 1/2, p. 58—188.
152. WINTER, F. W. 1907. Zur Kenntnis der Thalamophoren, I, Untersuchungen über Peneroplis pertusus (Forskal). Arch. Protistenkunde, Bd. 10, pag. 1—113.
153. WOLTERECK, R. 1921. Variation und Artbildung, Analytische und experimentelle Untersuchungen an pelagischen Daphniden und anderen Cladoceren. Intern. Revue der ges. Hydrobiologie, 9, pag. 1—146.

Nachtrag zur Synonymieliste von Globorotalia menardii-tumida, p. 52.

- 1926 *Pulvinulina menardii* D'ORB., Hanzawa, Jap. Journ. Geol. Pal., 4, 1925.
- 1926 *Pulvinulina tumida* BRADY, ibid.
- 1926 *Pulvinulina menardii* D'ORB., Yabe and Hanzawa, ibid.
- 1926 *Pulvinulina tumida* BRADY, ibid.
- 1927 *Globorotalia menardii* (D'ORB.), Cushman, Bull. Scripps Instit. Oceanogr., Tech. Ser., 1, Nr. 10.
- 1928 *Pulvinulina menardii* D'ORB., Nuttall, Quart. Journ. Geol. Soc., 84.
- 1929 *Globorotalia menardii* (D'ORB.), Cushman and Wickenden, Proc. U. S. Nat. Mus., 75.
- 1931 *Globorotalia menardii* (D'ORB.), Cushman, Bull. U. S. Nat. Mus., 104, pt. 8.
- 1931 *Globorotalia tumida* (BRADY), ibid.

Manuskript eingegangen am 12. März 1934.

Korrelationstabellen, Quetelet'sche Frequenzpolygone und andere Darstellungen zu den variationsstatistischen Untersuchungen am Formenkreis der Globorotalia menardii - tumida (Fig. 1-14).

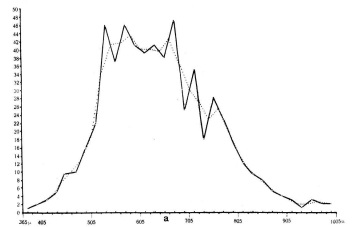


Fig. 1. Frequenzpolygon für die Dimension a (Breite), 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
a: Breite der Schalen
—: Empirisches Polygon
---: Sop. erstes Ausgleichspolygon

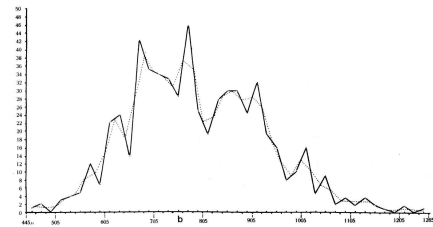


Fig. 2. Frequenzpolygon für die Dimension b (Länge der Schalen), 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
b: Länge der Schalen
—: Empirisches Polygon
---: Sop. erstes Ausgleichspolygon

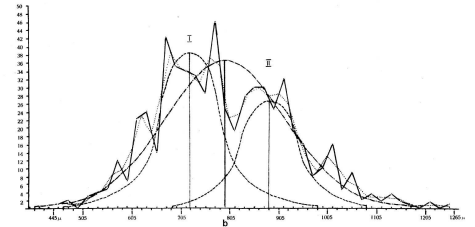


Fig. 3. Frequenzpolygone und Frequenzkurven für die Dimension b
—: Empirisches Frequenzpolygon
---: Sop. erstes Ausgleichspolygon
---: Theoretische Kurven I und II ohne Schiefeit
---: Symmetrische Bionomikurve für ein Kollektiv von 600 Exemplaren
M: Mittelwert der empirischen und der idealen Kurve
σemp: Standardabweichung des empirischen Polygons

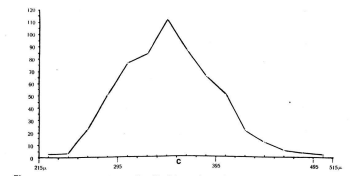


Fig. 4. Frequenzpolygon für die Dimension c (Dicke), 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
c: Dicke der Schalen
—: Empirisches Frequenzpolygon

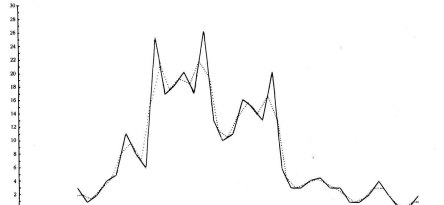


Fig. 5. Frequenzpolygon für die Dimension b (Länge), 300 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
b: Länge der Schalen
—: Empirisches Frequenzpolygon
---: Sop. erstes Ausgleichspolygon

Fig. 10. oben
Empirisches Frequenzpolygon für die Dimension b der Schalen der Globorotalia menardii, Klassen zu 20 µ, 600 Exemplare.
---: Die theoretischen Kurven I und II ohne Schiefeit mit Zoneneinteilung
unten
Korrelationstabelle für b & c und Verbreitung der makroph. und mikroph. Individuen

*: Exemplare nach der Größe der Embryonalkammer als makroph. bestimmt
+ : Exemplare nach der Größe der Embryonalkammer als mikroph. bestimmt
---: Grenzen der Verbreitung der nach der Größe der Embryonalkammer als makroph. bestimmten Exemplare
---: Grenzen der Verbreitung der nach der Größe der Embryonalkammer als mikroph. bestimmten Exemplare
Zahlen im Korrelationsfeld: Kammeranzahl der entsprechenden Exemplare
Zone I: Zone mit grosser Wahrscheinlichkeit nur mit Typen I
Zone II: Zone mit grosser Wahrscheinlichkeit nur mit Typen II
Zone III: Übergangszone: Typen I und II gemischt
Zone IIIa: Gemischt, vorwiegend aber Typus I
Zone IIIb: Gemischt, vorwiegend aber Typus II
Die Frequenztabellen an den einzelnen Zonen finden sich in einer Tabelle S. 75 zusammengestellt.

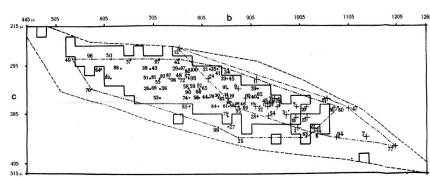


Fig. 6. Korrelationstabelle für die äusseren Dimensionen der Schalen b und c, 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
b: Länge der Schalen
c: Dicke der Schalen
Zahlen:
Laufnummern der Schalen aus der Urliste der sog. Ergänzungsmessungen
+ : Nach äusserlichen Merkmalen für mikroph. gehalten
* : Nach äusserlichen Merkmalen für makroph. gehalten
---: Äusserste Grenze der im Korrelationsfeld vorkommenden Exemplare
---: Grenzen der Hauptmenge der im Korrelationsfeld vorkommenden Exemplare
---: Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für mikroph. gehaltenen Exemplare
---: Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für makroph. gehaltenen Exemplare

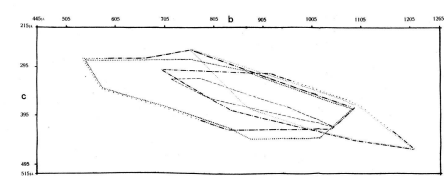


Fig. 7. Korrelationstabelle für b und c, 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
b: Länge der Schalen
c: Dicke der Schalen
---: Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für makroph. gehaltenen Exemplare
---: Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für mikroph. gehaltenen Exemplare
---: Grenzen der nach anatomischen Merkmalen als makroph. bestimmten Exemplare
---: Grenzen der nach anatomischen Merkmalen als mikroph. bestimmten Exemplare
---: Grenzen der Exemplare unsicherer Stellung

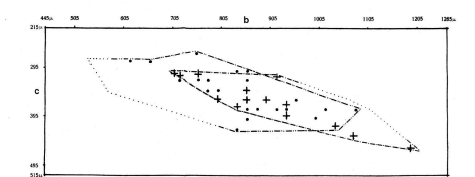


Fig. 8. Korrelationstabelle für b & c und Verbreitung der makrophären und mikrophären Individuen im Korrelationsfeld.
* : Exemplare nach dem Charakter der Spirale als makroph. bestimmt
+ : Exemplare nach dem Charakter der Spirale als mikroph. bestimmt
---: Grenzen der Verbreitung der nach dem Charakter der Spirale als makroph. bestimmten Exemplare
---: Grenzen der Verbreitung der nach dem Charakter der Spirale als mikroph. bestimmten Exemplare

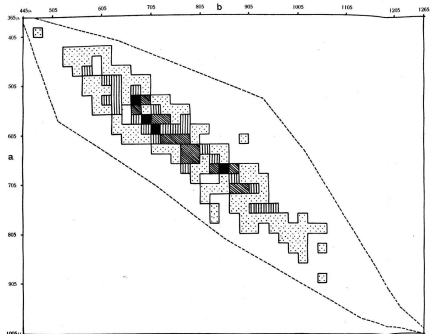


Fig. 9. Korrelationstabelle für die äusseren Dimensionen b und a, 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
b: Länge der Schalen
a: Breite der Schalen
---: Äusserste Grenze des Gebietes mit Individuen im Korrelationsfeld
---: Klassen mit der Frequenz
1 2 3 4
5 6
7 8 9
10 und mehr als 10

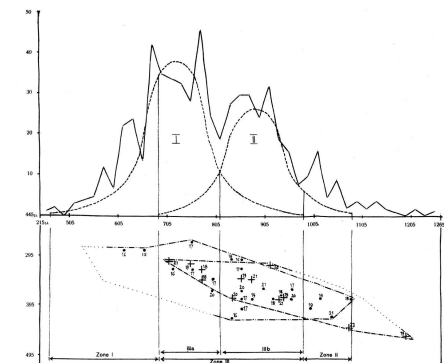


Fig. 10. Empirisches Frequenzpolygon für die Dimension b der Schalen
Legende siehe oben

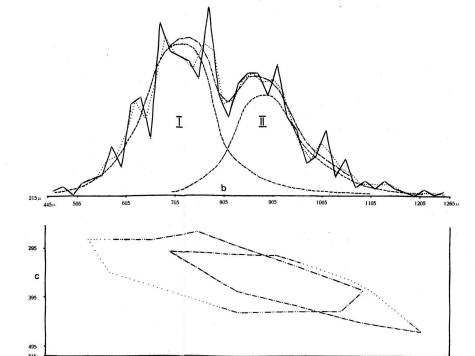


Fig. 11. oben
Empirisches Frequenzpolygon für b der Schalen der Globorotalia menardii, Klassen zu 20 µ, 600 Exemplare, mit den Theoretischen Kurven I und II mit Schiefeit.
---: Empirisches Frequenzpolygon
---: Sop. Erstes Ausgleichspolygon
---: Theoretische Kurven I und II mit Schiefeit
---: Additionskurve der beiden Theoretischen Kurven I und II
unten
Korrelationstabelle für b & c und Verbreitung der makroph. und mikroph. Individuen
---: Grenzen der Verbreitung der nach anatomischen Merkmalen als makroph. bestimmten Exemplare
---: Grenzen der Verbreitung der nach anatomischen Merkmalen als mikroph. bestimmten Exemplare

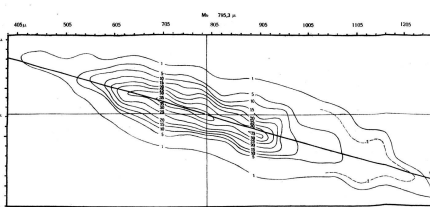


Fig. 12. Empirische Korrelationsfrequenzfläche der Korrelation von b und c, 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
---: Isoletten für die Frequenzen 1 bis ca. 35
Mb: b-Mittelwert für das ganze Kollektiv, 795,3 µ
Mc: c-Mittelwert für das ganze Kollektiv, 347,3 µ
W: Wirth'sche mittlere Gerade

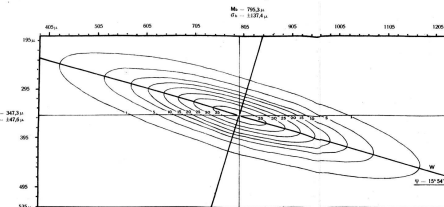


Fig. 13. Ideale Korrelationsfrequenzfläche der Korrelation von b und c, 600 Exemplare.
---: Isoletten für die Frequenzen 1 bis ca. 35
Z0: Maximale zentrale Frequenz mit 37,9 Individuen
W: Wirth'sche mittlere Gerade
v: Winkel, den die Wirth'sche mittlere Gerade mit der Abszisse bildet (10-54°)

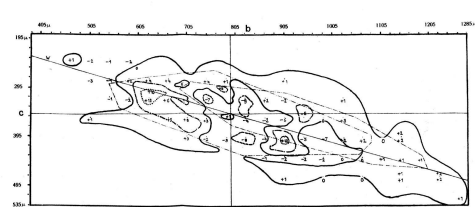


Fig. 14. Differenzfläche zwischen der empirischen und der idealen Korrelationsfrequenzfläche, 600 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
---: Trennt die Gebiete mit den Frequenzen von -1 bis -6 und von +1 bis +4
---: Umfassen die Gebiete mit Frequenzdifferenzen von mehr als -6
---: Umfassen die Gebiete mit Frequenzdifferenzen von +6 bis +9
---: Umfassen die Gebiete mit Frequenzdifferenzen von +10 und mehr
---: Grenzen des Gebietes der nach anatomischen Merkmalen als makroph. bestimmten Exemplare
---: Grenzen des Gebietes der nach anatomischen Merkmalen als mikroph. bestimmten Exemplare
W: Wirth'sche mittlere Gerade

Korrelationstabellen, Quetelet'sche Frequenzpolygone und andere Darstellungen zu den variationsstatistischen Untersuchungen an den Formenkreisen der *Truncatulina margaritifera* - var. *granulosa* (Fig. 1-5, 7 und 8) und der *Globorotalia menardii* - *tumida* (Fig. 6 und 7).

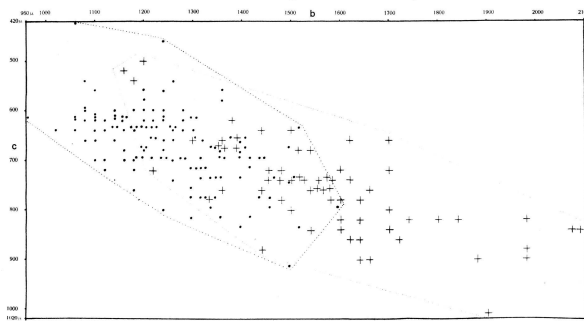


Fig. 1. Korrelationstabelle für die äusseren Dimensionen der Schalen der *Truncatulina margaritifera* - var. *granulosa*, Serie I, 200 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
b: Grösster Mediandiameter der Schalen
c: Axialdiameter
+ : Orte der nach äusserlichen Merkmalen für makrosphär gehaltenen Exemplare
+ : Orte der nach äusserlichen Merkmalen für mikrosphär gehaltenen Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für makrosphär gehaltenen Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für mikrosphär gehaltenen Exemplare

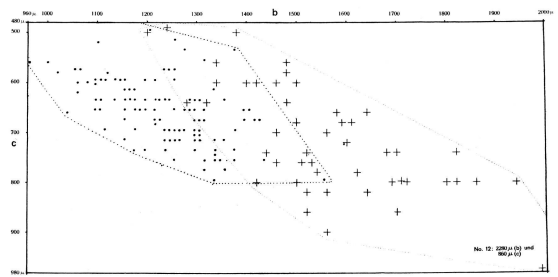


Fig. 2. Korrelationstabelle für die äusseren Dimensionen der Schalen, b & c, Serie II, 160 Exemplare, Klassen zu 20 µ.
b: Mediandiameter der Schalen
c: Axialdiameter
+ : Orte der nach äusserlichen Merkmalen für makrosphär gehaltenen Exemplare
+ : Orte der nach äusserlichen Merkmalen für mikrosphär gehaltenen Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für makrosphär gehaltenen Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für mikrosphär gehaltenen Exemplare

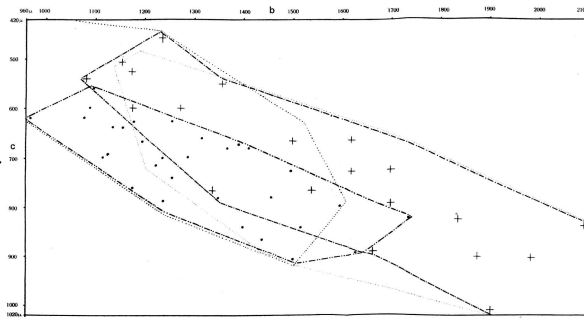


Fig. 3. Korrelationstabelle für die äusseren Dimensionen der Schalen, b & c, Serie I, 200 Exemplare, Klassen zu 20 µ, und Übersicht über die Resultate der anatomischen Untersuchungen
b: Mediandiameter
c: Axialdiameter
+ : Orte der nach anatomischen Merkmalen als makrosphär bestimmten Exemplare
+ : Orte der nach anatomischen Merkmalen als mikrosphär bestimmten Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach anatomischen Merkmalen als makrosphär bestimmten Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach anatomischen Merkmalen als mikrosphär bestimmten Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für makrosphär gehaltenen Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für mikrosphär gehaltenen Exemplare

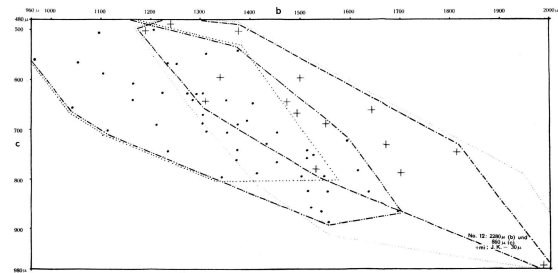


Fig. 4. Korrelationstabelle für die äusseren Dimensionen der Schalen, b & c, Serie II, 160 Exemplare, Klassen zu 20 µ, und Übersicht über die Resultate der anatomischen Untersuchungen
b: Mediandiameter der Schalen
c: Axialdiameter
+ : Orte der nach anatomischen Merkmalen als makrosphär bestimmten Exemplare
+ : Orte der nach anatomischen Merkmalen als mikrosphär bestimmten Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach anatomischen Merkmalen als makrosphär bestimmten Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach anatomischen Merkmalen als mikrosphär bestimmten Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für makrosphär gehaltenen Exemplare
--- : Grenzen der Verbreitung der nach äusserlichen Merkmalen für mikrosphär gehaltenen Exemplare

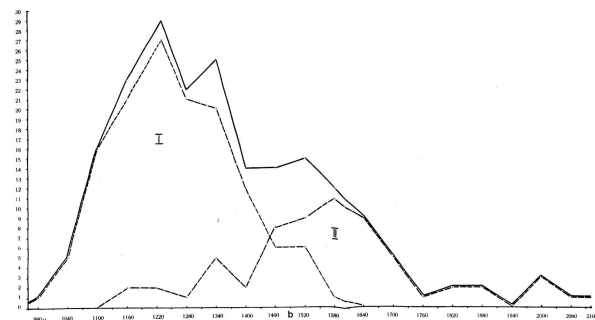


Fig. 5. Frequenzpolygone für die Dimension b (Mediandiameter) für die gesamte Plethe, Serie I, 200 Exemplare, Klassen zu 50 µ, und für die beiden Typen I und II
--- : Frequenzpolygon für die gesamte Plethe
--- : Frequenzpolygone für die beiden Typen I und II

Fig. 6. *Globorotalia menardii* - *tumida*
Nr. 1-8: Variationsreihe von kleinen, relativ dicken (Typus *tumida*), bis zu grossen, relativ dünnen (Typus *menardii*) Exemplaren, Vergr. ca. 20×
Nr. 9: Initialspirale der mikrosphären Form
Nr. 10: Initialspirale der makrosphären Form

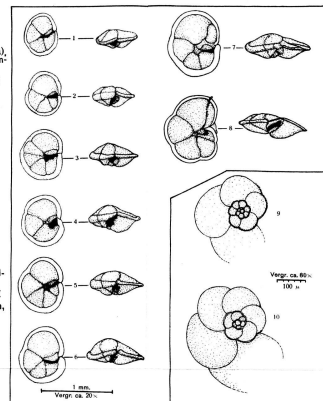


Fig. 7. (*Truncatulina margaritifera* und *Truncatulina margaritifera* - var. *granulosa*)
Nr. 1: Initialspirale der mikrosphären Form } Vergr. ca. 70×
Nr. 2: Initialspirale der makrosphären Form }
Nr. 3-12: Variationsreihe von kleinen, relativ dicken, bis zu grossen, relativ dünnen Exemplaren, Vergr. ca. 20×

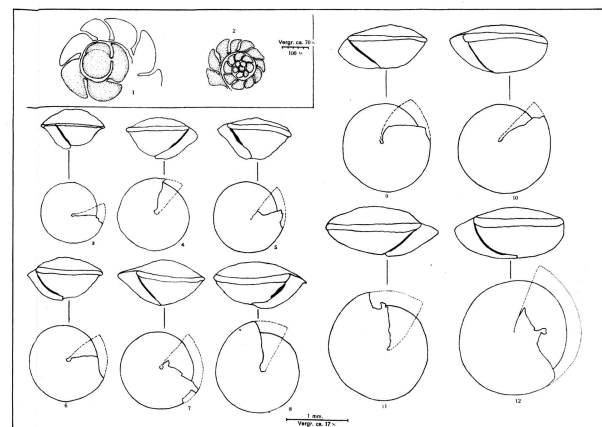


Fig. 8. *Truncatulina margaritifera* und *Truncatulina margaritifera* - var. *granulosa*
Legende siehe oben

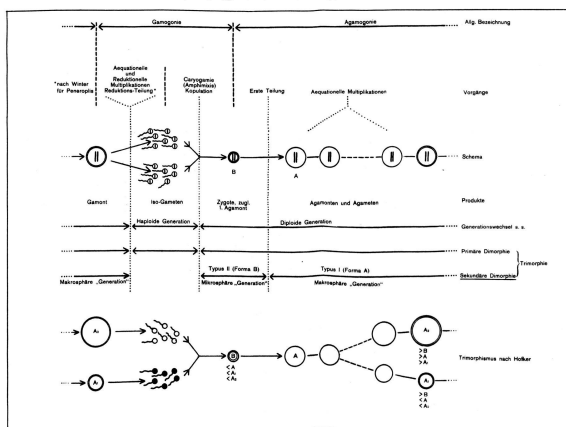


Fig. 7. Beziehungen des Schalendimorphismus zum Lebenszyklus der Foraminifern und zum „Trimorphismus“ Hofker's.

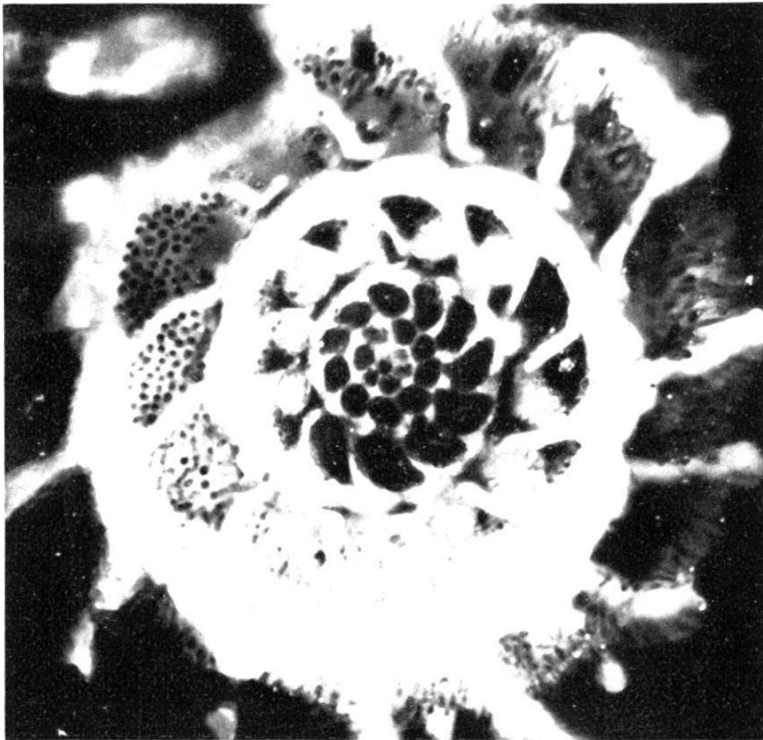


Fig. 1.

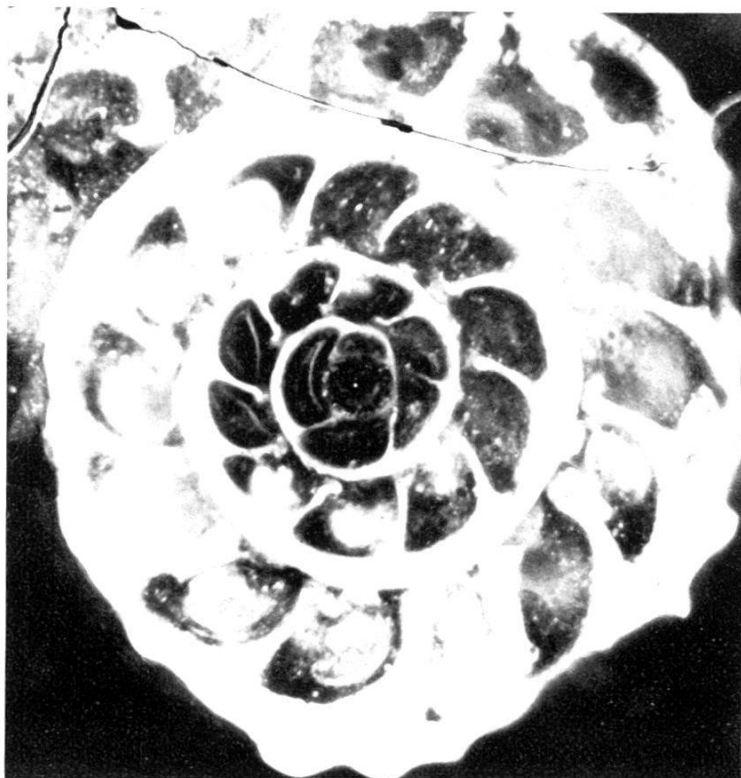


Fig. 2.

Druck Birkhäuser, Basel.

- Fig. 1. *Truncatulina margaritifera* BR., mikrosphäre Initialspirale (Kammerausfüllungspräparat).
Fig. 2. *Truncatulina margaritifera* BR., makrosphäre Initialspirale (Kammerausfüllungspräparat).