



Bemerkungen über Protozoen.

Von Dr. **Ernst Stromer** in München.

Bei Gelegenheit einer größeren zusammenfassenden Arbeit über fossile Protozoen wurde ich auf mehrere, in Paläontologenkreisen wenig oder nicht bekannte zerstreute Abhandlungen aufmerksam und sah mich genötigt zu einigen wichtigen Fragen Stellung zu nehmen. Ich möchte nun im folgenden einige Mitteilungen darüber veröffentlichen, um darauf aufmerksam zu machen und zur Lösung Anregung zu geben.

I. Über die Trennung der perforaten und imperforaten und über die geologisch ältesten Foraminiferen.

Vor einigen Jahren veröffentlichte MEIGEN¹ eine kurze Notiz über die Unterscheidung von Aragonit und Kalkspat, worüber LANGE² später eingehender sich verbreitete. Es ist nun bis jetzt unentschieden, ob die Schalen der imperforaten Foraminiferen im Gegensatz zu den perforaten, bei welchen Kalkspat sicher nachgewiesen ist³, aus Aragonit bestehen⁴. Man kann dabei nach den Kritiken, die über Miß KELLY'S „Conchit“ von verschiedenen Seiten, z. B. von BRAUNS, MEIGEN, übereinstimmend gefällt wurden, wohl annehmen, daß diese Substanz von Aragonit sich mineralogisch nicht unterscheidet, denn ihr ein wenig abweichendes Verhalten läßt sich einfach dadurch erklären, daß bei der Schalenbildung der Wirbellosen zwar Kristallisationsprozesse eine Rolle spielen, wie BIEDERMANN nachwies, daß sie aber stets in einer organischen Grundsubstanz stattfinden.

¹ Zuerst in dieser Zeitschrift. 2. p. 577—578. 1901.

² Über das Verhalten von kohlen-saurem Kalk zu Kobaltsalzen. Inaug.-Diss. Freiburg i. B. 1904.

³ AGNES KELLY, Beiträge zur mineralogischen Kenntnis der Kalkausscheidungen im Tierreich. Inaug.-Diss. München 1901. p. 39.

⁴ CHAPMAN, The Foraminifera. London 1902. p. 39, 40. — LISTER in RAY LANKASTER: A Treatise on Zoology. London 1903. 1. p. 53 Anm. — CHAPMAN in Ann. Magaz. nat. Hist. Ser. 7. 14. p. 310. London 1904.

Nachdem in den neueren Systemen von RHUMBLER¹ und EIMER und FICKERT² die Trennung der Perforaten und Imperforaten ganz fallen gelassen wurde, ohne daß obige Frage gelöst wäre, schien es mir von Bedeutung, mit Hilfe von MEIGEN's Reaktionen darüber Gewißheit zu erlangen. Durch die Güte der Herren Prof. HERTWIG und ROTHPLETZ und Dr. SCHWANGART dahier konnte ich aus rezentem Material Proben von 1. *Heterostegina*, 2. *Amphistegina*, 3. *Peneroplis pertusus* FORSKÅL, 4. *Miliolina* (*Triloculina*, *Quinqueloculina* und *Spiroloculina* gemischt) aussuchen und Herr Dr. VERVUERT, Assistent am geologisch-mineralogischen Institut des hiesigen Polytechnikums, war so freundlich, sie in meiner Gegenwart zu untersuchen, wofür ich ihm wie den genannten Herren bestens danke.

Es wurde zunächst festgestellt, daß in der Tat mit verdünnter Kobaltnitratlösung Aragonitpulver sofort nach dem Aufkochen helllila wird, während Kalkspatpulver weiß bleibt und erst nach mehr als 5' langem Kochen blau wird. Die vorher mit destilliertem Wasser ausgekochten und fein gepulverten Proben verhielten sich nun alle wie letzteres, nur daß die dritte länger weiß blieb als die erste. Alle Proben derselben Arten und eine von rezenten *Orbitolites* prüfte ich dann noch mit einer konzentrierten Lösung von Mohr'schem Salz $[(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 + 6 aq]$, das mit Kalkspatpulver gelb, mit Aragonitpulver und z. B. mit Perlmutter dunkelgrün wird. Auch hierbei ergab sich in kürzester Zeit stets eine deutliche, rein gelbe Färbung, also die für Kalkspat charakteristische.

Danach kann man wohl annehmen, daß die Schalen der Imperforaten wie die der Perforaten aus Kalkspat bestehen, ich glaube aber trotzdem wie KEMNA³, daß es unberechtigt ist, wegen des Nachweises von einzelnen Übergängen und wegen der isomorphen Formen den Unterschied zwischen beiden Gruppen ganz zu ignorieren, und wie einst D'ORBIGNY allzu einseitig nur die Gestalt der Schalen zu berücksichtigen⁴.

Ich finde eine Stütze dieser Ansicht darin, daß die Imperforata erst vom Ende des Paläozoikums an⁵ bekannt sind, die verschiedensten Perforaten schon im ältesten Paläozoikum, wobei unsere gute Kenntnis der so häufigen und formenreichen carbonischen

¹ Nachr. k. Ges. Wiss. math.-nat. Kl. Göttingen 1895. p. 51 ff.

² Zeitschr. f. wiss. Zool. 65. p. 599 ff. 1899.

³ Ann. Soc. R. malac. Belgique. (Bull.) 37. p. LX ff. Bruxelles 1902.

⁴ Man vergleiche, daß auch bei der Unterscheidung der Asteroidea und Ophiuroidea, die doch allgemein aufrecht erhalten wird, kein trennendes Merkmal nachgewiesen ist, von dem es nicht bei den rezenten und noch mehr bei den paläozoischen beiderseits Ausnahmen gibt.

⁵ *Nubecularia* soll nach CHAPMAN l. c. im Permocarbon Australiens, *Cornuspira* nach SPANDEL (Die Foraminiferen des deutschen Zechsteins. Nürnberg 1898. p. 4) im Zechstein Mitteldeutschlands schon vorhanden sein.

Foraminiferen zu betonen ist. Da aber aus älteren Schichten überhaupt nur auffällig wenige Genera in zerstreuten Publikationen beschrieben wurden und mir überdies die Mehrzahl davon kaum bestimmbar erscheint, lohnt es sich wohl, die mir bekannte Literatur kurz kritisch durchzusprechen.

Aus dem Devon beschrieb zuerst TERQUEM¹ von Paffrath in der Eifel Steinkerne, von welchen mir aber nur solche von *Globigerina* leidlich genug erhalten zu sein scheinen, um sich mit einiger Sicherheit als solche bestimmen zu lassen. Dann erwähnte LÖRENTHEY² einen devonischen Kalk von Paj-suj-kiang (Prov. Kansu, China) mit „deutlichen *Trochammina*-(*Ammodiscus*-)Resten“, aber ohne Abbildung und ebenso SCHUBERT³ aus Böhmen *Bulimina* und schlecht erhaltene *Hyperammina*, *Saccamina*, *Rheophax* und *Stacheia*. Nach einer mir gütigst von ihm übersandten Zeichnung erscheint das Vorkommen von *Bulimina* gesichert, doch glaube ich nicht, daß man diese Form nach dem, was man über rezente planktonische Foraminiferen weiß⁴, wie SCHUBERT als planktonisch bezeichnen darf.

Aus dem Silur erwähnte zuerst BLAKE⁵ Abdrücke von *Dentalina* im Caradoc von Aberstwith in Wales, dann beschrieb TERQUEM (l. c.) aus dem Obersilur von Waldron (Indiana) *Placopsilina*-Steinkerne, BRADY⁶ von Malverns in England Lagenen, LÖRENTHEY⁷ nannte aus Crinoiden-Kalk von Pu-pjao (Prov. Yünnan, China) einen *Ammodiscus*- oder *Trochammina*-Querschnitt und endlich beschrieb CHAPMAN⁸ von Wenlock in England kleine *Lagena*-Querschnitte und aus gleichalterigem Gestein von Gotland *Hyperammina* und *Stacheia*. Aber nur diese zwei Genera, die Lagenen BRADY's und eine *Placopsilina* TERQUEM's scheinen mir genügend gut erhalten zur sicheren Bestimmung.

Aus dem Cambrium endlich beschrieb zuerst EHRENBERG⁹ aus der Umgebung von Petersburg eine größere Anzahl von Steinkernen, die ihrer Gestalt nach Perforaten angehören und mindestens die Existenz zahlreicher mehrkammeriger Formen von verschiedener

¹ Bull. Soc. géol. France. Ser. 3. 8. p. 414. Paris 1880.

² Wiss. Ergebn. d. Reise d. Grafen BÉLA SZÉCHÉNYI in Ostasien. 3. p. 243. Budapest 1898.

³ Verh. geol. Reichsanstalt. Wien 1902. p. 66.

⁴ RHUMBLER in BRANDT, Nordisches Plankton. XIV. Nordische Foraminiferen. Kiel 1900. — KEMNA in Ann. Soc. R. malac. Belgique (Bull.) 38. p. CIX ff. Bruxelles 1903.

⁵ Geol. Magaz. Dec. 2. 3. p. 134, 135. London 1876.

⁶ Geolog. Magaz. Dec. 2. 7. p. 481. London 1880.

⁷ l. c. p. 242.

⁸ Ann. Magaz. nat. Hist. London 1901. p. 142.

⁹ Abh. Akad. Wiss. Berlin 1855. p. 85 ff. und Monatsber. Akad. Wiss. Berlin 1858. p. 295 ff.

Kammeranordnung beweisen. Auch Baron TOLL¹ erwähnte aus den cambrischen oolithischen Kalken mit *Dicellosephalus* am Olenek und an der Lena in Nord-Sibirien Foraminiferensteinkerne, leider ohne in seiner späteren ausführlichen Publikation auf sie zurückzukommen. Weiterhin beschrieb MATTHEW² aus Phosphoritknollen und Schiefeln der untercambrischen *Protolenus*-Schichten in Neu-Braunschweig Schalen von *Globigerina* und *Orbulina*, wobei aber nicht gesichert ist, ob alle Poren hatten. Endlich glaubte CHAPMAN³ in schieferigem Kalke von Malverns (Shropshire, England) nach Querschnitten *Lagena*, ? *Nodosaria*, *Marginula*, *Cristellaria* und *Spirillina*-Arten bestimmen zu können. Wer aber die bei rezenten Formen genugsam nachgewiesene Variabilität vieler Foraminiferen berücksichtigt und die Bedeutung der Schalenverzierung z. B. bei *Lagena* nicht ignoriert, dürfte davon nur die Bestimmung der Gattung *Spirillina* anerkennen.

Es ist also eine sehr große Zahl der aus dem älteren Paläozoikum beschriebenen Foraminiferen nichts als ein unnützer Balast für die Wissenschaft, denn was soll man denn wissenschaftlich z. B. mit so jämmerlichen Objekten anfangen können, wie sie in der letztgenannten Abhandlung als *Lagena*-Arten beschrieben und abgebildet werden?

Ich halte für das Devon nur die Gattungen *Globigerina* und *Bulimina*, für das Silur *Lagena*, *Placopsilina*, *Hyperammia* und *Stacheia*, für das Cambrium *Globigerina*, *Orbulina* und *Spirillina* für genügend sicher nachgewiesen. Im Obersilur finden sich demnach die ältesten bekannten festsitzenden und agglutinierenden Formen und schon im untersten Cambrium beisammen Globigerinen und *Orbulina*, deren rezente planktonische Formen nach neueren Untersuchungen in so eigentümlichen engen Beziehungen stehen. Auch sind nach EHRENBERG's Befunden schon im Cambrium vielerlei Formen der Perforaten (ein- und zweireihige geradegestreckte, in einer Ebene und in Schneckenform spirale) vertreten. Wenn agglutinierende darin noch nicht konstatiert sind, muß übrigens auf die Dürftigkeit unserer Kenntnisse und darauf hingewiesen werden, daß im Kohlenkalk agglutinierende und perforate Foraminiferen durch besonders viele Übergänge verbunden zu sein scheinen.

II. Über die geologische Verbreitung der Radiolarien.

Da die umfangreichen Arbeiten von RÜST über fossile Radiolarien als Hauptquelle der Kenntnis benützt werden, seien hier nur kurz einige zerstreut veröffentlichte erhebliche Beanstandungen

¹ N. Jahrb. f. Min. etc. 1895. II. p. 163.

² Trans. New York Acad. 14. p. 109 ff. 1895. 12 1893.

³ Quart. Journ. geol. Soc. 56. p. 257 ff. London 1900.

seiner Altersangaben zusammengestellt. Nach VINASSA DE REGNY¹ sollen im Permocarbon Siziliens keine kieseligen Gesteine mit Radiolarien vorkommen und Rüst's Material aus dortigem oberem Lias oder Eocän stammen, auch sind nach ihm² Rüst's Jaspisse aus Toskana nicht jurassisch, sondern eocän. Nach ZEISE³ sind endlich Rüst's Koprolithen von Ilsede in Hannover nicht Lias-Doggerreste auf sekundärer Lagerstätte, sondern gehören dem Gault an. Herr Dr. JOH. BÖHM in Berlin hatte die Güte, meine diesbezügliche Anfrage dahin zu beantworten, daß er auch nichts von jurassischen Ammoniten von dort wisse, daß nur Phosphoritknollen, keine Koprolithen dort vorkämen und daß sie dem Gault entstammend in der Emscher Stufe auf sekundärer Lagerstätte sich befänden. Es sind demnach Rüst's hier genannte Altersangaben, wenn auch nicht alle als sicher widerlegt, so doch als äußerst fraglich anzusehen⁴.

III. Über fossile Flagellaten.

Die von EHRENBERG⁵ zuerst fossil im Tertiär nachgewiesenen Kieselskelette von *Dictyocha* wurden bis in die neuere Zeit den Phaeodarien zugerechnet und sind z. B. auch in STEINMANN'S Elementen der Paläontologie (1903. p. 78) noch bei ihnen aufgeführt, obwohl BORGERT⁶ schon vor Jahren nachgewiesen und LEMMERMANN neuerdings bestätigt hat, daß sie von Protozoen des Oberflächenplanktons ausgeschieden werden, die keine Radiolarien, sondern wohl Flagellaten sind, und daß nur manche Phaeodarien, die kein eigenes Skelett ausscheiden, sie wie andere winzige Fremdkörper als Skelett aufnehmen. Obgleich noch manches dabei unklar ist und der Nachprüfung bedarf, vor allem, warum im Tertiär öfters zwei *Dictyocha*-Skelette locker verbunden vorkommen — BORGERT'S Erklärung dafür, daß es in Vermehrung begriffene Formen wären, erscheint mir wenig wahrscheinlich — ist es doch von Interesse zu wissen, wie weit sie fossil bekannt sind.

Gar nicht selten sind sie offenbar in jungtertiären an Radiolarien und Diatomeen reichen Ablagerungen⁷, speziell der Mittel-

¹ Rend. R. Accad. Lincei. Roma 1898. p. 38.

² l. c. p. 35.

³ Jahrb. preuß. geol. Landesanstalt. Berlin 1895. p. 3.

⁴ Auch CHAPMAN, der in seinem Buch: The Foraminifera, London 1902 eine dankenswerte übersichtliche Literaturzusammenstellung gibt, irrt sich mehrfach in den Altersangaben, indem er z. B. die Abhandlung von REUSS über die Fauna der Steinsalzablagerungen von Wieliczka (1867) bei der Trias, die von D'ORBIGNY über die Foraminiferen des Wiener Beckens (1846) bei dem Oligocän statt bei dem Miocän aufführt.

⁵ Abh. Akad. Wiss. Berlin 1838.

⁶ Zeitschr. f. wiss. Zool. 51. 629 ff. 1890.

⁷ Ber. D. botan. Ges. Berlin 1901. 19. p. 247 ff.

meerländer, z. B. von Caltanissetta in Sizilien. EHRENBERG¹ bildete sie öfters u. a. auch von Virginien und Kalifornien ab, ebenso STÖHR² und LEMMERMANN l. c. und auch DREYER³ erwähnte sie von Caltanissetta als häufig.

Aus der Kreide beschrieb sie ZITTEL⁴, doch ist nicht ganz gewiß, ob seine Fig. 6, 6 a Taf. 2 eine Dictyochide ist. Was RÜST⁵ hierher rechnete, erscheint in seiner Zugehörigkeit noch unsicherer, besonders wenn man erwägt, daß manche Radiolarien, z. B. gewisse Tympaniden und Stephiden, ein ähnliches Skelett hat. Eher kann man das von ihm aus Zilli in Sachsen abgebildete Skelett⁶ hierher stellen, doch gehen dabei, wie bei seinen ebendaher stammenden ähnlichen *Dictyospyris*-Formen⁷ die Randstacheln von den Radialstreben aus, statt wie bei den rezenten Dictyochiden am Ring zwischen ihnen zu entspringen. Zuletzt wären dann noch die aus der oberen Trias von St. Cassian in Südtirol von GÜMBEL⁸ beschriebenen Reste als in ihrer Zugehörigkeit ganz fraglich zu erwähnen.

Es sind demnach fossile Dictyochiden (*Silicoflagellata* BORGERT 1890) mit Sicherheit nur aus dem Jungtertiär der Mittelmeerländer und Nordamerikas und mit Wahrscheinlichkeit aus der europäischen Kreide bekannt.

Viel weiter zurück lassen sich bekanntlich die geologisch wichtigen Coccolithen verfolgen, für welche LOHMANN⁹ die Zugehörigkeit zu den Autoflagellaten nachwies. Von ihnen ist zu erwähnen, daß aus der Kreide undurchbohrte Scheibchen mit verdicktem Rand (*Discolithen*) und wenigen radialen Verdickungen abgebildet worden sind z. B. von SOLLAS¹⁰ aus dem Cambridge Greensand in England und von MC. CLUNG¹¹ aus der oberen Kreide von Kansas, Formen, wie sie bei rezenten Coccolithophoriden noch nicht gefunden sind. Es ist deshalb, besonders bei den letzt-erwähnten unsicher, ob sie dazu gehören. Bei sehr vielen fossilen erscheint auch der Rand kreneliert oder rosenkranzartig, z. B. in EHRENBERG's Mikrogeologie 1854, Taf. 24 A usw., doch beruht das vielleicht nur auf dem Erhaltungszustand der winzigen Skelett-

¹ l. c. und Mikrogeologie. Berlin 1854. Taf. 18—22, 35.

² Paläont. 26. p. 120. 1886.

³ Jena. Zeitschr. f. Naturw. 1890. p. 52.

⁴ Zeitschr. d. geol. Ges. 28. p. 83. Berlin 1876.

⁵ Paläont. 31. p. 320. Taf. 17. Fig. 12, 13. 1885.

⁶ Paläont. 34. p. 213. Taf. 28 Fig. 21. 1888.

⁷ Paläont. 34. p. 205. Taf. 27 Fig. 11. 1888.

⁸ Jahrb. geol. Reichsanstalt. 19. p. 179. Taf. 5 Fig. 24. Wien 1869.

⁹ Archiv f. Protistenkunde. 1. p. 89 ff. 1902.

¹⁰ Geolog. Magaz. Dec. 2. 3. Taf. 21 Fig. 19. 1876.

¹¹ Univ. geol. Surv. Kansas. 4 Palaeont. Pt. 1. p. 424 ff. Taf. 85 Fig. 10. 1898.

teile. SOLLAS¹ rechnete aber auch Gebilde hierher, die trotz ihrer sehr geringen Größe zu Echinodermen und speziell zu Holothuriern gehören dürften².

IV. Über weitere fossil erhaltungsfähige Protozoen.

Es ist darauf aufmerksam zu machen, daß die Xenophyophoren, die von FR. EILH. SCHULZE³ neuestens zu den Rhizopoden gerechnet werden, insofern fossil erhaltungsfähig sind, als kleine Körper voll Spongien-Nadeln und Radiolarien-Resten sich finden können. Auch die Skelette mancher Heliozoen, die Sphaeodarien ähnlich sind, ließen sich wohl fossil nachweisen, während die aus einer leicht löslichen Kieselsäureverbindung bestehenden Gerüste der Acantharien und Phaeodarien wohl nur unter Ausnahmbedingungen sich erhalten können.

Zum Schluß ist noch zu erwähnen, daß die zu den heterotrichen Infusorien gehörigen Tintinniden des Meeresplankton eine chitinöse, nur manchmal agglutinierte Schale haben. Es gehören also die von RÜSR⁴ dazu gerechneten Reste aus den Phosphoritknollen von Ilsede (s. oben p. 229) kaum dazu. Nach allem sind bisher von Protozoen nur kalk- und kieselschalige Foraminiferen, Spumellarien, Nassellarien, Dietyochiden und Coccolithophoriden fossil sicher nachgewiesen.

¹ l. c. Taf. 21 Fig. 10—14.

² SPANDEL, der neuerdings bei der Beschreibung von Holothuriern-Resten aus dem deutschen Zechstein (Abh. naturh. Ges. Nürnberg. 11. p. 24 ff. Taf. 13 Fig. 9, 10. 1898) die Literatur zusammenstellte, hat dabei u. a. die in GÜMBEL's oben zitierter Abhandlung als fraglich dazu gerechneten Reste von St. Cassian nicht erwähnt und übersah vor allem LUDWIG's (BRONN: Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Echinodermen. 1. Die Seewalzen. p. 438 ff. 1889—92) kritische Bemerkungen über die fossilen Reste. Deshalb möchte ich ausdrücklich auf sie hinweisen, damit nicht hier weiterhin, wie leider so oft, nicht näher oder gar nicht bestimmbar Fossilien mit Gattungs- und Artnamen belegt werden, und so der Anschein erweckt wird, als seien die betreffenden Genera wirklich nachgewiesen.

³ Wiss. Ergebn. d. Tiefsee-Expedit. 11. Jena 1905.

⁴ Paläont. 31. p. 320. Taf. 19 Fig. 1—8. 1885.