

ПРОБЛЕМЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

ТОМ II—III

PROBLEMS OF PALEONTOLOGY

VOLUME II—III

STUDIEN ÜBER FORAMINIFEREN AUS DER KREIDE UND DEM TERTIÄR DES KAUKASUS

I. DIE FORAMINIFEREN DER ALTESTEN TERTIÄRSCHICHTEN DES NORDWEST- KAUKASUS

Von

Dr. MARTIN F. GLAESSNER, Moskau

1. EINLEITUNG

a. Probleme der Mikropaläontologie

Die Untersuchung der Foraminiferen aus der Schichtserie der kaukasischen Erdölfelder¹ hat nicht nur grossen praktischen Wert für die Aufklärung der Stratigraphie des Gebietes, sondern liefert auch reiches Material für die Entwicklung der Zielsetzungen und Methoden der Mikropaläontologie, die immer mehr zu einem bedeutungsvollen Zweig paläontologischer Forschung heranwächst. Dieses Wachstum wird der praktischen Auswertung ihrer Ergebnisse eine verbreiterte theoretische Grundlage geben.

Heute beschränkt man sich vielfach darauf, die tatsächliche Verbreitung der Mikrofauna in der untersuchten Schichtserie zu registrieren, jeden Wechsel in ihrer Zusammensetzung zur stratigraphischen Grenzziehung zu benützen und aus der bisher bekannten Verbreitung der vorgefundenen Arten ohne Auswahl der Vergleichsobjekte Schlüsse zu ziehen. Demgegenüber gehe ich von folgenden Grundsätzen aus:

1. Bei der Beschreibung soll der Vorteil des massenhaften Vorkommens der mikropaläontologischen Studienobjekte voll ausgewertet und die Variabilität berücksichtigt werden, die bei den Foraminiferen als primitiven Organismen besonders gross ist. Dabei muss der Artbegriff der alten einflussreichen Schule Brady's, der nur fliessende Formenkreise anerkennt, ebenso kritisch beurteilt werden, wie die mechanische Verwertung aller feststellbaren „Unterschiede“ sogar einzelner Exemplare von bekannten zur Aufstellung neuer Arten, wie sie insbesondere bei amerikanischen Autoren üblich ist. Die Grundlage der Beschreibung liegt in der Analyse der taxonomischen Bedeutung der Merkmale auf Grund der Untersuchung des Entwicklungsganges.

2. Die Feststellung von Elementen, die nach unseren bisherigen Kennt-

¹ Das in dieser Arbeit behandelte Material untersuchte ich 1935 und 1936 im Institut für Brennstoff-Forschung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau.

nissen bestimmte möglichst kurze geologische Zeitabschnitte kennzeichnen und die Abwägung ihrer Bedeutung in der Fauna ist das Wesentliche der stratigraphischen Analyse, die den allgemeinen Vergleich mit bekannten Faunen ersetzen soll.

3. Die bionomische Analyse hat den Einfluss der Umweltsverhältnisse auf die Zusammensetzung der Fauna nachzuweisen, die dabei nach ihren einzelnen bionomischen Elementen mit unter bekannten Verhältnissen lebenden oder fossil gewordenen verglichen wird.

4. Erst die Synthese der Ergebnisse der stratigraphischen und der bionomischen Analyse ermöglicht die „Korrelation“ der Fauna und der sie einschliessenden Schichten mit altersgleichen Bildungen anderer Gebiete. Je nach den Verhältnissen, unter denen sie gelebt haben, können sowohl gleichaltrige Faunen in der allgemeinen Zusammensetzung grundverschieden, als weitgehend übereinstimmende im Alter weit voneinander entfernt sein.

So werden wir uns allmählich der Erkenntnis des realen Entwicklungsganges der Fauna nähern. Erst die Erforschung der Gesetzmässigkeiten, welche die Verteilung der Fossilien in der Schichtfolge hervorgebracht haben und beherrschen, erhebt die stratigraphische Auswertung der beobachteten Tatsachen über das Niveau eines blossen Empirismus.

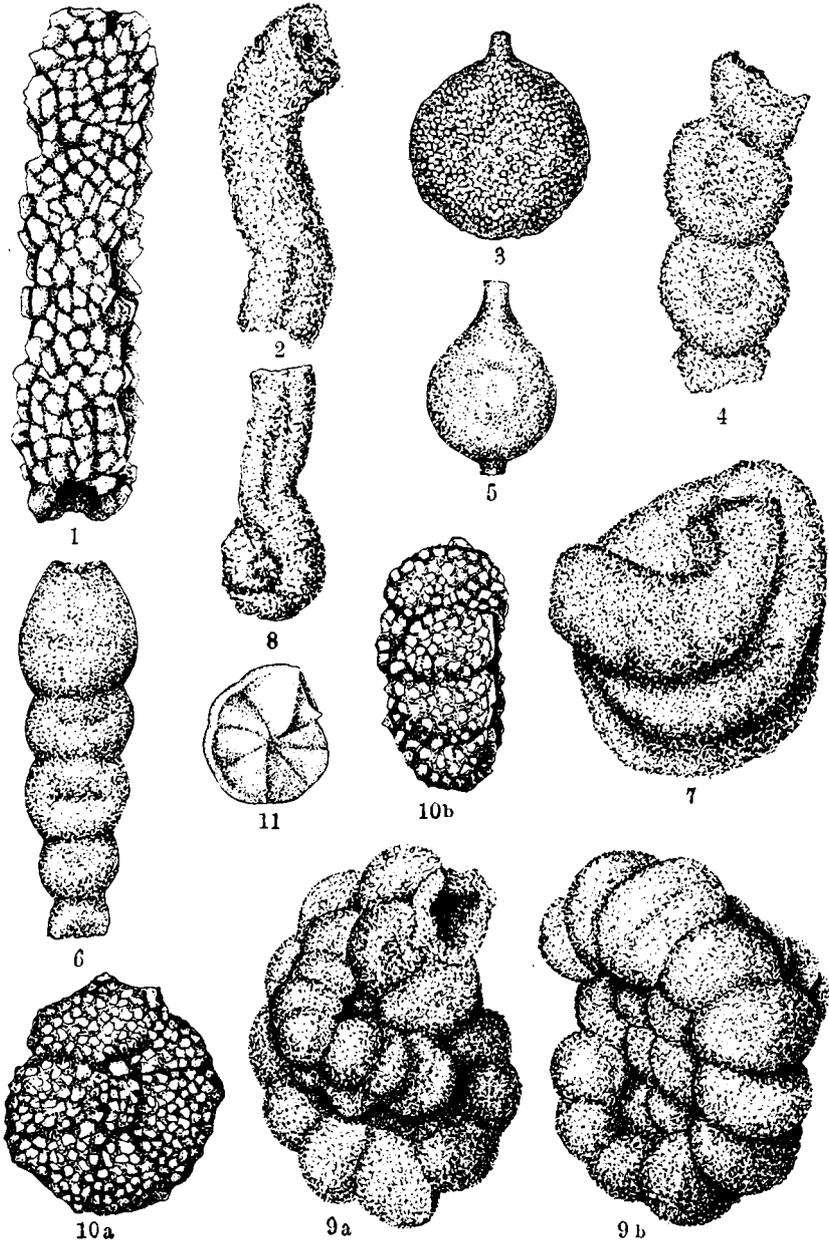
Im ersten Beitrag zur Erforschung der Foraminiferen des Kaukasus können diese Grundsätze wohl noch nicht voll verwirklicht werden, aber eine Annäherung daran wird angestrebt, deren Bedeutung allmählich mit der Grösse des Abschnittes der Faunenentwicklung klarer hervortreten wird, auf den sie angewandt werden.

Der erste Beitrag behandelt die Fauna eines Horizonts, der zwischen den durch ihre Fauna gekennzeichneten Oberkreide- und Alttertiärbildungen liegt und aus dem bisher nur „*Orbulina* und *Globigerina*“ sowie einige Stücke von *Pecten* bekannt waren. Er wird als „Schichten von Gorjatschij Kljutsch“ bezeichnet. Diese Schichten wurden als erste untersucht, da sie bisher am wenigsten bekannt waren und mehr als andere strittige und interessante Forschungsprobleme bieten.

b. Die untersuchte Schichtgruppe

Der Name „Schichten von Gorjatschij Kljutsch“ wurde von K. J. Bogdanowitsch 1910 aufgestellt. Die typische Fundstelle wurde zuletzt von Ignatowitsch, Palej und Slavjanov (1932, S. 19) beschrieben. Ich gebe die Beschreibung hier auszugsweise wieder: „Die Flyschablagerungen gehen nach oben in sehr bezeichnende wechsellagernde Schichten lockerer gelblichgrauer Sandsteine und dunkler Schiefertone (m_1) über, die manchmal mit Salzsäure schwach aufbrausen. Diese Ablagerungen wurden von Prof. K. I. Bogdanowitsch als Serie von Gorjatschij Kljutsch ausgeschieden. Sie wird in eine Reihe von Horizonten geteilt, unter denen am wichtigsten zwei mächtige Quarzsandsteinbänke im unteren Teil der Serie sind. Mit den dazwischenliegenden wechsellagernden lockeren Sandsteinen und dunklen schieferigen Tonen wurden sie in der geologischen Karte zu einem Horizont zusammengefasst; in diesem überwiegen die Sandsteine wesentlich über die Tone.“

In der Nähe der Mineralquellen von Psekups beträgt die Mächtigkeit des unteren massiven Sandsteins etwa 29,5—30 m, des oberen etwa 15,5 m,



obersten Kreide bis ins Obereozän, in Trinidad wurde sie in der obersten Kreide gefunden, ebenso in der Flyschzone der Alpen und Karpathen, hier tritt sie wahrscheinlich auch noch im Alttertiär auf. In Deutschland wurde sie im Apt gefunden.

Vergleiche. — Diese Form ist wahrscheinlich mit *T. proteus* (Karrer) aus der obersten Kreide des Wienerwaldes identisch. Brady (Rep. Voy. Challenger, Zool, vol. 9, p. 341) hat ein von dem gewöhnlichen an der ursprünglichen Fundstelle häufigen Typus durch seinen regelmässigen Aufbau abweichendes Exemplar als Holotyp der Art gewählt¹. Auf Grund dieses Exemplars wurde der Artname von vielen Autoren für eine rezente Form angewendet, die mit der hier beschriebenen nicht übereinstimmt. Grzybowski beschrieb aus der Oberkreide und dem Alttertiär der polnischen Karpathen nicht weniger als zehn Arten von *Trochammina* (1896, pl. 9, fig. 1—4; 1898, pl. 11, fig. 6, 10, 11—15, 16?, 20—23), die wahrscheinlich nur Wachstumsformen der hier beschriebenen Art sind. Sicher gehört zu dieser das oben angeführte von Friedberg abgebildete Exemplar. Von *Haplophragmoides coronata* ist die Art durch den unregelmässigen Aufbau fast aller Exemplare unterschieden, der durchaus nicht, wie Cushman meint, nur durch die Verdrückung vorgetäuscht wird.

Haplophragmoides? eggeri Cushman

Taf. I, Fig. 10 a, b

- 1910 *Haplophragmium fontinense* (non Terquem) Egger, Ber. Nat. Ver. Regensburg, Bd. 12, S. 10, Taf. 3, Fig. 16—18.
 1926 *Haplophragmoides eggeri* Cushman, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. vol. 10, p. 583, pl. 15, fig. 1.
 1928 *Haplophragmoides* cf. *subglobosum* (non Sars), Cushman and Jarvis, Contr. Cushman Lab. For. Res. vol. 4, p. 91, pl. 12, fig. 13.
 1932 *Haplophragmoides eggeri* Cushman and Jarvis, Proc. U. S. Nat. Mus. vol. 80, art. 14, p. 12, pl. 3, fig. 2.
 1932 *Haplophragmoides eggeri* Galloway and Morrey, Journ. Pal. vol. 5, p. 333, pl. 37, fig. 6.

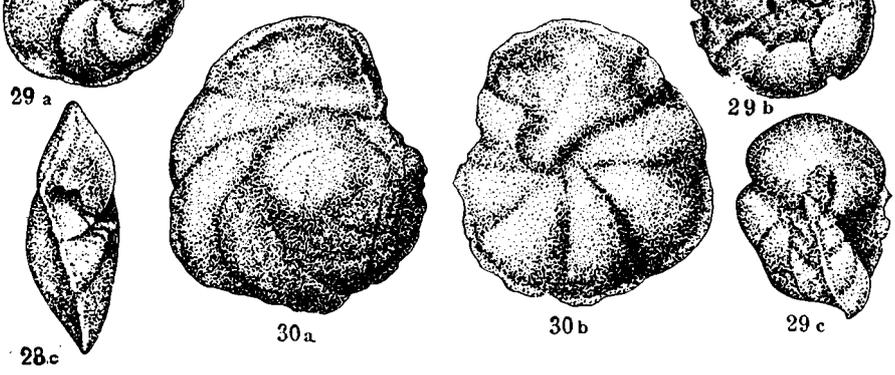
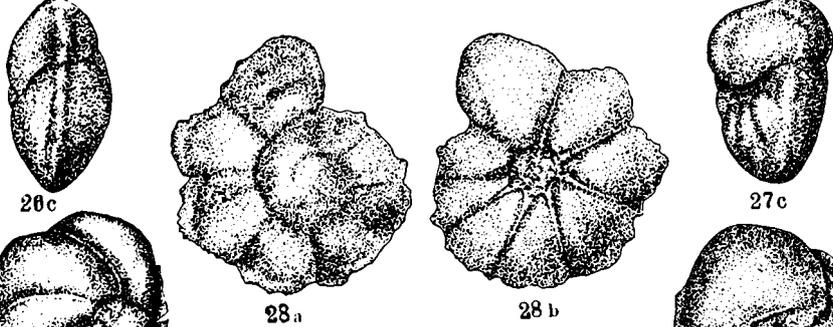
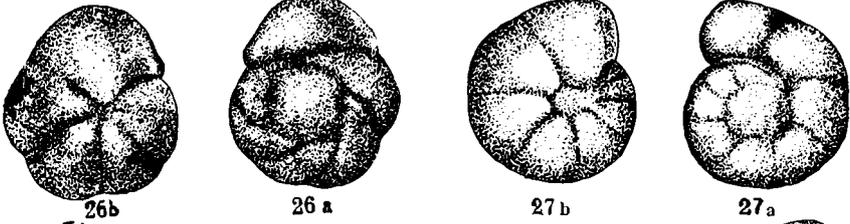
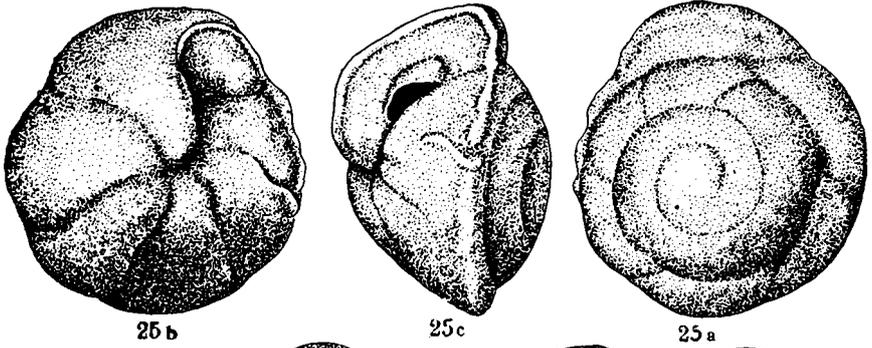
Beschreibung. — Gehäuse involut, schwach genabelt, seitlich etwas komprimiert. Peripherie gerundet. In der letzten Windung etwa sechs Kammern. Suturen undeutlich, radial und gerade. Schale grobsandig, meist aus Quarzkörnern aufgebaut, Oberfläche rauh. Fast alle Exemplare sind in verschiedener Richtung verdrückt, was auf ursprüngliche Weichheit der Schale schliessen lässt. Die Verdrückung ist meist einseitig, möglicherweise war das Gehäuse nicht vollkommen symmetrisch aufgebaut. Die Apertur ist ein Spalt an der Basis der Aperturfläche.

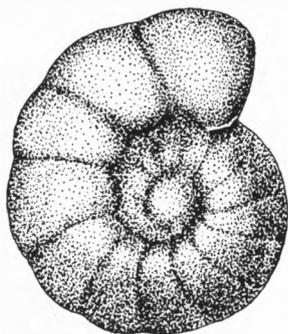
Maße. — Höhe 0,68; Dicke 0,38 mm.

Verbreitung. — Im vorliegenden Material findet sich die Art nicht selten in Proben aus dem oberen Horizont der Schichten von Gorjatschij Kljutsch aller untersuchten Gebiete, ebenso tritt sie in den Sumgaitschichten des Südostkaukasus auf. Sie wurde aus der Oberkreide von Bayern, Trinidad und Mexiko beschrieben.

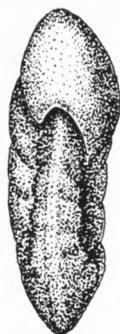
Bemerkung. — Mehrere der mir vorliegenden Exemplare zeigen ebenso wie die von Cushman abgebildeten einen unsymmetrischen Bau, der

¹ Ich konnte es unter dem Material Karrer's in der Sammlung des Wiener Naturhistorischen Museums nicht auffinden.

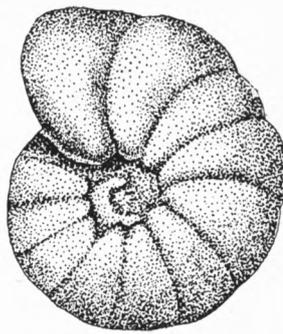




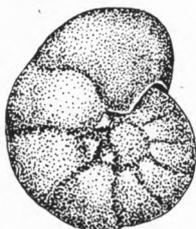
39b



39c



39a



40a



40c



40b

c. Die Fauna der unterlagernden Schichten.
Das Senon

Im folgenden führe ich die wichtigsten Arten der höchsten Schichten von unzweifelhaft senonem Alter (Campan—Maastricht) der Profile von Anapa, Ilskaya (Fluss Il) und Gorjatschij Klutsch (Fluss Psekups) in einer Tabelle an.

	Anapa	Ilskaja	Gor. Klutsch
<i>Textularia dentata</i> Alth		×	
„ <i>exolata</i> Cushman		×	×
<i>Botivinosia spectabilis</i> (Grz.)		×	
<i>Gaudryina retusa</i> Cushman et Jarvis			×
<i>Clavulina amorphia</i> Cushman		×	
<i>Tritaxia</i> sp.		×	×
<i>Eggerella trochoides</i> (Reuss)			×
<i>Flabellina</i> cf. <i>rugosa</i> d'Orb.		×	
<i>Nodosaria velascoensis</i> Cushman		×	
<i>Bulimina reussi</i> Morrow	×	×	
„ <i>inflata</i> Segu.			×
„ <i>triangularis</i> Cushman		×	
<i>Buliminella cushmani</i> Sandidge		×	
„ sp.	×		×
<i>Reussella szajnochae</i> Grzyb.		×	×
<i>Pleurostomella pleurostomella</i> Silv.	×	×	
„ <i>velascoensis</i> Cushman	×		
<i>Ellipsoidella pleurostomelloides</i> H.-A. et E.		×	
<i>Ellipsopolymorphina schlichti</i> Silv.		×	
<i>Gyroidina florealis</i> White		×	
„ <i>depressa</i> Alth		×	
<i>Valvulineria allomorphinoides</i> (Rss.)		×	×
<i>Eponides</i> sp.		×	×
<i>Pullenia quaternaria</i> Reuss	×	×	
<i>Globigerina cretacea</i> d'Orb.	×	×	×
<i>Globigerinella aspera</i> (Ehrenb.)	×	×	
<i>Globotruncana</i> sp.	×	×	×
<i>Globorotalia</i> sp. nov.		×	×
<i>Pseudotextularia elegans</i> Rz. typ.	×	×	×
„ „ Rz. var. <i>acervulinoides</i> Egg.	×	×	
„ „ <i>eggeri</i> Cushman	×	×	
<i>Gümbelina tessera</i> (Ehr.)	×	×	×
„ <i>striata</i> (Ehr.)	×	×	
„ <i>globulosa</i> (Ehr.)	×		×
<i>Anomalina</i> cf. <i>ammonoides</i> Reuss		×	
„ <i>velascoensis</i> Cushman		×	×
<i>Planulina voltziana</i> d'Orb.		×	×

Mit dieser Foraminiferenfauna finden sich *Inoceramus* sp. und *Ostrea* sp. Die höchste Zone dieses Kreidekomplexes enthält auch *Pseudotextularia elegans* var. *varians* und einige andere hier nicht genannte Arten. Diese Formen wurden in tektonisch stark gestörten Kreideaufbrüchen im Gebiet der alttertiären Foraminiferenschichten westlich von Ilkaya und umgelagert in den Foraminiferenschichten gefunden. Im Südkaukasus sind sie für das oberste Senon leitend.

d. Die Fauna der unterlagernden Schichten. Das Danien

Zwischen den höchsten Senonschichten die durch die oben angeführte Fauna mit *Globotruncana* und *Pseudotextularia* gekennzeichnet sind, und den Schichten von Gorjatschij Kljutsch liegt bei Anapa und am Fluss Bsekups noch ein Komplex flyschartiger fester plattiger meist grünlich-grauer Mergel mit sandigen Zwischenlagen, der bisher keine Makrofossilien lieferte, noch nicht eingehend beschrieben wurde und auch keine einheitliche Bezeichnung erhielt. Nach G u b k i n ist es jener Teil der Schichten von Anapa, der unter den Äquivalenten der Serie von Gorjatschij Klutsch und über der Inoceramenkreide liegt. Gewöhnlich wurde dafür der Name „Eozänflysch“ verwendet, um den Komplex von dem unterlagernden sicheren Kreideflysch zu unterscheiden. Als sich das eozäne Alter des tieferen Teils der wesentlich höher liegenden Foraminiferenschichten ergab, wurde der Name in „Paleozänflysch“ geändert. Im Profil von Anapa nennt K. A. P r o k o p o v (briefliche Mitteilung) nur den *Pecten*-Horizont mit den unmittelbar über- und unterlagernden Schichten (Horizont der krummschaligen Sandsteine, Primorskaja-Serie mit *Pecten* und anderen Bivalven, Untere Serie) „Paleozänflysch“ oder „Asow-Schwarzmeerflysch“, unter dem erst der „Oberkreideflysch“ und die Serie von Anapa im engeren Sinn beginnt. Während also in den östlicheren Profilen zwischen dem Senon und den Schichten von Gorjatschij Kljutsch nur ein Flyschhorizont liegt, lassen sich nach P r o k o p o v bei Anapa im gleichen Bereich wenigstens zwei Schichtglieder unterscheiden.

Die Abtrennung des Asow-Schwarzmeerflysches von den Schichten von Gorjatschij Kljutsch lässt sich derzeit mikropaläontologisch nicht ausreichend begründen. In einem grünen Fukoidenmergel, der dem „Horizont der krummschaligen Sandsteine“ untergeordnet ist und in dunkelgrauen Ton mit rostbraunen Absätzen an den Kluffflächen, der aus der „Unteren Serie“ P r o k o p o v's stammt, fand ich eine Fauna von insgesamt 24 Arten, die sämtlich auch oberhalb der mächtigen Sandsteine von Gorjatschij Kljutsch bei Ilkaja vorkommen. Nur der dazwischenliegende *Pecten*-Horizont (Primorskaja-Serie) führt eine stark abweichende Fauna (siehe Tabelle S. 353). Deshalb spreche ich hier nur vom *Pecten*-Horizont im Sinne einer faziellen Abweiche n d e n Einschaltung an der Basis des Komplexes von Gorjatschij Kljutsch bei Anapa, und nicht von „Asow-Schwarzmeerflysch“.

Im weiter östlich gelegenen Erdölgebiet von Neftegorsk (Maikop) trägt die unter den Schichten von Gorjatschij Kljutsch liegende Serie verschiedene Lokalnamen (z. B. Zize-Serie, nach dem gleichnamigen Flusstal). Da sie in der letzten Zeit von B. M. K e l l e r untersucht wurde, der auch die Mikrofauna bestimmte, verweise ich hier auf die derzeit im Druck befind-

liche Arbeit¹ dieses Autors. Keller kommt zum Schluss, dass es sich hier tatsächlich um Aequivalente des Daniien handelt. Die Fauna unterscheidet sich nicht sehr wesentlich von der hier beschriebenen, enthält aber an Stelle einiger tertiärer Arten mehrere typische Formen der Oberkreide, die in den Schichten von Gorjatschij Kljutsch nicht vorkommen (*Flabellina rugosa* d'Orb., *Bolivina decorata* Jones var. *delicatula* Cushman u. a. In diesen Schichten fand ich in den gleichen Profilen, in denen ich die überlagernden Schichten von Gorjatschij Kljutsch untersuchte, folgende Fauna:

	Ilkaya (Fluss Ubin)	G. Kljutsch (Fl. Psekups)
<i>Rhabdammina</i> sp.		×
<i>Ammodiscus incertus</i> (d'Orb.)	×	
<i>Glomospira charoides</i> (Jones et Parker).		×
„ <i>gordialis</i>		×
<i>Reophax</i> sp.		×
<i>Hormosina ovulum</i> (Grzyb.)		×
<i>Nodellum velascoense</i> (Cushman)		×
<i>Rzehakina epigona</i> (Rzehak)		×
<i>Textularia excolata</i> Cushman		×
„ <i>dentata</i> Alth		×
<i>Eponides trümpyi</i> Nuttall	×	×
„ cf. <i>umbonata</i> (Reuss)		×
<i>Rotalia</i> cf. <i>beccariiiformis</i> White		×
<i>Pulvinulinella velascoensis</i> Cushman	×	
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orb.	×	×
<i>Anomalina</i> sp.		×
<i>Cibicides</i> sp.	×	

Aus den gleichen Schichten lagen mir aus dem Gebiet von Smolenskaja, unmittelbar westlich vom Fluss Ubin, Proben mit *Globigerina pseudobulloides* Plummer und *G. compressa* Plummer vor. Im eigentlichen Gebiet von Ilkaya (Flüsse Il und Sybsa) westlich vom Fluss Ubin lassen sich diese Schichten nicht feststellen, es ist möglich, dass hier die Schichten von Gorjatschij Kljutsch unmittelbar auf dem Senon liegen.

Wir sehen also, dass mit dieser zuletzt erwähnten Ausnahme überall in dem untersuchten Gebiet unmittelbar unter den Schichten von Gorjatschij Kljutsch eine Schichtfolge mit einer zwar ähnlichen, aber an Kreideformen reicheren Foraminiferenfauna liegt. Bezeichnend ist, dass hier schon an Stelle der Globotruncanen die Globigerinen getreten sind, unter denen *G. bulloides* überwiegt. Das wurde was auch in anderen Gebieten als bezeichnend für das Daniien festgestellt. Nach Keller spricht neben

¹ Während des Drucklegung dieser Arbeit wurde die Studie B. M. Kellers veröffentlicht. (B. M. Келлер, Стратиграфия верхнемеловых отложений западного Кавказа.— Изв. Акад. Наук СССР. Отд. Мат. Ест. Наук, Сер. геол. 1936, № 5, стр. 619—656).

der Zusammensetzung der Fauna selbst auch das Vorkommen ähnlicher Assoziationen in Schichten von sicher dänischem Alter mit entsprechender Makrofauna für die Zuteilung der unter den Schichten von Gorjatschij Kljutsch liegenden Flyschserie zum Danien.

e. Die Fauna der überlagernden Schichten

Ueber den Schichten von Gorjatschij Kljutsch folgen die Foraminiferenschichten, mächtige Ablagerungen grauer, grünlicher und lichter Tone und Mergel, die das Eozän und Unteroligozän vertreten. In dem besprochenen Gebiet wird ihre Basis von dem „Horizont mit Einschlüssen älterer Gesteine“ gebildet, einer aus wechsellagernden dunklen Tonen und Sanden mit Zwischenlagen von Konglomeraten bestehenden Schichtfolge, die sich allmählich aus dem oberen Horizont der Schichten von Gorjatschij Klutsch entwickelt. Die Komponenten der Konglomerate bestehen aus Unter- und Oberkreidgesteinen von Erbsengrösse bis zu kantengerundeten Blöcken von mehreren Metern Durchmesser. Abgesehen von aus älteren Schichten umgelagerten Formen sind Mikrofossilien in diesen Schichten selten. In den dunklen Tonen fand ich Radiolarien und eine kleine Foraminiferenfauna (im Ilisky-Gebiet), die aus folgenden Arten besteht: *Rhabdammina* sp., *Ammodiscus incertus*, *Glomospira charoides*, *Glomospira gordialis*, *Bolivinopsis spectabilis*, *Globorotalia crassula* var., *Globigerina bulloides*. Die agglutinierenden Arten überwiegen an Zahl bei weitem. Ueber das Alter dieses eigenartigen Horizonts sagt die Fauna zunächst nichts aus, es ist aber zu beachten, dass sie keine der für die Oberkreide bezeichnenden agglutinierenden Arten der tieferliegenden Serie enthält.

In den höchsten Schichten dieses Horizontes findet sich schon die Fauna der folgenden Stufe. Aus dieser bestimmte ich ausser den eben genannten noch folgende Arten:

- Textularia plummerae* L al i c k e r
- Gaudryina rugosa* d'Or b.
- Plectina dalmatina* (L i e b u s)
- Nodosaria spinulosa* M o n t
- Bulimina inflata* S e g u.
- Bulimina semicostata* N u t t a l l
- Bulimina* aff. *trinitatensis* C u s h m. et J a r v i s
- Bolivina aragonensis* N u t t a l l
- Gyroidina soldanii* d'Or b.
- Gyroidina soldanii* d'Or b. var. *octocamerata* C u s h m. et H a n n a
- Eponides umbonata* R e u s s
- Eponides trümpyi* N u t t a l l
- Valvulineria* n. sp.
- Pulvinulinella culter* (P a r k e r et J o n e s)
- Cassidulina subglobosa* B r a d y
- Pullenia coryelli* W h i t e
- Globigerinella micra* (C o l e)
- Globorotalia aragonensis* N u t t a l l
- Globorotalia crassata* C u s h m a n.
- Globorotalia* aff. *scitula* B r a d y
- Cibicides pygmaea* (H a n t k e n)
- Cibicides perlucida* N u t t a l l
- Anomalina grosserugosa* G ü m b e l
- Anomalina acuta* P l u m m e r

Nach ihrer Zusammensetzung gehört diese Fauna zweifellos dem tiefen Eozän an. Leider kennen wir nur wenige europäische untereozäne Foraminiferenfaunen und die bekannten (z.B. London) unterscheiden sich wesentlich durch ihre Fazies. Wir können aber auf ein untereozänes Alter der Fauna schliessen, da erstens eine beträchtliche Ähnlichkeit mit der untereozänen Aragonfauna vom Mexiko festzustellen ist, zweitens bezeichnende mitteleozäne Arten fehlen und drittens eine mitteleozäne Fauna mit *Hantkenina liebusi* Schokhina wesentlich höher liegt, als die hier angeführte Fauna und von ihr noch durch eine Zone mit *Globorotalia aragonensis* und *Radiolaria* getrennt wird. Ueber der *Hantkenina*-Zone liegt sicheres Obereozän (Priabon).

f. Umgelagerte Foraminiferen

Unsere stratigraphischen Betrachtungen über die Foraminiferenfauna der Schichten von Gorjatschij Kljutsch wären nicht vollständig, wenn wir nicht noch kurz die aus älteren Schichten umgelagerten Foraminiferen erwähnen würden, die sich nicht selten in der untersuchten Serie finden.

Im *Pecten*-Horizont, aus dem eine besonders grosse Gesteinsprobe untersucht wurde, fand ich 10 Exemplare von *Globotruncana* sp., 5 Exemplare von *Gümbelina globulosa* (Ehrenb.) und je ein Exemplar von *Pseudotextularia elegans* Rz. var. *varians* Rz. und von *Bolivinoidea rhomboidea* Cushman. Diese typischen Senonformen betrachte ich als umgelagert, da nur ihre Schalen in dem dunkelgrauen Gestein des Paläogen mit dem weissen Mergel ausgefüllt sind, aus dem die Oberkreideablagerungen des Gebietes bestehen. Beimischungen der gleichen Formen, zu denen aber meist anstelle von *Bolivinoidea* die häufigere *Globigerinella aspera* (Ehrenb.) tritt, finden sich auch an anderen Stellen in den Schichten von Gorjatschij Kljutsch, aber nur dort, wo sie kalkschalige nicht umgelagerte Foraminiferen führen. Kreideforaminiferen sind naturgemäss auch in den zwischengelagerten Mikrokonglomeraten zu erwarten, die zum grossen Teil aus weissen Kreidemergeln bestehen. Vereinzelt fanden sich in dem erwähnten Horizont der Schichten von Gorjatschij Kljutsch, der kalkschalige Foraminiferen enthält, auch reichere Assoziationen von oberseonischen Arten. In den basalen Konglomeraten der Foraminiferenschichten werden neben oberkretazischen Arten auch solche aus dem Apt und Alb angetroffen. In bestimmten Horizonten der unteren und oberen Foraminiferenschichten (Mittel- und Obereozän) kommen umgeschwemmte oberseonische Arten vor.

Ueber die Umlagerung von Foraminiferen hat kürzlich Sen¹ interessante Beobachtungen veröffentlicht. Hier sei nur bemerkt, dass nicht die Abrollung ein Kennzeichen der Umlagerung bildet, da sie bei Foraminiferen aus mechanischen Gründen nur selten vorkommt, sondern der Unterschied im ursprünglichen Erhaltungszustand, d. h. die Herkunft aus lithologisch verschiedenen Schichtserien und die abnorme qualitative und quantitative Zusammensetzung der Fauna. Auch das Vorkommen von Trümmern des foraminiferenführenden Ursprungsgesteins in den jüngeren Schichten bietet einen Anhaltspunkt.

¹ A. Sen, Die stratigraphische Verbreitung der tertiären Orbitoiden. — *Eclogae Geol. Helv.* vol. 28, 1935, p. 96 ff.

Das häufige Vorkommen oberseiner Foraminiferen deutet auf intensive Abtragung zur Zeit der Ablagerung der ältesten Tertiärschichten.

g. Biostratigraphische Ergebnisse

Die Betrachtung der bisher als Leitfossilien bestimmter Horizonte bekannten Elemente der Fauna, die stratigraphische Analyse der in ihr vertretenen Arten und die Untersuchung der unter- und überlagernden Schichten führt uns übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass es sich um tiefstes Paläogen handelt, das unmittelbar von Danien unterlagert wird. Dieser Schluss wird unmittelbar durch Vergleich mit den Verhältnissen bei Naltschik im östlichen Teil des Nordkaukasus bestätigt, wo das Danien fossilführend vertreten ist. Ebenso bestätigt sich diese Auffassung, wie wir sehen werden, durch den Vergleich der Fauna mit den aus anderen Gebieten bekannten Assoziationen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit können wir ein paleozänes Alter der Fauna annehmen; die Stufe, der sie angehört (Montien oder Thanetien) lässt sich aber derzeit nicht bestimmen. Diese Bestimmung und zugleich zweifellose Feststellung, dass es sich nur um eine dieser Stufen und nicht auch um Ypresien handelt, wird erst dann möglich sein, wenn Untersuchungen über paleozäne Foraminiferen aus Bildungen von ähnlicher Fazies mit horizontbestimmenden Makrofossilien vorliegen werden. Die Frage, die eine grosse Bedeutung für unsere Vorstellungen über die geologischen Verhältnisse des älteren Paläogen des südlichen Teils der USSR hat, bedarf noch weiterer Untersuchungen.

Für die Altersbestimmung auf Grund von Foraminiferen und für das Studium ihres allgemeinen Entwicklungsganges ist die hier festgestellte Tatsache von Bedeutung, dass eine beträchtliche Anzahl von Arten in der obersten Kreide neu auftritt und im Untereozän wieder verschwindet. Dadurch wird die faunistische Grenze Kreide/Tertiär gewissermassen unscharf gemacht und ein „indifferentes“ Faunentyp geschaffen, der nach dem Aussterben der für die Oberkreide bezeichnenden Globotruncanen- und Orbitoiden-Fauna und vor dem Aufblühen der eozänen Globorotalien und Nummuliten eine kurze Zeit die Tethys beherrscht¹.

5. BIONOMISCHE ANALYSE DER FAUNA

a. Kieselschaler- und Kalkschalerfazies

Wir haben eingangs erwähnt, dass in den untersuchten Schichten verschiedene Vergesellschaftungen von Foraminiferen auftreten. Ihre fazielle Bedeutung werden wir daher getrennt besprechen. In den meisten Horizonten der Schichtserie, besonders in den höchsten, besteht die Fauna ausschliesslich aus agglutinierenden Formen, wobei die primitiven (*Rhabdamminidae*, *Lituolidae*, *Ammodiscidae*) bei weitem überwiegen und in einer unvergleichlich grösseren Zahl von Arten und Individuen auftreten, als in den unter- und überlagernden Schichten. An der Basis des oberen lithologischen Komplexes der Serie tritt im Gebiet beiderseits des Flusses Il eine Zwischenschicht auf, die reichlich kalkschalige Foraminiferen führt. Eine ähnliche Fauna findet sich

¹ Ähnliche Beispiele finden sich auch unter den Mollusken, vgl. die Revision der Gruppe der *Venericardia beaumonti* bei R u t s c h, Ecl. Geol. Helv. vol. 29, 1936.

in den dunklen Tönen über und unter dem *Pecten*-Horizont. Hier finden sich meist noch reichlich agglutinierende Formen, daneben planktonische (*Globorotalia*, *Globigerina*, *Gümbelina*) ferner Buliminiden und *Eponides*. Der *Pecten*-Horizont schliesslich enthält Kalkschaler in grosser Individuen- und Artenzahl, von Kieselschalern finden sich nur Textulariiden. Ganz vereinzelt treten auch in Proben mit der gewöhnlichen Kieselschalergesellschaft Kalkschaler auf. Dabei handelt es sich meist um planktonische Formen. Die Wechselbeziehung zwischen der Zunahme der Kieselschaler und der Abnahme der Kalkschaler bis zu ihrem völligen Verschwinden, die Einschaltung von Zwischenschichten mit Kalkschalern und ihr vereinzelt Vorkommen in rein kieseligen Faunen zeigt uns, dass wir die Zusammensetzung der Fauna als primär, nicht durch nachträgliche diagenetische Auflösung der Kalkschalen bedingt zu betrachten haben.

b. Der fossile und rezente Lebensraum der Kieselschalerfazies

Fossile vorwiegend oder ausschliesslich aus agglutinierenden Formen zusammengesetzte annähernd altersgleiche Foraminiferenfaunen sind, wie wir gesehen haben, im westlichen Teil des Nordkaukasus und im Südostkaukasus verbreitet, ferner lassen sie sich durch die Flyschzone der Karpathen bis in die Gegend von Wien verfolgen. In älteren oder jüngeren Schichten des Kaukasus finden sich derartige Assoziationen nur selten. Sie sind—mit abweichendem Artbestand—im Apt des Nordwest- und Südostkaukasus und stellenweise auch in den Maikopschichten entwickelt. Eine ähnlich zusammengesetzte Fauna findet sich in der Oberkreide von Trinidad. Sie wird von *Cushman* wegen des häufigen Vorkommens heute in der Tiefsee des gleichen Gebietes lebender Arten als Tiefwasserfauna betrachtet. Ebenso werden die erwähnten karpathischen Faunen meist auf grössere Tiefen bezogen, *North* gibt z. B. 500 Faden als vermutlichen Wert an. Primitive agglutinierende Foraminiferen kommen heute tatsächlich in grossen Meerestiefen vor. Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass sie keineswegs auf die grossen Tiefen beschränkt sind, sondern ebenso in seichterem Wasser arktischer und besonders antarktischer Meere verbreitet sind. *Erland* (1934) schreibt z. B. über das Gebiet zwischen den Falklandinseln und der Antarktis, dass die Fauna „primitiv“ ist und hauptsächlich aus agglutinierenden Foraminiferen besteht. Er erklärt diese Erscheinung durch Einwanderung aus der Tiefsee und Kolonisierung eines neuen Gebietes. „The conditions have not favoured the development of the porcellaneous and hyaline forms to the extent which they have attained in shallow waters of temperate and tropical seas, and with few exceptions these forms play only a secondary part in the Antarctic.“ (*Erland*, 1934, p. 4). Auch in arktischen Meeren sind agglutinierende Foraminiferen besonders verbreitet; in einigen Gebieten wurden nur Kieselschaler angetroffen.

Auf Grund der rezenten Verbreitung können wir daher Vergesellschaftungen von ausschliesslich kieselschaligen Foraminiferen als bezeichnend für Gebiete mit niedriger Wassertemperatur betrachten. Damit steht auch das Ergebnis der lithologischen Untersuchungen in Einklang, die *Gawel* 1928 über die roten und grünen, eine der hier besprochenen sehr ähnliche Fauna enthaltenden altpaläogenen Tone der Karpathen angestellt

hat. Er kommt zu dem Schluss, dass insbesondere die roten Tone in sehr kaltem Wasser abgelagert wurden.

Der Grundsatz, dass rezente Assoziationen, in denen kieselschalige Foraminiferen vorwiegen, als Kaltwasserfaunen zu betrachten sind, wird dadurch durchbrochen, dass ähnliche Vergesellschaftungen an zwei Stellen der Mittelmeerküste (Monaco und Neapel) von Lacroix und Hofker in warmem Wasser entdeckt wurden. Hier haben besondere örtliche Bedingungen die wohlbekannte mediterrane Warmwasserfauna stellenweise durch Anreicherung kieselschaliger Arten wesentlich verändert. Diese Fälle zeigen uns, dass nicht die Temperatur und Tiefe allein die Zusammensetzung der Fauna bestimmen.

Ausser den physikalischen sind auch geochemische Ursachen für das Fehlen kalkschaliger Organismen verantwortlich zu machen. Eine geochemische Untersuchung der Gesteine der Schichten von Gorjatschij Kljutsch könnte vielleicht an anderen Wirkungen die gleichen Ursachen aufdecken. Die ozeanographische Literatur gibt keine klare und eindeutige Antwort auf die Frage nach den geochemischen Bedingungen, unter denen die Bildung von Kalkschalen unmöglich wird und auch zufällig herbeigeführte (aus älteren Schichten umgelagerte oder von absterbendem Plankton stammende) aufgelöst werden. (Vgl. André, Geologie des Meeresbodens, II. 1921, S. 403—419). Hauptsächlich kommen in Betracht: Zersetzungs Vorgänge organischer Substanz unter Bildung von Schwefelsäure (vgl. a.a.O.S. 112 f.) einerseits und erhöhter Kohlensäuregehalt des Wassers andererseits (vgl. H. Schmidt, Fortschr. d. Geol. Bd. 12, H. 38, 1935, S. 46—50). Es ist klar, dass eine Entscheidung zugunsten des erstgenannten Faktors die untersuchten Schichten in die Nähe der Erdölmuttergesteine bringt, die ebenfalls durch das Fehlen von Kalkschalen infolge von Auflösung bei der Zersetzung organischer Substanz gekennzeichnet sind, während Chitin und Kieselskelette häufig vorkommen. Gegen diese Auffassung spricht allerdings die benthonische Lebensweise der agglutinierenden Foraminiferen. Wir haben keine Gründe, sie als unempfindlich gegen Sauerstoffmangel zu betrachten. Eine Entscheidung für Kalklösung in sauerstoffreichem Wasser würde im Gegenteil, mit Rücksicht auf die zur Bildung so stark sandiger Ablagerungen nötige Wasserbewegung, die Annahme einer gleichzeitigen Anreicherung organischer Substanz im Sediment ausschliessen. Wir können auf Grund unserer paläontologischen Studien nur auf das interessante Problem hinweisen. Zu seiner Lösung sind geochemische Untersuchungen nötig.

c. Die Fazies des *Pecten*-Horizonts

In der Fauna des *Pecten*-Horizonts von Anapa sind folgende „bionomische Gruppen“ oder Elemente vorhanden: agglutinierend-kieselige, vagile kalkig-benthonische einschliesslich Polymorphiniden und Milioliden, aufgewachsene kalkige (*Cibicides*), planktonische. Es fehlen Brackwasserformen und alle Grossforaminiferen. Der Zahl nach überwiegen vagil-benthonische Formen, insbesondere: *Rotalia*, *Cibicides*, *Buliminidae*, *Quinqueloculina*, dann folgen aufgewachsene *Cibicides*, *Textularia* u. a., die Planktonformen sind seltener. Aus der Zusammensetzung können wir zunächst den Schluss ziehen, dass es sich um eine rein marine Fauna handelt, die in einer Umgebung mit normaler Durchlüftung, Beleuchtung und normalem Salz- und Kalkgehalt lebte. So

bleibt nur die Frage nach Wassertiefe und Temperatur zu entscheiden. Meist wird in der Literatur bei der Besprechung der Faziesverhältnisse einer Fauna nur die Frage der Wassertiefe behandelt, ohne dass auf die gleichartig wirkende, aber nicht immer tatsächlich mit einer bestimmten Tiefe verbundene Wassertemperatur oder auf die vorher genannten Faktoren geachtet würde. Die Beurteilung des Lebensraumes nach den in der Fauna vertretenen noch heute lebenden Arten (obere Verbreitungsgrenze der Art, bei der dieser Wert ein Maximum erreicht und untere Grenze der Spezies, die bis zur geringsten Tiefe reicht), die sich in unserem Fall auf acht Arten¹ stützen kann, führt zu folgendem Ergebnis: Die obere Grenze des Lebensbereichs aller Arten ist das Litoral, die untere schwankt zwischen 155 Faden (*Valvulineria allomorphinoides*), 675 Faden (*Gaudryina rugosa*) und einigen Tausend Faden (nach B r a d y).

Mit Rücksicht auf die bei anderen Tiergruppen bekannten Veränderungen des Lebensraums seit dem Alttertiär und wegen des Einflusses der nicht immer von der Tiefe abhängigen Temperatur halte ich grundsätzlich solche Bestimmungen für wenig verlässlich, noch viel weniger naturgemäss eine Berechnung, die sich auf „verwandte“, d.h. morphologisch ähnliche Arten stützt. Mit dem Fortschreiten unserer Kenntnisse über fossile und rezente Foraminiferen wird es möglich sein, eine paläobiologische Bestimmung der oekologischen Verhältnisse vorzunehmen, die sich auf die A n a l y s e d e r A n p a s s u n g s t y p e n und auf einen Vergleich mit unter bekannten, bereits erforschten Verhältnissen gebildeten Faunenvergesellschaftungen stützt.

Diesem Grundsatz entsprechend, vergleichen wir die untersuchte Fauna mit bekannten Typen von Vergesellschaftungen kleiner Foraminiferen. Die bekannten Seicht- und Warmwasserfaunen des Pariser Beckens und der alpinen Nummulitenschichten — die Unterschiede zwischen ihnen können hier unberücksichtigt bleiben — zeigen eine reiche Entwicklung von Milioliden, *Cibicides* und Rotaliiden. Polymorphiniden sind nicht selten. Die agglutinierenden Formen sind auf *Textularia*, *Clavulina* und ähnliche beschränkt, die primitiveren Familien fehlen. Den gleichen Typus zeigen die ufernahen Bildungen des Miozäns im Wiener Becken. Die aus tieferen Teilen dieses Beckens stammenden Ablagerungen (Schlier) enthalten viel Lageniden, *Uvigerina* und Planktonformen (*Globigerina* und die vor dem Miozän unbekannt *Orbulina*). Die aus grösseren Tiefen stammenden Foraminiferenschichten des kaukasischen Eozän enthalten ebenso wie viele andere Globigerinenmergel vorwiegend Planktonformen (*Globigerina* und *Globorotalia*), reichlich primitive agglutinierende Foraminiferen und die übrigen Gruppen (Rotaliiden, *Cibicides*, *Anomalina*, Buliminiden) in mehr oder weniger gleichmässiger Verteilung. Milioliden und Polymorphiniden fehlen fast vollständig. Neuere Untersuchungen an rezenten Faunen (N o r t o n, N a t l a n d, C u s h m a n 's Beschreibungen von Seichtwasserfaunen) bestätigen vollkommen diesen grundsätzlichen Unterschied zwischen Seicht- und Warmwassertypus einerseits und Tief- und Kaltwassertypus andererseits. Demnach gehört die Fauna des Pecten-Horizonts von Anapa zum T y p u s d e r S e i c h t-

¹ *Textularia agglutinans*, *Gaudryina rugosa*, *Clavulina parisiensis*, *Bulimina ovata*, *Chilostomella ovoidea*, *Valvulineria allomorphinoides*, *Eponides repandus*, *Cibicides lobatulus*.

oder Warmwasserfaunen, aber mit der Einschränkung, dass das Fehlen von Grossforaminiferen und die Häufigkeit von Buliminiden gegen die Zuteilung zum Litoral oder den unmittelbaren Vergleich mit rezenten tropischen Warmwasserfaunen spricht. Wenn wir von der Temperatur absehen und einen Ausdruck verwenden, der nur auf die Tiefe hinweist, so können wir die Fauna als *neritisch* bezeichnen.

Wir nähern uns durch die bionomische Untersuchung der Mikrofauna von einer neuen Seite dem Problem der Entstehungsbedingungen der fossilarmen Flyschablagerungen. Auf diesem Wege werden wir aber erst weiterschreiten können, wenn systematisch die Mikrofauna der Flyschbildungen *verschiedenen Alters* analysiert und ihre Ablagerungsgeschichte untersucht wird. Das Profil von Anapa zeigt durch die Einschaltung der Warmwasserfauna des *Pecten*-Horizonts zwischen Kaltwasserfaunen von ganz abweichendem Habitus, dass wir hier mit weitgehenden örtlichen *Schwankungen* der bionomischen Verhältnisse zu rechnen haben — was vielleicht eben ein Kennzeichen der Flyschbildungen ist.

6. DIE KORRELATION DER SCHICHTEN VON GORJATSCHIJ KLJUTSCH

a. Nordkaukasische Äquivalente

Die Schichten von Gorjatschij Kljutsch ziehen vom äussersten Nordwestende des Kaukasus bei Anapa am Schwarzen Meer bis in die Gegend von Neftegorsk, wo sie an einem Sporn von Ober- und Unterkreide auskeilen. Weiter im Osten tauchen ihre Äquivalente wieder auf. Sie wurden hier noch nicht genauer untersucht. Im mittleren Teil des Nordkaukasus, im Profil südlich von Sulimov, werden sie von Prokopov angegeben. Ueber die hier auftretende Mikrofauna liegt ein Bericht von N. N. Subbotina vor¹, dem ich die folgenden Angaben entnehme.

Neben zahlreichen und häufig vorkommenden agglutinierenden Formen, die offenbar mit den hier beschriebenen übereinstimmen, wird noch *Textularia (Spiroplectamina) carinata* und eine neue *Heterostome!la* angegeben. Auch eine *Arenobulimina* tritt hier auf. Auffallend ist das wenn auch nur vereinzelt Vorkommen von *Orbignyna ovata* (Hag.). Von kalkschaligen Formen findet sich eine Art von *Gyroidina*, die im Westen fehlt, *Globigerina* ex gr. *lacera* Ehr., *Flabellina* (nach der Abbildung ähnlich *F. subreticulata* Cushman et Jarvis), und einige der auch hier beschriebenen Arten wie *Eponides trümpyi*, *Globorotalia membranacea*, *Anomalina acuta*). Sehr auffallend ist das Vorkommen der meisten Arten (mit Ausnahme von *Bolivinopsis*, *Gaudryina retusa*, *Gaudryina indentata*, *Orbignyna ovata* und einiger anderer) auch in den unterlagernden Elburganschichten. Der stark betonte kretazische Charakter der Fauna, der durch das Neuauftreten der drei eben erwähnten Arten noch unterstrichen wird, veranlasst Subbotina die Schichten ebenso wie die unterlagernde Elburgan-Serie in das *Danien* zu stellen. Diese Altersbestimmung trifft aber nur für die Elburgan-Serie zu, deren Fauna ich im benachbarten Gebiet von Essentuki untersuchen konnte, nicht für die Schichten von Gorjatschij Kljutsch, wie die stratigraphische Analyse des Materials der typischen Fundstellen zeigt.

¹ Н. Субботина, Стратиграфия нижнего палеогена и верхнего мела Северного Кавказа по фауне фораминифер. — Труды НГРИ сер. А, вып. 96, 1936.

b. Das Gebiet von Naltschik

Nach Subbotina sind im Gebiet von Naltschik und weiter östlich die Schichten von Gorjatschij Kljutsch nicht von den unteren Foraminiferenschichten zu trennen, die einen lithologisch einheitlichen Komplex zwischen den Senonkalken und den obereozänen bituminösen Schiefern bilden. Hier unterscheidet Subbotina nur einen Komplex mit Danienfauna und darüber das tiefste Paläogen als „Schichten mit *Globorotalia aff. canariensis* d'Orb.“ (recte *G. crassata* Cushman), an deren Basis bei Naltschik eine Unterzone mit Radiolarien ausgeschieden wird. Diese letztere besteht aus Bleicherden. Eine grosse Zahl von Proben dieser Bleicherden und der sie über- und unterlagernden Gesteine wurde mir von Ing. K u a d j é, der sie im Moskauer Institut für mineralische Rohstoffe technisch-geologisch untersuchte, zum Studium der Mikrofauna übergeben. Dabei zeigte sich unerwarteterweise, dass dieser „Horizont der Radiolarien“ zwar diese Fossilien in grosser Zahl enthält, aber ausserdem noch die typische und unverkennbare Fauna der Schichten von Gorjatschij Kljutsch des Nordwestkavkasus:

- Rhabdammina cylindrica* nov. sp.
Ammodiscus incertus (d'Orb.)
Glomospira charoiaes (Jones et Park.)
 „ *gardialis* (Jones et Park.)
 „ *irregularis* (Grzyb.)
Trochamminoides irregularis (White)
Proteonina complanata (Frank e)
Haplophragmoides walteri (Grzyb.)
 „ sp.
Reophax sp.
Hyperammina cf. *subnodosa* Brady
 „ nov. sp.
Textularia plummerae L alicker
Bolivinopsis spectabilis (Grzyb.).
Gaudryina rugosa d'Orb.
Arenobulimina sp.
Plectina conversa (Grzyb.)
Nodosaria velascoensis Cushman
Bolivinita exigua n. sp.
Bulimina aculeata d'Orb.
 „ cf. *trinitatensis* Cushman et Jarvis
Siphonodosaria jarvisi (Cushman.)
Eponides triimpyi Nutt.
Eponides cf. *umbonata* Reuss
Cassidulina subglobosa Brady
Globigerina bulloides d'Orb.
 „ *pseudobulloides* Plummer
Globorotalia crassata Cushman
 „ cf. *crassula* Cushman
 „ *angulata* (White)
 „ *membranacea* (Ehrenb.)
Gümbelina crinita nov. sp.
Anomalina dorri Cole
Cibicides spiropunctatus Gall. et Morrey

Zu den Hauptelementen der Fauna des Westens kommen hier nur wenige neue hinzu, einzelne Proben sind von den beschriebenen vollkommen ununterscheidbar. Unter diesen Schichten liegen Mergel des Danien mit reicher Foraminiferenfauna (die Makrofauna wurde bereits von Renngarten erwähnt).

Ueber den Aequivalenten der Schichten von Gorjatschij Kljutsch liegt ein Mergel, der bereits die typischen Elemente der Fauna der tieferen Zone der unteren Foraminiferenschichten des Nordwestens enthält. In den beiden Mergelhorizonten überwiegen die kalkschaligen, in den dazwischenliegenden Tonen die kieselschaligen Foraminiferen. Durch die Funde in den Bleicherden von Naltschik ist die Verbreitung der Aequivalente der Schichten von Gorjatschij Kljutsch mit gleicher Fauna auf eine Entfernung von 600 km. festgestellt.

c. Schwarze Berge und Dagestan

Weiter östlich, im Gebiet der Schwarzen Berge südlich von Grosny lässt sich nach Subbotina an der Basis der Foraminiferenschichten über den Oberkreidekalken nur ein Horizont mit der oben erwähnten „Danien-Fauna“ ausscheiden, über dem unmittelbar die *Globorotalia „canariensis“*-Zone folgen soll, so dass sich hier die Schichten von Gorjatschij Kljutsch nicht sicher vom Danien trennen lassen.

Aus dem benachbarten Dagestan liegt mir ein grösseres von N. J. Uspenskaja gesammeltes Material vor, das zeigt, dass sich die Fauna der untersten Foraminiferenschichten, die meist rötlich gefärbt sind, nicht wesentlich von der der liegenden Kreidemergel unterscheidet, die dem Danien angehören und von Obersenon mit typischer Makro- und Mikrofauna unterlagert werden. Hier fehlt anscheinend die rein kieselige Fazies des Horizonts von Gorjatschij Kljutsch. Das bisher vorliegende Material macht es unwahrscheinlich, dass das Paleozän ganz ausfällt. In den Profilen von Tscherkei und am Fluss Rubass-tschai scheint es vorhanden zu sein und eine Fauna mit reichlicher Vertretung kalkschaliger Formen und überwiegend *Globigerina* und *Globorotalia* zu führen. Höher folgen dann die Horizonte mit *Globorotalia aragonensis* und mit *Hantkenina liebusi* des Mitteleozän und das Obereozän. Aequivalente der untersten Foraminiferenschichten des Nordkavkasus haben sich bisher faunistisch nicht nachweisen lassen, sie scheinen durch harte, nicht schlämbbare Gesteine vertreten zu sein. Die Frage der Abgrenzung von Danien, Paleozän und Untereozän auf Grund der Mikrofauna im Nordostkaukasus und in Dagestan, im Sinne einer Abgrenzung der Aequivalente der Anapa-Elburgenschichten, der Serie von Gorjatschij Kljutsch und der untersten Foraminiferenschichten i. e. S. bedarf noch eingehender Studien. Das Danien ist zwar durch seine Makrofauna (hauptsächlich *Echinocorys sulcatus*) nachgewiesen, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass es nicht nur die fossilführenden Schichten der „Oberkreide“, sondern auch noch einen Teil der überlagernden „Unteren Foraminiferenschichten“ umfasst. Diese vertreten nicht nur das Eozän, wie im Nordwesten, sie enthalten wahrscheinlich auch Aequivalente der Schichten von Gorjatschij Kljutsch in einer Mergelfazies, die sich von der hier untersuchten wesentlich unterscheidet, und des oberen Danien.

d. Südostkaukasus

Im Südostkaukasus, im Westen der Halbinsel Apscheron und im angrenzenden Gebiet von Nord-Kabristan, finden wir wiederum eine neue Fazies der Aequivalente der Schichten von Gorjatschij Kljutsch, die Sumgait-schichten. Diesen von Sjögren als allgemeinere Bezeichnung auf-

gestellten Namen beschränkte I. M. G u b k i n auf eine auffallende, aber wenig mächtige Serie ziegelroter Tone mit Mangankonkretionen, die an der Basis grüne tonige Zwischenlagen und dünne Sandsteinbänke führen. Schon G u b k i n erkannte die Gleichalterigkeit der beiden in ihrer typischen Ausbildung durch die ganze Länge des Kaukasus getrennten Schichtgruppen. In den Sumgaitsschichten lässt sich eine untere Abteilung unterscheiden, in der neben kieselschaligen auch kalkschalige Foraminiferen in grosser Zahl vorkommen, und eine obere, die vollkommen kalkfrei entwickelt ist. In der unteren finden sich Schichten mit gemischter und mit kieseliger Fauna in Wechsellagerung. Das entspricht annähernd den Verhältnissen im Nordwesten, wenn man von den nur dort entwickelten fossilereeren mächtigen Sandsteinbänken absieht. Der Bestand der Fauna selbst zeigt eine sehr beträchtliche Ähnlichkeit mit der hier beschriebenen. Die neritische Fazies der *Pecten*-Schichten ist aber im Südosten nicht bekannt. Im folgenden führe ich die Foraminiferen der Oberen und Unteren Sumgaitsschichten des Südostkaukasus (Nordwest-Apscheron und Nordkabristan) an und lasse eine Liste der Foraminiferen der unterlagernden Ilchidagschichten des Berges Ilchidag (Nordwest-Apscheron) folgen, die im Alter dem Danien-Flysch und dem tieferen Teil der Schichten von Anapa (über dem Obersenon) im Nordwestkaukasus entsprechen.

Foraminiferen der Oberen Sumgaitsschichten des Südostkaukasus

Rhabdammina cylindrica nov. sp.
Rhizammina indivisa H. B. B r a d y
Psammosphaera fusca S c h u l t z e
Ammodiscus incertus (d'O r b.)
Glomospira charoides (J o n e s e t P a r k.)
 „ *gordialis* (J o n e s e t P a r k.)
 „ *irregularis* (G r z y b.)
Lituotuba incerta F r a n k e
Trochamminoides irregularis W h i t e
Haplophragmoides walteri (G r z y b.)
Haplophragmoides nov. sp.
Cyclammina bradyi C u s h m.

Foraminiferen der Unteren Sumgaitsschichten des Südostkaukasus

Rhabdammina cylindrica nov. sp.
Psammosphaera fusca S c h u l t z e
Ammodiscus incertus (d'O r b.)
Glomospira charoides (J o n e s e t P a r k.)
 „ *irregularis* (G r z y b.)
Trochamminoides irregularis W h i t e
Hormosina ovulum (G r z y b.)
Nodellum velascoense (C u s h m a n)
Reophax splendidus G r z y b.
Haplophragmoides? eggeri C u s h m a n
Textularia excolata C u s h m a n
Tritaxia tricarinata R e u s s
Astacolus crepidulus (F. e t M.)
Lenticulina sp.
Lagena orbignyana S e g u.
Nonion scapha F. e t M.
Bolivinita exigua nov. sp.
Bolivina decorata J o n e s var. *delicatula* C u s h m a n
Bulimina sp.
Bifarina cf. *eleganta* (P l u m m e r)

- Pseudouvierina wilcoxensis* Cushman et Ponton
 „ *selseyensis* (Heron-Allen et Earle) var. *sculpta* nov.
Siphonodosaria jarvisi (Cushman)
Pleurostomella sp.
Eponides trümpyi Nutt.
 „ *exigua* (H. B. Brady) var. *obtusa* Burr. et Holl.
Eponides umbonata (Reuss)
Gyroidina soldanii d'Orb. var. *octocamerata* Cushman et Hanna
 „ cf. *umbilicata* d'Orb.
Siphonina prima Plummer
Pulvinulinella cf. *culter* (P. et J.)
Ceratobulimina sp.
Pullenia puentepiedraensis Gall. et Morr.
 „ *coryelli* White
 „ *quinqueloba* Reuss
Globigerina pseudobulloides Plummer
 „ *triloculinoides* Plummer
 „ *compressa* Plummer
Globorotalia angulata (White)
 „ *membranacea* (Ehrenb.)
Gümbelina crinita nov. sp.
Cibicides sp.
Anomalina sp.

Fauna der Ilchidagschichten des Südostkaukasus (NW Apscheron)

- Glomospira charoides* (P. et J.)
Trochamminoides incerta White
Textularia plummerae Lal.
Robulus sp.
Nonionella cf. *tumida* (Will.)
Bolivinita exigua nov. sp.
Bulimina minuta Mars.
 „ *brevis* Franke (non d'Orb.)
Bolivina sp.
Eouvigerina sp.
Eponides aff. *trümpyi* Nutt.
Valvulineria allomorphinoides (Reuss)
Discorbis sp.
Chilostomella sp.
Gümbelina crinita nov. sp.
Gümbelitra turrita (Ehrenb.)
Globigerina bulloides d'Orb.
 „ *pseudobulloides* Plummer
 „ *triloculinoides* Plummer
 „ *compressa* Plummer
 „ nov. sp. aff. *abnormis* (Hantk.)
Globigerinella aspera (Ehrenb.)
Cibicides sp.
Anomalina sp.
Ostracoda
Radiolaria

Ein Vergleich der Foraminiferen der Schichten von Gorjatschij Kljutsch mit der Fauna des Paleozäns des Wolgagebietes ist nicht möglich, da dort bisher noch keine Foraminiferen gefunden wurden.

e. Krim

Eine mit der hier beschriebenen besonders in der Häufigkeit agglutinierender Formen vergleichbare Fauna fand ich in einigen Proben, die

W. W. M e n n e r bei Feodossia in der Krim gesammelt und mir zur Bestimmung der Fauna übergeben hatte. Das Alter gibt M e n n e r als oberes Paleozän und unteres Untereozän an. Wesentlich höher folgen im gleichen Profil Mittel- und Obereozän mit reicher Fauna. An der Grenze von Paleozän und Untereozän findet sich hier: *Rhabdammina*, *Ammodiscus*, *Glomospira*, *Haplophragmoides*, *Reophax*, *Clavulina parisiensis*, *Arenobulimina* (vielleicht umgelagert?), *Textulariella?*, *Nodosaria velascoensis*, *Bulimina midwayensis*, *Globigerina*, *Globorotalia*. Auffallend ist hier das F e h l e n typischer Kreideformen, wie *Nodellum*, *Proteonina complanata*, *Rzchakina* u. a., möglicherweise handelt es sich schon um die Aequivalente der Untersten Foraminiferenschichten des Nordkaukasus, in denen, wie wir gesehen haben, ebenfalls agglutinierende Foraminiferen häufig sind. In anderen Gebieten der Krim wurde Paleozän in Seichtwasserfazies gefunden.

f. Die Flyschzone der Karpathen.

Das nächste Gebiet, in dem im Paläogen eine ähnliche Fauna auftritt, ist die Flyschzone der polnischen Karpathen. Ein reiches Material aus diesem Gebiet ist durch die Arbeiten von G r z y b o w s k i, F r i e d b e r g, R z e h a k, N o t h, D y l a z a n k a, J e d l i t s c h k a und anderen bekannt geworden, aber die stratigraphischen Angaben in diesen Arbeiten bedürfen einer eingehenden kritischen Revision, die nicht in allen Fällen und nicht mit ausreichender Genauigkeit auf Grund der Literatur allein möglich ist.

Aus dem Obersenon stammen die Faunen von Gbellan (L i e b u s und S c h u b e r t), und Leszczyiny (R y c h l i c k i), wo das Alter sowohl durch die Makro- als durch die Mikrofauna mit Sicherheit festzustellen ist. Sie sind den hier angeführten nordwestkaukasischen Obersenonfaunen ähnlich. Aus den Inoceramenschichten stammen ferner die Faunen von Rzeszow und Debica (F r i e d b e r g), Szymbark (D y l a z a n k a) und Gorlice (G r z y b o w s k i 1901), doch ist trotz des Vorkommens von Inoceramen das obersezone Alter der Schichten dieser Fundorte n i c h t s i c h e r, da es sich meist nicht um ganze Schalen, sondern um Fragmente handelt, die erstens nicht sicher bestimmbar sind und zweitens auch in jüngeren Schichten umgelagert vorkommen können. Inoceramen wurden tatsächlich auch mehrfach mit Nummuliten, meist von untereozänem Alter, zusammen gefunden. W i s n i o w s k i und G r z y b o w s k i nehmen daher an, dass in den Inoceramenschichten Obersenon, Danien und tiefstes Paläogen enthalten sind. Nach ihrer Mikrofauna sind in die oberste Kreide, wahrscheinlich ins Maastricht, die Tegel von Frycovec und Halbendorf in den nordmährischen Beskiden zu stellen (von J e d l i t s c h k a als Obereozän beschrieben).

Die Faunen von Wadowice (G r z y b o w s k i 1896), Barwinek und Komarnok (N o t h), sowie der grösste Teil der Fauna von Krosno und Potok (G r z y b o w s k i 1898), mit Ausnahme der ausdrücklich als aus dem Menilitischeiefer stammend bezeichneten Arten gehören in den Horizont der bunten Schiefer und Sandsteine, der nach N o w a k die Basis des Paläogens in diesem Teil der Flyschzone bildet. Einige der Bohrungen bei Potok, deren Fauna G r z y b o w s k i beschreibt, sind in dem Profilen des Gebietes bei N o w a k, Geologie der polnischen Oelfelder, 1929, S. 57 und 59, dargestellt, so dass man feststellen kann, dass die fossilführenden bunten Tone grösstenteils der Stufe des erdölführenden Cieczkowicer Sandsteins angehören und daher

ins tiefste Paläogen (Paleozän-Untereozän) zu stellen sind. Nach der auffallenden Aehnlichkeit der Fauna stelle ich hierher auch den Tegel von Paskau-Repištë in den nordmährischen Beskiden (Jedlitschka) und den grünen Ton von Nikoltschitz in Mähren (Rehak). Für die Altersbestimmung dieser beiden Vorkommen sind keine anderen stratigraphischen oder paläontologischen Anhaltspunkte vorhanden.

Mitteleozäne Mikrofaunen sind bisher aus dem karpathischen Flysch nicht bekannt geworden. Erst das Obereozän und Unteroligozän ist wieder durch reiche Faunen, die zum Teil auch Nummuliten enthalten, nachgewiesen. Hierher gehören die Faunen von Wola Luzanka (Uhlig), Dukla (Grzybowski), Bukowiec (Cizancourt), Kruhel Maly (Wojcik). Sie unterscheiden sich scharf und deutlich von den vorher erwähnten altpaläogenen Assoziationen.

Für den Vergleich mit der hier beschriebenen Fauna kommen vor allem die Foraminiferen der Inoceramenschichten und der bunten Tone des tiefsten Paläogen in Betracht. Die Aehnlichkeit dieser Faunen untereinander und ihr auffallendstes Kennzeichen, das Ueberwiegen agglutinierender Formen über die kalkschaligen nach Arten- und Individuenzahl ist schon lange bekannt. Ein Vergleich im Einzelnen ist zwar nicht möglich und die ziffernmässigen Angaben über das Verhältnis von kalk- und kieselschaligen Arten stimmen nicht genau, da die Bestimmung und Abgrenzung der Arten von den älteren Autoren nicht in der heute üblichen Weise durchgeführt wurde. Aus den Abbildungen geht hervor, dass die Zahl der als neu beschriebenen agglutinierenden Arten sicher zu gross ist, da auf die individuelle Variation und den Erhaltungszustand zu wenig Rücksicht genommen wurde. Die folgenden Ziffern geben aber doch ein annäherndes Bild der Verhältnisse.

Nach Grzybowski sind in Wadowice 52%, in Potok 85% und in Gorlice 99% der Arten kieselschalig, in Szymbark nach Dylazanka 83%, in Paskau nach Jedlitschka 59%, in der Fauna der Schichten von Gorjatschij Kljutsch i. e. S. 58%, wenn man den erwähnten Horizont mit kalkschaligen Formen berücksichtigt, in den meisten Proben aber 80—100%. Für die Oberkreide gibt Grzybowski einen normalen Gehalt an kieselschaligen Arten mit 6—20% an, das dürfte annähernd auch für die meisten bekannten tertiären und die aus wärmerem Wasser stammenden rezenten Faunen stimmen. Von den hier beschriebenen 22 kieselschaligen Arten fanden sich 18 (82%) im Flysch der polnischen Karpathen, die meisten in den bunten Tönen und den Inoceramenschichten, etwa 1/3 nur in den bunten Tönen des Paläogen; allein *Rzehakina epigona* war bisher nur aus den Inoceramenschichten bekannt. Ein Vergleich der kalkschaligen Formen ist kaum möglich, da die Bestimmungen unverlässlich sind und nur ein Teil abgebildet wurde. Zweifellos finden sich aber gemeinsame Arten.

Wir können also feststellen, dass zwischen den Schichten von Gorjatschij Kljutsch und den Inoceramenschichten und basalen bunten Tönen des Paläogen der Flyschzone der tschechoslowakischen und polnischen Karpathen bedeutende Aehnlichkeiten sowohl in der Fazies als in der Zusammensetzung der Fauna bestehen. Für das Obersonen des Südostkavkasus ist diese Beziehung übrigens schon von Bogdanowitsch 1909 betont worden. Wesentlich ist, dass die faunistischen Aehnlichkeiten hauptsächlich Arten mit geringer vertikaler Verbreitung betreffen. Gleichzeitig müssen aber einige Unterschiede der Faunen der beiden Gebiete hervorgehoben werden, vor allem

die geringe Verbreitung *Trochammina*-ähnlicher Formen im Kaukasus und das Fehlen des bezeichnenden *Nodellum velascoense* in den Karpathen.

Im übrigen Europa ist marines Paleozän wenig bekannt, daher können kaum faunistische Vergleiche angestellt werden. Die Fauna der Thanet-Schichten und des dänischen Paleozäns hat einige gemeinsame Arten mit der hier beschriebenen, wie z. B. *Clavulina parisiensis*, *Textularia baudouiniana* (aus einem Geschiebe), *Nodosaria spinulosa*, *Eponides* u. a., aber im Gesamthabitus unterscheiden sich diese Faunen sehr wesentlich von den hier beschriebenen.

g. Die Libysche Stufe von Aegypten

Unter den aussereuropäischen Faunen, die mit der hier beschriebenen vergleichbar sind, beansprucht besonderes Interesse die Fauna der libyschen Stufe von El-Guss-Abu-Said in der ägyptischen Oase Farafrah. Drei Arten dieser Fauna fand ich im *Pecten*-Horizont von Anapa, zwei sind durch nahe Verwandte vertreten. Die Zahl ist zwar nicht gross, gewinnt aber dadurch an Bedeutung, dass dazu gerade die häufigsten und bezeichnendsten Arten beider Fundstellen gehören. Das Alter der foraminiferenführenden Horizonte von El-Guss-Abu-Said ist nach Beadnell und Cuvillier (1930) als Montien und Thanetien zu bestimmen.

Das Vorkommen zahlreicher Arten dieser ägyptischen Fauna in der Wilcox-Formation von Alabama wurde von Cushman und Ponton beschrieben.

h. Die Golfküste Nord- und Mittelamerikas

Von den fünf Arten, die die Fauna von Anapa mit der aus der libyschen Wüste verbinden, finden sich drei auch in Alabama. Dazu kommen noch vier Arten, die die Wilcox-Fauna mit der des *Pecten*-Horizonts gemeinsam hat. Zwei davon (*Lamarckina wilcoxensis*, *Pseudovigerina wilcoxensis*) waren bisher nur aus dieser Formation bekannt. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass drei Arten durch sehr nahestehende vertreten sind. So können wir also eine Ähnlichkeit der Fauna des *Pecten*-Horizonts von Anapa und der Wilcox-Formation von Alabama feststellen. Das Alter dieser Formation wird als Untereozän angegeben. (Vergl. aber oben S. 388.)

Mit den tieferliegenden Midway-Schichten von Texas, die von H. J. Plummer vorbildlich bearbeitet wurden, hat die hier beschriebene Fauna von insgesamt 72 Arten 19 gemeinsam, darunter mehrere, die bisher nur aus der Midway-Formation bekannt waren. Das Alter dieser Schichten wird allgemein als Paleozän betrachtet. Nur Scott hat in der letzten Zeit den Standpunkt vertreten, dass es sich um Äquivalente des Danien handelt. Bemerkenswert ist, dass Plummer aus den höheren Horizonten der Formation Schichten mit rein kieseliger Fauna angibt; diese Erscheinung wird auf Kalkarmut des Meerwassers dieser Zeit zurückgeführt (Plummer 1926, p. 34).

Schliesslich sind noch die Beziehungen der hier beschriebenen Fauna zu den interessanten Assoziationen von Foraminiferen aus Mittelamerika zu erwähnen, die als oberste Kreide beschrieben wurden. Es handelt sich um die Velasco-Schichten von Mexiko (Cushman, White), eine vereinzelte Fauna von Tabasco, Mexiko (Galloway und Mor-

rey) und ebenfalls vereinzelte Vorkommen auf der Insel Trinidad (Cushman und Jarvis). In der ausserordentlich reichen Foraminiferenfauna der Velasco-Schichten scheinen etwa 14 der hier beschriebenen Arten vertreten zu sein, die Fauna ist im ganzen aber der Fauna des tiefer liegenden Teils der Schichten von Anapa und zum Teil dem höchsten Horizont des Obersenon ähnlicher. In der Fauna von Tabasco, die durchaus keinen klar ausgesprochenen kretazischen Charakter zeigt, kommen 8—10 Arten der Schichten von Gorjatschij Kljutsch vor. 18 Arten hat die hier beschriebene Fauna mit der von Trinidad gemeinsam, darunter von den 27 beschriebenen kieselschaligen 15. In der letzten Zeit wird den Mikropaläontologen, die sich mit dem Studium der Foraminiferen der Velasco-Schichten beschäftigten, der Unterschied gegenüber dem unzweifelhaften Obersenon (Mendez in Mexiko, Navarro in Texas) hervorgehoben und ein paleozänes Alter für möglich gehalten (Thalman, Barker). Was wir von der Fauna der Dänischen Stufe in Nordeuropa, bei Wien und im Kaukasus wissen, deutet darauf hin, dass sie sich ebenso deutlich von der des europäischen Obersenons unterscheidet, so dass eine Zugehörigkeit der Velasco-Formation zum Danien durchaus wahrscheinlich ist. Die Fauna der überlagernden Chicontepec-Formation, die von Barker als „ärmlich“ bezeichnet und ins Paleozän gestellt wird, ist noch nicht genauer bekannt, mit Ausnahme einiger Discocyclinen¹. Die Fauna von Trinidad hat in Zusammensetzung und Erhaltung eine erstaunliche Aehnlichkeit mit der hier beschriebenen, andererseits aber auch Beziehungen zur Velasco-Fauna.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Aus den ältesten Tertiärschichten des Nordwestkaukasus, den „Schichten von Gorjatschij Kljutsch“, die bisher als fossilleer galten, und einem an der Küste des Schwarzen Meers an ihrer Basis auftretenden Horizont mit *Pecten* sp. wird eine Foraminiferenfauna von 74 Arten bekanntgemacht. 44 Arten werden beschrieben, von denen 5 bisher unbekannt waren.

2. Die Fauna ist nicht älter als Paleozän und nicht jünger als Untereozän, ein paleozänes Alter ist sehr wahrscheinlich.

3. Eine beträchtliche Anzahl der gefundenen Arten tritt in der obersten Kreide (Oberstes Senon und Danien) zuerst auf und verschwindet wieder im ältesten Paläogen (Paleozän und Untereozän). Diese Arten haben eine grosse Bedeutung als Leitformen der bisher noch wenig erforschten Uebergangsbildungen zwischen Kreide und Tertiär.

4. Die Fauna der Schichten von Gorjatschij Kljutsch besteht in den meisten Horizonten nur aus agglutinierenden (kieselschaligen) Foraminiferen und Radiolarien. Dieser Faunentypus findet sich in Schichten der Kreide-Tertiärgrenze nicht nur im Nordwest-, sondern auch im Südostkaukasus, den Karpathen und ähnlich auch in Trinidad. Rezent treten ähnliche Faunen in

¹ Während der Drucklegung dieser Arbeit erhielt ich das eben erschienene Buch von J. M. Muir, *Geology of the Tampico Region, Mexico*.—Tulsa, Oklahoma, 1936. Der Autor kommt zu dem Schluss, dass die Velasco-Schichten aller Wahrscheinlichkeit nach Danien sind (p. 91) und führt eine reiche Foraminiferenfauna der Chicontepec-Formation an (p. 101 f.), die wenigstens 11 der hier beschriebenen Arten enthält, darunter *Globigerina pseudobulloides* und *compressa*, *Globorotalia angulata* und *membra-nacea*.

grossen Meerestiefen und in seichteren Zonen arktischer und antarktischer Gewässer auf. Sie sind (mit wenigen Ausnahmen) an Gebiete kalten Wassers gebunden. Ihre Verbreitung hängt offenbar mit den Bedingungen der Kalklösung am Meeresgrunde zusammen, die noch nicht ausreichend untersucht sind. Bemerkenswert ist der Wechsel von Schichten mit kieseliger und mit gemischter Fauna und die Einschaltung einer typischen Seicht- und Warmwasserfauna an der Basis (*Pecten*-Horizont).

5. Aequivalente der Fauna der Schichten von Gorjatschij Kljutsch finden sich noch in den Unteren Foraminiferenschichten von Naltschik (Nordkaukasus), in Dagestan ist die Fauna der gleichalten Schichten in fazieller Hinsicht normal zusammengesetzt. Im Südosten, nordwestlich von Baku, finden wir eine der Fauna der Schichten von Gorjatschij Kljutsch sehr ähnliche Assoziation in den Sumgaittschichten, wodurch sich die von Gubkin 1915 durchgeführte Korrelation bestätigt.

6. Ausserhalb des Kaukasus lassen sich sehr ähnliche Faunen durch die Flyschzone der Karpathen bis in die Gegend von Wien verfolgen. Wo die Tektonik die stratigraphischen Beziehungen der sie einschliessenden Schichten nicht gestört hat, lässt sich feststellen, dass sie im Bereich vom obersten Senon bis zu den tiefsten, untereoziänen, nummulitenführenden Schichten vorkommen (z. B. in den erdölführenden Cieczkowicer Schichten von Potok). Beträchtliche Aehnlichkeiten bestehen zwischen der untersuchten Fauna und den Foraminiferen der Libyschen Stufe Aegyptens, der paleozänen Midway- und untereoziänen (oder paleozänen) Wilcox-Formation der amerikanischen Golfküste und den als oberste Kreide beschriebenen Faunen von Trinidad und Mexiko. Die weitere Verfolgung der untersuchten Fauna durch das Gebiet der Tethys und ihre Korrelation mit der Foraminiferenfauna des nordeuropäischen Beckens, auf dessen Schichtfolge die Gliederung des ältesten Tertiärs beruht, wird wesentlich zur Klärung der schwierigsten Fragen der Kreide-Tertiärgrenze insbesondere im Gebiet der Flyschablagerungen beitragen.

LITERATURVERZEICHNIS

- АРХАНГЕЛЬСКИЙ, А. Д.: О вероятном возрасте нижних горизонтов третичных отложений Северного Кавказа. — Бюлл. Московского Общ. Исп. Прир. отд. Геол., т. 3, 1935.
- БОГДАНОВИЧ, К. И.: О псекупских минеральных водах. — Изв. Геол. Ком. № 9. Прот., стр. 219—228, 1910.
- ВАССОЕВИЧ, Н. Б.: Материалы к стратиграфии и петрографии меловых и палеогеновых отложений Юго-восточного Кавказа. — Труды Геол. Инст. Акад. Наук, т. 3, 1933.
- ГУБКИН, И. М.: Геологические исследования Сев.-зап. части Апшеронского полуострова. (Сумгаитский планшет). — Изв. Геол. Ком., т. 33, № 4, 1914.
- : Геологические исследования Кубанского нефтеносного района. Листы Анапско-Равский и Темрюкско-Гостогоаевский. — Труды Геол. Ком., Н. С., вып. 115, 1915.
- ИГНАТОВИЧ, Н. К., ПАЛЕЙ, П. Н. и СЛАВИАНОВ, Н. Н.: Гидрологическое описание района Псекупских минеральных источников. — Труды ГГРУ, вып. 102, 1932.
- ПРОКОПОВ, К. А.: Геология третичных отложений Сев. Кавказа в связи с нефтеносностью. — Труды Сев.-Кавк. Конф. Геол.-нефтянников, вып. 3, 1933.
- BARKER, R. W.: Micropaleontology in Mexico with special reference to the Tampico Embayment. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. vol. 20, p. 433—456, 1936.
- CUSHMAN, J. A.: The Foraminifera of the Velasco Shale of the Tampico Embayment. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. vol. 10, p. 581—612, pl. 15—21, 1926.

- CUSHMAN, J. A.: and JARVIS, P. W.: Upper Cretaceous Foraminifera from Trinidad.—
Proc. U. S. Nat. Mus. vol. 80, art. 14, 1932.
- CUSHMAN, J. A. and PONTON, G. M.: An Eocene fauna of Wilcox age from Alabama.—
Cont. Cushman Lab. For. Res. vol. 8, p. 51—72, pl. 7—9, 1932.
- CUVILLIER, J.: Révision du Nummulitique Egyptien.—Mém. Inst. d'Égypte. 16, 1930.
- DYLAZANKA, M.: Warstw Inoceramowe z łomu w Szymbarku koło Gorlic.—Rocznik
Polsk. Towar. Geol. Krakow t. 1, p. 36—79, pl., 1923.
- EARLAND, A.: Foraminifera, Part III, The Falklands Sector of the Antarctic.—
Discovery Rep. vol. 10, 1934.
- FRANKE, A.: Die Foraminiferen und Ostrakoden des Paleozäns von Rugaard in Jütland
und Sundkrogen bei Kopenhagen.—Danm. Geol. Unders. II. Raekke Nr. 46, 1927.
- : Die Foraminiferen der Oberen Kreide Nord- und Mitteldeutschlands. Abh. Preuss.
Geol. Landesanst. N. F. H. 111, 1928.
- : Die Foraminiferen eines Paleozängeschiebes von Köthen in Anhalt.—Zeitschr.
f. Geschiebef. Bd. 7, S. 37—40, 1931.
- FRIEDBERG, W.: Otwornice warstw inoceramowych okolicy Rzezowa i Debicy.—Rozpr.
Akad. Um. Krakow t. 41, ser. B, p. 601—668, p-l. 19, 1902.
- GALLOWAY, J. J. and MORREY, M.: Late Cretaceous Foraminifera from Tabasco,
Mexico.—Journ. Pal. vol. 5, p. 329—354, pl. 37—40, 1931.
- GAWEL, A.: Ueber die chemisch-mineralogische Zusammensetzung roter und grüner
eozäner Schiefertone der Ostkarpathen.—Bull. Int. Acad. Polon., ser. A, p. 523—
537, 1928.
- GLAESSNER, M. F.: Die Foraminiferengattungen *Pseudotextularia* und *Amphimorphina*.—
Problems of Paleont., vol. 1, p. 95—134, Taf. 1, 2, 1936.
- GRZYBOWSKI, J.: Mikrofauna utworow karpackych, I., Otwornice czerwonych ilow
z Wadowic.—Rozpr. Akad. Um. Krakow, t. 30 (t. 10, ser. 2), p. 261—308,
t. 8—11, 1896.
- : Mikroskopowe badania namulow wiertniczych z kopaln naftowych. I. Pas potocki
i okolica Krosna. II. Uwagi ogolne.—Kosmos, t. 22, p. 393—439, pl. 6—9, 1897¹.
- : Otwornice pokladow naftonosnych okolicy Krosna.—Rozpr. Akad. Um. Krakow
t. 33 (ser. 2, t. 13), p. 257—305, pl. 10—12, 1898.
- : Otwornice warstw inoceramowych okolicy Gorlic.—Rozpr. Akad. Um. Krakow
t. 41 (ser. 3 t. 1), B, 1901.
- HOFKER, J.: Notizen über die Foraminiferen des Golfes von Neapel.—III. Die
Foraminiferenfauna der Ammontatura.—Publ. Staz. Zool. Napoli, vol. 12,
fasc. 1, 1932.
- JEDLITSCHKA, H.: Revision der Foraminiferengattungen *Siphonodosaria*, *Nodogene-*
rina, *Sagrinodosaria*.—Verh. Naturf. Ver. Brünn, Bd. 66, S. 61—72, 1935.
- : Beitrag zur Kenntniss der Mikrofauna der subbeskidischen Schichten.—Mitt. Naturw.
Ver. Troppau 1935.
- KARRER, E.: Ueber das Auftreten der Foraminiferen in den älteren Schichten des
Wiener Sandsteins.—Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. 52, 1865.
- MACFADYEN, W.: Fossil Foraminifera from Burdwood Bank and their geological
significance.—Discovery Rep. vol. 7, 1933.
- NOTH, R.: Die Foraminiferen der roten Tone von Barwinek und Komarnok.—Beitr.
z. Geol. Oest.-Ung. u. d. Orients, Bd. 25, S. 1—24, Taf. 1, 1912.
- PLUMMER, H. J.: Foraminifera of the Midway Formation of Texas.—Texas Univ. Bull.
2644, 1926.
- : *Epistominoides* and *Coleites*, new genera of Foraminifera.—The Amer. Midland
Natural. vol. 15, p. 601—608, 1934.
- RZEHAK, A.: Die Foraminiferenfauna des grünen Oligocäntones von Nikoltshitz in
Mähren.—Verh. Geol. Reichsanst. Wien, 1887.
- SCHWAGER, C.: Die Foraminiferen aus den Eocänablagerungen der Libyschen Wüste
und Aegyptens.—Palaeontogr. Bd. 30, 1, S. 79—153, Taf. 24—29, 1883.

¹ Diese Arbeit stellt wohl den ersten Versuch einer Anwendung mikropaläontologischer Untersuchungen zu praktischen erdölgeologischen Zwecken dar. Die Bohrprofile werden in paläontologische Zonen gegliedert, auf Grund dieser Zonen wird eine graphische Korrelation der Bohrungen versucht. Die von Grzybowski auf Anregung Uhlig's ausgeführten Arbeiten wurden weder in ihrer praktischen, noch in ihrer theoretischen Bedeutung entsprechend gewürdigt und erst nach 20 Jahren wurde die Methode in Amerika neu entdeckt.

МЕЛОВЫЕ И ТРЕТИЧНЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ КАВКАЗА
ФОРАМИНИФЕРЫ ДРЕВНЕЙШИХ ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗА-
ПАДНОГО КАВКАЗА

М. ГЛЕССНЕР, Москва

РЕЗЮМЕ¹

1. В настоящей работе описывается² впервые, состоящая из 74 видов, фауна фораминифер, обнаруженная в древнейших третичных отложениях северо-западного Кавказа в так называемой «свите Горячего Ключа», которая до последнего времени считалась «немой». Значительная часть фауны собрана в горизонте с *Pecten*, лежащем у основания названной свиты в обнажениях Черноморского побережья к югу от г. Анапы. Даются детальные описания 44 видов, из которых 5 не были известны.

2. Описанная фауна по возрасту не старше палеоцена и не моложе нижнего эоцена. Палеоценовый возраст ее очень вероятен.

3. Значительная часть вновь открытых видов впервые появляется в верхнем мелу (в. сенон и датский ярус) и исчезает в нижнем палеогене (палеоцен и н. эоцен). Эти виды имеют большое значение как руководящие ископаемые для малоизученных переходных формаций на границе верхнего мела и нижнетретичных отложений.

4. Фауна «свиты Горячего Ключа» состоит для большинства горизонтов лишь из агглютинированных (кремнистых) раковин фораминифер и скелетов радиолярий; подобный тип фауны встречается в пограничных слоях верхне-меловых и ниже-третичных отложений не только Северо-западного — но также и Юго-восточного Кавказа, Карпат и Тринидада. Эти фауны встречаются и на больших глубинах современных океанов и в мелководных зонах арктических и антарктических морей. За малыми исключениями они приурочены и холодноводным областям. Распространение их зависит, повидимому, от условий образования и растворения известковых раковин в морских глубинах, однако эти условия еще недостаточно выяснены. Заслуживает внимания смена слоев с кремнистой и со смешанной фаунами, а также наличие прослоя с мелководно-тепловодной фауной, на основании изучаемой свиты (в горизонте с *Pecten* sp).

5. Эквиваленты фауны «свиты Горячего Ключа» встречаются также и в нижних фораминиферовых слоях Нальчика (Северный Кавказ). В Дагестане фауна тех же слоев отличается в фаціальном отношении. На Юго-восточном Кавказе северо-западнее г. Баку, в сумгаитских слоях встречается ассоциация форм, весьма близких фауне «свиты Горячего Ключа», что подтверждает корреляцию, установленную акад. И. М. Губкиным в 1915 г.

6. За пределами Кавказа удастся проследить наличие сходных фаун через флишевую зону Карпат, вплоть до района Вены. Там, где тектоника не нарушила стратиграфических отношений в ею захваченных слоях, удастся установить наличие фауны, сходной с описанной, в пределах от самых верхов сенона до ниже-эоценовых слоев (как например, в нефтеносных

¹ Полный перевод настоящей работы на русский язык находится в архиве Института Горючих Ископаемых Академии Наук СССР, Москва.

² По материалам Института Горючих Ископаемых Академии Наук СССР, Москва.

песчаниках Ценжковице района Поток). Значительное сходство обнаружено между изученной фауной и фораминиферами ливийского яруса Египта, палеоценовой формации Midway и формации Wilcox нижнего эоцена (или палеоцена), развитых на побережье мексиканского залива, а также и отнесенными к верхнему мелу фораминиферами Тринидада и Мексики. Дальнейшее прослеживание изученной фауны в пределах Тетиса и установление корреляции с фауной фораминифер Северо-Европейского бассейна, на стратиграфическом разрезе которого обосновывается общепринятое расчленение нижнетретичных отложений, повидимому, приведет к разрешению трудного, в особенности для флишевых отложений, вопроса о границах мелового и третичного периодов.

DIE ENTFALTUNG DER FORAMINIFERENFAMILIE *BULIMINIDAE*

Von

Dr. MARTIN F. GLAESSNER

Paläontologisches Laboratorium der Universität Moskau

In der vorliegenden Studie soll der Versuch gemacht werden, die Entwicklung einer Foraminiferenfamilie von einem frühen Stadium bis zu ihrer reichen Entfaltung zu verfolgen. Das Ziel dieser Untersuchung ist die Darstellung einer systematischen Gruppe in ihrer zeitlichen Verbreitung auf Grund der Dynamik der sich ständig wandelnden einzelnen Merkmale ihrer Vertreter. Das Wesentliche ist nicht das Schema der starren morphologischen Beziehungen einzelner gedanklich abgeleiteter Typen, ebensowenig wie die Konstruktion von hypothetischen oder die Suche nach realen „Ahnenformen“. Diese beiden Richtungen, die beispielsweise D a c q u é¹ in seiner Grundlegung der idealistischen Morphologie einander als einzig bestehende gegenüberstellt, sind beide im Wesentlichen auf das Statische eingestellt. Neben der rein typologischen und der rein genealogischen muss sich in der Phylogenie eine Methode durchsetzen, die auf die Erforschung der D y n a m i k der Entfaltung des organischen Lebens auf der Erde gerichtet ist, und diese Dynamik durch Analyse der Merkmale der Organismen zu erfassen sucht. Die Analyse soll die Beziehungen der verschiedenen Merkmale zueinander (Korrelation), ihre Veränderungen bei zeitlich aufeinanderfolgenden Formen (vergleichende Morphologie) und die Beziehungen der einzelnen Formelemente zur Umwelt aufklären (funktionelle Analyse). Bei der Untersuchung der Foraminiferen stoßen wir in diesem letzten Punkt auf Schwierigkeiten, da uns die funktionelle Bedeutung der einzelnen Merkmale des allein erhaltungsfähigen Gehäuses und ihrer Modifikationen fast völlig unbekannt ist. Daher ist es hier besonders schwer, anpassungsmässige Konvergenzen von solchen Merkmalen zu unterscheiden, die auf gemeinsame Abstammung hinweisen. Der Versuch R h u m b l e r's, die Entwicklung der Gehäuseform rein mechanisch als „Festigkeitsauslese“ zu deuten, muss heute ebenso als gescheitert betrachtet werden, wie die Bemühungen, die Schalensubstanz als systematisch bedeutungslos, weil nur durch die Umweltsbedingungen individuell bedingt hinzustellen. Die interessante Studie K e m n a's über den Anpassungswert der Schalenmerkmale der planktonisch lebenden Foraminiferen hat im Wesentlichen gezeigt, dass alle scheinbaren Gesetzmässigkeiten dadurch ihrer Allgemeingültigkeit beraubt werden, dass unter den gleichen Lebensverhältnissen auch gegensätzliche Formbildungen vorkommen.

¹ E. D a c q u é, Organische Morphologie und Paläontologie, 1935.

Neben den rein mechanischen Beziehungen der Schale als Schutz- und Stützorgan der Zelle sind eben bei Protozoen noch biochemische und physiologische Bedingungen der Formbildung an lebendem Material eingehend zu studieren, bevor wir zu einer funktionellen Analyse der Merkmale übergehen können.

Trotzdem ist ein Pessimismus und ein „Ignorabimus“ gegenüber phylogenetischen Untersuchungen an Foraminiferen ebensowenig am Platze, wie bei anderen Gruppen. Die fast unabsehbare Fülle des Materials an Gattungen, Arten und Individuen gibt uns die Möglichkeit, die zeitliche Verbreitung der einzelnen Formen mit grosser Genauigkeit festzustellen. Bei vielen Formen können wir die Ontogenese studieren, da die Jugendstadien im Anfangsteil des Gehäuses erhalten bleiben. Wenn wir das biogenetische Grundgesetz, das D o l l o'sche Gesetz, die Erscheinungen der Neotenie und der Akzeleration beachten und diese Gesetzmässigkeiten auf das morphologisch gut erforschte und zeitlich streng geordnete Material anwenden, so können wir daran gehen, die Dynamik der Entwicklung der Foraminiferenstämme aufzuklären. Der praktische Wert dieser Forschungen liegt darin, dass wir uns dadurch einer Aufklärung der Gründe nähern, durch die die Foraminiferen zu praktisch so ausserordentlich wichtigen Leitfossilien wurden.

1. Die Buliminiden der Unterkreide

Die systematische Stellung der vereinzelt jurassischen Vertreter der Buliminiden ist zweifelhaft, sie bedürfen einer Neuuntersuchung.

In der Unterkreide finden wir nur eine sehr bescheidene Anzahl von Buliminiden; sie verteilen sich auf drei Gruppen, deren jede nur wenige Arten umfasst.

a) Formen mit mehr als drei Kammern in einer Windung der Spirale und einer rundlichen Apertur, die der Basalnaht der letzten Kammer anliegt (*Buliminella*, in noch unbeschriebenem Material aus dem Alb des Kaukasus).

b) Formen mit drei Kammern in einer Windung und in der Naht liegender Apertur (*Turrilina*, in unbeschriebenem Material aus der Unterkreide des Kaukasus) und mit axial gerichteter Spaltrichtung (*Bulimina*, wenige Arten in der Unterkreide von Norddeutschland und England, ungenügend abgebildet und beschrieben).

c) Zweireihige Formen mit Spaltrichtung in der Symmetrieebene, die sich von späteren Vertretern der Gattung durch schärfere Trennung der Kammern und leichte axiale Spiraldrehung des Gehäuses unterscheiden (einzige Art *Bolivina textularioides* R e u s s, weit verbreitet). Formen mit zweireihigem Anfangs- und einreihigem Endteil, Kammerränder oft mit Stacheln (*Bifarina*, nur im Alb).

Bemerkenswert ist das Fehlen gerippter Formen in der Unterkreide.

2. Die Buliminiden der Oberkreide

a) Die Gattungen *Buliminella* und *Bulimina* sind in der Oberkreide mit einer beträchtlichen Zahl von Arten vertreten. Vom Turon an finden sich *Bulimina*-ähnlich dreireihige, aber scharf dreikantige Formen, die als *Reusella* bezeichnet werden. In der tieferen Oberkreide gibt es Uebergänge zwi-

schen ihnen und *Bulimina*. Vom Emscher an finden sich anfänglich drei-, im Endstadium zweireihige Formen, die bei scharfer Abgrenzung der beiden Stadien *Neobulimina*, bei allmählichem Uebergang und stärkerer Betonung des zweireihigen Teils *Virgulina* genannt werden. *Neobulimina* stirbt an der Obergrenze der Kreide aus, *Virgulina* ist im Tertiär wesentlich weiter verbreitet. Die Gattung wird zwar in Listen der englischen Aptfauna angeführt, diese Angaben sind aber sehr zweifelhaft.

b) Die Gattung *Bolivina* führt mit kaum 10 Arten in der Oberkreide noch eine recht bescheidene Existenz, einige dieser Arten sind allerdings weit verbreitet. Wegen ihrer Beschränkung auf die oberste Kreide (Campan-Dan) sind Formen, die sich nur durch die kräftige von aussen distal nach innen und proximal gerichtete Rippen- oder Wulstskulptur unterscheiden, von Bedeutung. Zahlreiche mir vorliegende Stücke zeigen im Bau der Anfangskammern und der Apertur vollste Uebereinstimmung mit *Bolivina*, von der diese wenigen Arten nur als Untergattung *Bolivinoides* C u s h m a n getrennt werden können. Neben wenigen Arten der Gattung *Bifarina* kommen vom Turon an nicht selten ähnlich gebaute Formen vor, die wegen des allmählicheren Uebergangs vom zwei- zum einreihigen Stadium, das oft nur die letzte Kammer ergreift, als *Loxostomum* abgetrennt werden. Von *Bifarina* ist auch die oberkretazische Gattung *Siphogenerinoides* schwer zu trennen. Aus Gründen, die später zu erwähnen sind, schliesse ich hier die einreihigen Genera *Siphonodosaria* und *Chrysalogonium* an.

c) Im Cenoman tauchen wie *Bolivina* zweireihige aber im Querschnitt scharf vierkantige Formen auf, die dann in der Oberkreide weit verbreitet sind, heute aber nur noch als Reliktformen leben. Das sind die Vertreter der Gattung *Bolivinita*, aus der am Beginn der Tertiärzeit die Gattungen *Plectofrondicularia* und — durch Vervollkommnung des Uebergangs zur Einreihigkeit — *Amphimorphina* hervorgehen. An zahlreichen Exemplaren dieser Gattungen konnte ich mich überzeugen, dass es das flachspirale Anfangsstadium, das C u s h m a n für die mikrosphärischen Formen von *Bolivinita* und *Plectofrondicularia* annimmt, nicht gibt. Die manchmal vorkommende Krümmung der Gehäuseachse hat nichts mit spiraler Kammeranordnung zu tun. Die ältesten Arten von *Bolivinita* (*B. eouvigeriniiformis* K e l l e r aus dem Cenoman des Donetzbeckens und aus gleichalterigen Ablagerungen des Kaukasus) scheinen durch allmähliche Erwerbung einer terminalen Apertur mit kurzem Hals in die zuerst im Turon auftretenden ebenfalls mit Kammern versehenen *Eouvigerina*-Arten überzugehen. Auch bei späteren Arten von *Bolivinita* kommt eine terminale Apertur der letzten Kammern oder ein Ring um die Mündung vor. *Eouvigerina* besitzt ebensowenig wie *Bolivinita* flachspirale Anfangskammern, aber auch keine dreireihig angeordneten Endkammern, sondern nur eine leichte spirale Verdrehung der Achse des stets zweireihigen Gehäuses.

d) Die letzte Gruppe der Buliminiden der Kreide verbindet den dreireihigen Gehäusebau von *Bulimina* mit der terminalen, mit einem Hals versehenen Apertur, wie sie sonst nur bei einreihigen Formen und bei der eben erwähnten zweireihigen *Eouvigerina* vorkommt. Die Gattung *Uvigerina* beginnt im Senon, etwa gleichzeitig mit der durch dreikantige Gehäuseform unterschiedenen *Pseudouvigerina*. Auch bei dieser Form gibt es, wie mir Untersuchungen an gut erhaltenem Material zeigten, den von C u s h m a n

angenommenen biserialen Anfangsteil nicht. Die kantige Gehäuseform bietet keinen genügenden Grund, die Gattung aus der Verwandtschaft der *Uvigerina* auszuschliessen, ebensowenig wie man wegen der dreikantigen Gestalt die Verwandtschaft von *Reussella* und *Bulimina* anzweifeln wird.

3. Die Weiterentwicklung der Buliminiden im Känozoikum

Die auffallendste Erscheinung in der weiteren Geschichte der Buliminiden, die wir hier nur in ihren Grundzügen betrachten, ist das Aufblühen der schon aus der Unterkreide stammenden Gattungen *Bulimina* und *Bolivina* und des im Senon zuerst auftretenden Genus *Uvigerina* um die Mitte der Tertiärzeit. Die Artenzahl von *Bolivina* steigt auf das Zehnfache, die der Buliminiden ebenfalls um ein Vielfaches gegenüber der Gesamtzahl der vorher existierenden. An *Reussella* sind auf Grund ihres Jugendstadiums verschiedene in späteren Stadien zwei- und einreihige Formen anzuschliessen, die allerdings nur geringe Verbreitung erreichen. Ein durch Uebergänge mit *Bulimina* verbundener Zweig wird stark involut (*Globobulimina*), was C u s h m a n veranlasst, hier noch als Endstadium die einkammerige *Entosolenia* anzuschliessen. Unter den Verwandten von *Bolivina* gibt es keine wesentlich neuen auf das Känozoikum beschränkten Formen; doch sind einige *Bijarina* sehr nahestehende mit eigenen Gattungsnamen bezeichnet worden. *Bolivinita* wandelt sich im älteren Paläogen in rascher Folge zu *Plectofrondicularia* und *Amphimorphina*. Die meisten neuen Gattungen treten in der Verwandtschaft von *Uvigerina* auf: *Hopkinsella* wird im Endstadium zwei-, *Siphogenerina* einreihig; *Uvigerinella* nimmt wieder einen mehr *Bulimina*-ähnlichen Charakter der Apertur an. Da diese Gattung erst im Miozän, *Uvigerina* aber schon im Senon auftritt, kann sie nicht als Verbindungsglied von *Bulimina* her betrachtet werden. Mit der Aufzählung der verwandten dreikantigen Formen *Angulogerina* und *Trifarina*, von denen die erste unmittelbar, die zweite mittelbar auf *Pseudouvigerina* zurückgeführt werden kann, ist die Aufzählung der wichtigsten im Känozoikum neuentstandenen Buliminiden erschöpft. Da wir festgestellt haben, dass *Pseudouvigerina* keinen zwei-reihigen Anfangsteil hat, bleibt als Unterschied nur der einfache Kiel an den Gehäusekanten und der lockerere Aufbau der jüngeren Formen, die bald mit *Trifarina* das einreihige Endstadium erreichen.

Aus dem Kreis der Buliminiden haben wir einige Gattungen ausgeschlossen, die bisher gelegentlich mit ihnen vereinigt wurden. *Chrysalidina* und *Ungulatella* sind nach den Untersuchungen von C u s h m a n, *Tubulogenerina* nach denen von H o w e anderen Familien anzuschliessen. *Nodomorphina* ist, wie ich früher (1936) ausgeführt habe, wohl nur eine individuelle Modifikation von *Amphimorphina*. *Nodogenerina* lässt sich kaum von *Siphonodossaria* gattungsmässig trennen. *Dentalinopsis* aus der unteren Kreide ist an die dreikantigen Lageniden anzuschliessen, die Reuss zuerst als *Triplasia* (der Typus der Gattung ist aber kieselschalig) und dann als *Rhabdogonium* bezeichnete. Die glatte Endkammer des abgebildeten Exemplars scheint kein Entwicklungsstadium, sondern nur eine atrophische (gerontische) individuelle Ausbildung zu sein. *Robertina* wird von C u s h m a n an *Buliminella*, von G a l l o w a y aber nicht ohne Grund an *Cassidulina* angeschlossen.

4. Analyse der Merkmale der Buliminiden

a) Der Gehäuseaufbau

Schon im tieferen Teil der Unterkreide finden wir Buliminiden mit verschiedenem Gehäuseaufbau: mit zahlreichen Kammern in einem Umgang, (trochospirale), mit drei Kammern in einem Umgang (dreireihige) und mit je zwei wechselständigen (zweireihige). Im Alb bildet *Bifarina* in der Jugend zwei-, später einreihige Kammern. So fehlt also in der Unterkreide nur eine Art des Gehäuseaufbaus, die einreihige. Diese tritt zum ersten Mal in der Oberkreide auf. Die Ausbildung der Mündung und die allgemeine Entwicklung der Familie zu einreihigen Formen gibt uns das Recht, die einreihigen als Verwandte der mehrreihigen Buliminiden zu betrachten. In der Oberkreide finden wir ausserdem Formen, die in der Jugend drei-, später zweireihig sind (*Neobulimina*). Der Uebergang der Uvigerinen mit Ringmündung zur Zwei- und Einreihigkeit erfolgt erst im Tertiär. Sowohl die historische Reihenfolge des Auftretens der einzelnen Gattungen als auch die Ontogenese zeigt uns den Gang der Entwicklung vom trochospiralen Bau mit mehreren Kammern in einer Windung zur Drei-, Zwei- und Einreihigkeit.

b) Die Apertur

Die Apertur ist wie schon erwähnt, bei den ältesten Formen eine Nahtmündung (Abb. 1a), die dann durch Ausdehnung in der Richtung der Achse des Gehäuses zu einer Spalzmündung (Abb. 1 b, c) wird. Dieser Prozess voll-

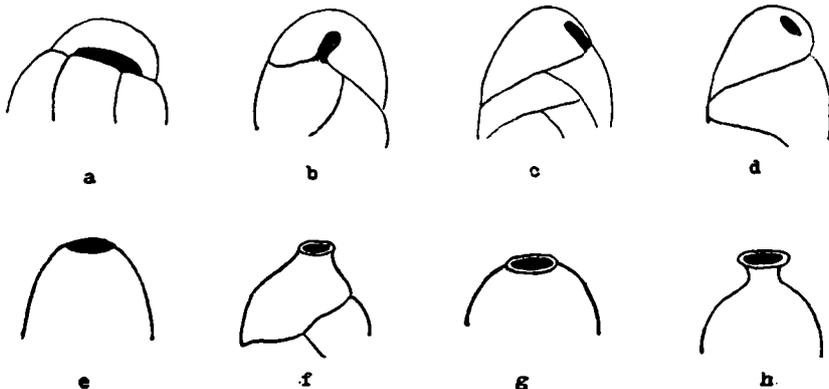


Abb. 1. Die Entwicklung der Aperturform bei Buliminiden. a—Nahtmündung (*Turrilina*), b—Spalzmündung (*Bulimina*), c—Spalzmündung bei zweireihigen Formen (*Bolivina*), d—Uebergang zu terminaler Lage und Ringform (*Loxostomum*), e—Ringmündung (*Bifarina*), f—Ringmündung mit Hals (*Pseudouvigerina*), g—Ringmündung mit Wulst (*Siphogenerinoides*), h—Ringmündung mit Hals und Kragen (*Uvigerina*).

zieht sich in der Unterkreide. Die Spalzmündung kennzeichnet dann die Buliminiden fast ebensogut, wie die Strahlenmündung die Lageniden oder die Nahtmündung die Textulariiden. In der Oberkreide tritt sowohl bei dreial als bei zweireihigen Formen anstelle der Spalzmündung eine einfache Ringmündung auf (Abb. 1 e, f). Bei einreihigen können wir keine Spalzmündung

erwarten, da die Einreihigkeit nur bei Formen mit terminaler Apertur zustandekommen kann. Wir können derzeit die erst auf dem Stadium der Einreihigkeit aus einer einfachen terminalen Oeffnung entstandene Ringmündung mit Hals und Kragen (Abb. 1 h) nicht von der von dreireihigen *Uvigerina*-ähnlichen Vorfahren ererbten derartigen Apertur unterscheiden. Daher rühren beträchtliche Schwierigkeiten der Zuordnung von *Siphogenerinoides* und *Siphonodosaria*.

In der Apertur vieler Buliminiden der verschiedensten Gruppen findet sich ein Zahn (Abb. 2), der zuerst bei *Bolivina*, *Loxostomum*, *Siphogenerinoides*, *Siphonodosaria* aus der Oberkreide deutlich zu sehen ist und dem in der Mündung von *Bulimina* und *Virgulina* ein Plättchen entspricht, das die Aperturen der einzelnen Kammern miteinander verbindet. Auch bei verschiedenen tertiären Arten von *Uvigerina* findet sich ein solcher Zahn. Er ist naturgemäss bei Spaltmündungen langgestreckt (Abb. 2 a, b), bei Ringmündungen kurz und radial gerichtet (Abb. 2 c, d). Bei jungtertiären Arten

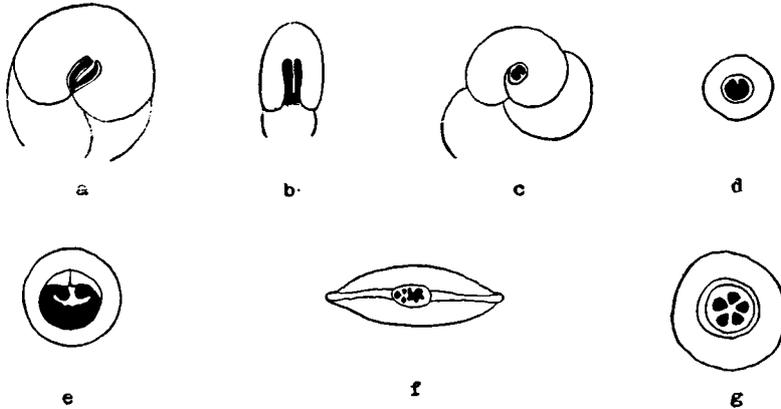


Abb. 2. Die Entwicklung des Aperturzahns bei Buliminiden. a — *Bulimina*, b — *Bolivina*, c — *Uvigerina* (Miozän), d — *Siphonodosaria* (Senon), e — *Siphonodosaria* (Miozän), f — *Plectofrondicularia*, g — *Amphimorphina*. (a, d und f nach C u s h m a n, übrige Original).

von *Siphonodosaria* nimmt er eine ausgebreitete Blattform an (Abb. 2e). Bei *Plectofrondicularia* (Abb. 2f) wird er vervielfacht, am Innenrand der Apertur finden sich radiale Vorsprünge in grösserer Zahl, die bei *Amphimorphina* und *Chrysalogonium* in der Mitte zu einem Gitter verschmelzen (Abb. 2 g). Wo die Ontogenie untersucht ist, kann man feststellen, dass der Zahn auf den frühesten Stadien f e h l t; auch bei erwachsenen Exemplaren wird er nicht immer ausgebildet. Der Aperturzahn kommt bei Vertretern aller Gruppen — mit Ausnahme der primitivsten — vor (bei Formen, die sich um *Bulimina*, *Uvigerina*, *Bolivinita*, *Bolivina* gruppieren), und deutet wohl auf ihre Verwandtschaft untereinander hin.

c) Die Kammerform

Bei allen unterkretazischen Formen sind die Kammern oval. In der Oberkreide finden wir Gattungen mit dreikantigen Kammern und Spaltmündung (*Reussella*) oder Ringmündung (*Pseudouvigerina*), beide Ausbildungsformen sind auch im Tertiär vertreten.

Ebenfalls in der Oberkreide treten Gattungen mit rechteckigem Kammerquerschnitt und spaltförmiger (*Bolivinita*) oder ringförmiger (*Eouvigerina*) Mündung auf. Im Tertiär zeigen nur seltene Reliktformen diesen Bautypus. Die zuletzt genannten beiden Formen betrachte ich als verwandt, da zwischen ihnen morphologische Uebergänge bestehen, die früher genannten dreikantigen dagegen wegen des Fehlens von Uebergängen und wegen des grundverschiedenen Skulpturtypus als konvergent.

d) Die Schalensulptur

Die ältesten Buliminiden sind glatt. In der Unterkreide zeigt nur *Bifarina* eine Skulptur, die aus Stacheln an den Rändern der Kammern besteht. Dieser Skulpturtypus zeigt sich in der höheren Oberkreide bei einigen Siphonodosarien und Bolivinen, ähnlich auch bei Buliminen. Er ist zunächst auf die Anfangskammern beschränkt. Bei *Bolivinita*, *Eouvigerina* und *Pseudouvigerina* werden die Kanten der Kammern durch Kiele hervorgehoben, bei *Reussella* sind sie mit Stacheln besetzt. Ein gelappter Proximalrand der Kammern, der entfernt an *Elphidium* erinnert, findet sich bei Bolivinen aus der Oberkreide (*Bolivinoides*), dem Miozän und der Gegenwart, bei Arten von *Loxostomum* und bei miozänen Virgulinen (*Virgulinella*), sowie angedeutet bei Buliminen. Erst im Tertiär findet sich bei *Bulimina* eine aus Längsrippen bestehende Skulptur, die sehr mannigfaltig ausgebildet wird. Bei der senonen *Uvigerina seligi Cushman* ist die Berippung noch schwach und ähnlich der von *Pseudouvigerina*, im Tertiär kommt es zu einer reichen Entfaltung mit zahlreichen Konvergenzen zu *Bulimina*. Hier schliesst unmittelbar die enge parallele Berippung von *Siphogenerina* an, die sich allerdings auch bei *Amphimorphina* und *Siphogenerinoides* findet.

Wir finden eine beständige Verstärkung der Skulptur bei *Bolivina-Bifarina*, *Loxostomum*, *Bolivinita-Plectofrondicularia-Amphimorphina*, *Bolivinita-Eouvigerina*, *Uvigerina-Siphogenerina*, *Reussella-Trimosina*, innerhalb der Gattungen *Bolivina*, *Bulimina* und *Uvigerina*. *Turrilina* und *Buliminella* bleiben glatt, die einzige von *Buliminella* abstammende Gattung *Buliminoides* ist stark gerippt. *Siphonodosaria* stimmt in der Skulptur mit *Bifarina* besser als mit *Uvigerina* überein.

5. Ergebnisse der Analyse der Merkmale

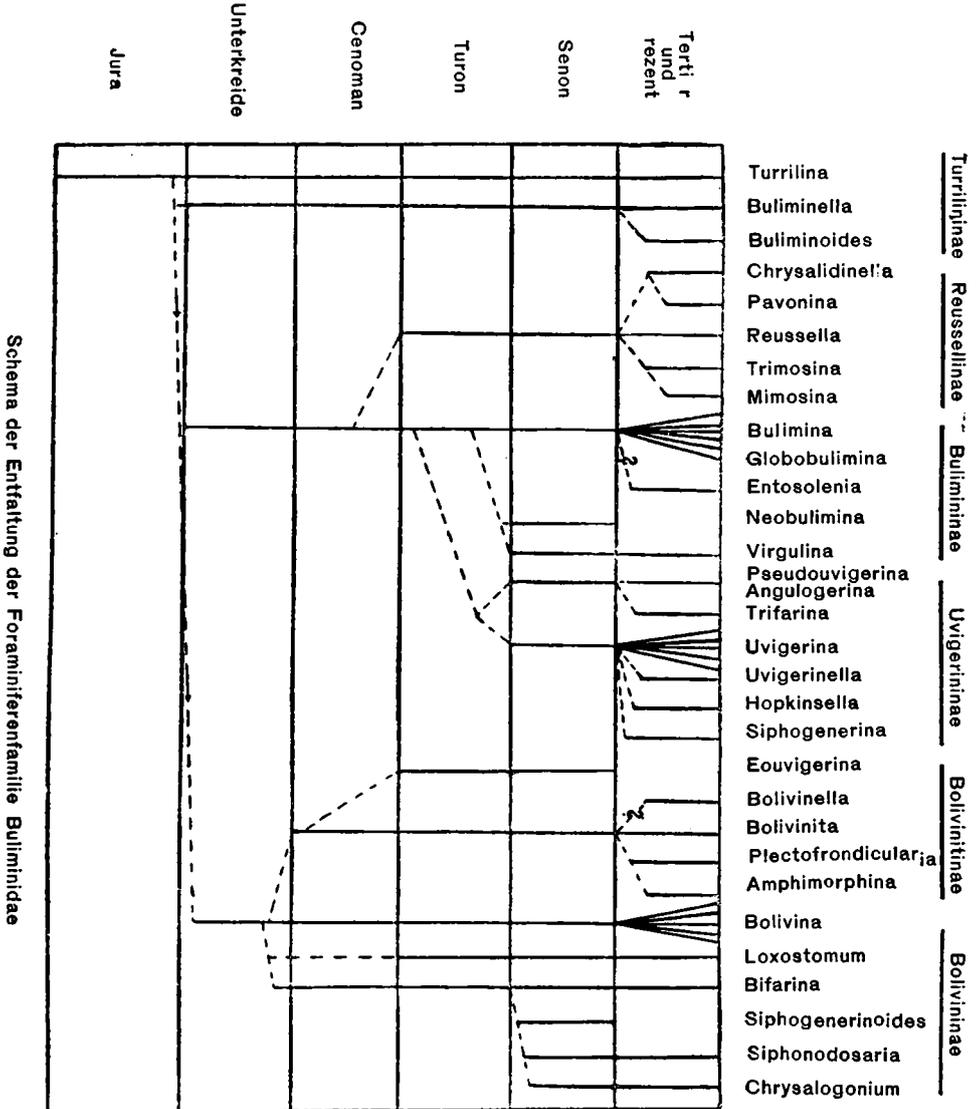
a) Der Gehäuseaufbau entwickelt sich bei den Buliminiden wie bei den meisten Foraminiferen von trochospiraler zu drei-, zwei- und einreihiger Kammeranordnung.

b) Die Apertur entwickelt sich von der Naht- zur Spaltmündung, die schliesslich die bezeichnende Kommaform mit Verengerung an der Naht und Verbreiterung in distaler Richtung annimmt. In engstem Zusammenhang mit der Ausbildung der Einreihigkeit wird sie allmählich durch Verschiebung in Distalrichtung zur runden terminalen Apertur. Ausserdem wird sie durch Aufwulstung der Ränder und Verschluss des schmalen an der Naht gelegenen Teils, der lange als feine Linie sichtbar bleibt, bei dreireihigen Formen zur terminalen Ringmündung. Die terminale Apertur wird oft mit einem Wulst oder Hals und Kragen umgeben. In der Apertur findet sich bei vielen Formen, aber nicht bei allen Individuen ein Zahn, der oft zu einem

inneren Plättchen oder einer Röhre ausgebaut, verstärkt, vervielfacht oder zu einem Gitterwerk ergänzt wird.

c) Die *Kammform* ist ursprünglich oval, wird aber bei einigen Formen der Oberkreide drei- und vierkantig.

d) Die *Skulptur* tritt erst in der obersten Unterkreide auf und entwickelt sich dann in Kreide und Tertiär progressiv auf verschiedenen Linien. Am weitesten verbreitet ist eine parallele axial gerichtete Berippung, ferner eine Bestachelung der proximalen Kammränder und Anfangskammern. Bei einigen Gruppen findet sich eine Betonung der Kammer- und Gehäusekanten durch Kiele.



Als systematisch und stammesgeschichtlich wichtigste Merkmale müssen wir nach den Erfahrungen bei anderen Foraminiferengruppen den Gehäuseaufbau und den Bau der Apertur betrachten und Gehäuseform und Skulptur in zweiter Linie heranziehen.

Eine Gliederung nach der Skulptur, etwa in glatte und gerippte Buliminien, oder nach der Kammerform würde uns Querschnitte durch verschiedene Entwicklungslinien liefern, die ausserdem auch wegen der verschiedenen Entwicklungsgeschwindigkeit keinen stratigraphischen Wert hätten.

Wenn wir uns an die Gesamtheit der als sich allmählich verwandelnd aufgefassten Merkmale in ihrer eben erwähnten Bewertung halten, kommen wir zu folgender Gliederung der Buliminiden. Diese Gliederung gibt die morphologischen Beziehungen wieder, die hier allerdings nicht formal und statisch aufgefasst werden, sondern als Beziehungen zwischen Formen, die in gesetzmässig verlaufender Umwandlung begriffen sind. Das Schema (S. 418) zeigt diese Beziehungen angedeutet und gibt die bekannte stratigraphische Verbreitung der Gattungen wieder. Ihre vollständige Aufzählung wird nicht beabsichtigt. Das Schema veranschaulicht einige Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, ist aber nicht ihr wesentliches Ziel. Deswegen wurde auch auf eine eingehende Kritik der untereinander und von der hier gegebenen Darstellung wesentlich abweichenden „Stammbaumschemata“ von C u s h m a n und G a l l o w a y verzichtet¹.

6. Systematische Gliederung der Buliminiden

Subfam. *Turrilininae*. Ursprünglich trochospiral mit Nahtmündung, später mit schwach entwickelter Spalzmündung, ohne Zahn. *Turrilina* und *Buliminella*, „konservative“ Stämme, die anscheinend seit der Unterkreide bis zur Gegenwart (*Buliminoides*) keine Seitenlinien geliefert haben, da wir keine Buliminiden kennen, deren Ontogenie von einem mehr als dreireihigen Jugendstadium ausgeht.

Subfam. *Bulimininae*. Ursprünglich dreireihig mit allmählich sich entwickelnder typischer Spalzmündung (*Bulimina*). In der Oberkreide Uebergang zur Zweireihigkeit (*Neobulimina*, *Virgulina*). Im Tertiär Involution (*Globobulimina*), die vielleicht zur Einkammerigkeit führt (*Entosolenia*). Einreihige Formen mit dreireihigem Jugendstadium und Spalzmündung sind nicht bekannt.

Subfam. *Reussellinae*. Es ist nicht unumgänglich notwendig, aber zweckmässig, die dreikantigen Buliminien mit Spalzmündung von den runden abzutrennen. Dafür spricht die selbständige Weiterentwicklung der Gruppe im Tertiär.

Subfam. *Uvigerininae*. Ursprünglich dreireihige Formen mit Ringmündung, die allmählich Hals und Kragen ausbildet. Gleichzeitig mit den runden (*Uvigerina*) auch dreikantige Formen (*Pseudouvigerina*). Die runden gehen im Tertiär zur Zwei- und Einreihigkeit, die dreikantigen zur Einreihigkeit

¹ Der vorliegenden Arbeit liegt die Untersuchung der wichtigsten Vertreter fast aller erwähnten Gattungen (mit Ausnahme einiger seltener Genera aus dem Tertiär und der Gegenwart) zugrunde. Für die Ueberlassung von Material danke ich dem Geologen des Trusts „Embanett“, N. A. K a l i n i n (hervorragend erhaltenes Material aus dem Senon des Embagebiets), ferner Mrs. H. J. P l u m m e r in Austin, Texas, sowie der Direktion des Naturhistorischen Museums in Wien.

über. Bei der tertiären *Uvigerinella* zeigt die Ringmündung einen der Spaltmündung angenäherten Umriss.

Subfam. *Bolivininae*. Von einer unterkretazischen Form mit zweireihigem Aufbau, deutlich getrennten Kammern und Spaltmündung in der Symmetrie ebene ausgehend (*Bolivina*). Schon im Alb Uebergang in der Ontogenie zur Einreihigkeit bei *Bifarina*, in der Oberkreide mit allmählicherem Uebergang der beiden Stadien *Loxostomum*, schliesslich auch völlig einreihige Formen (*Siphonodosaria*). Anfänglich zwei-, dann einreihige kretazische *Siphogenerinoides* kommen den anfänglich drei-, dann einreihigen Siphogenerinen aus dem Jungtertiär sehr nahe. Die Gattung *Bolivina* spaltet sich im Tertiär ähnlich *Bulimina* und *Uvigerina* in zahlreiche Arten.

Subfam. *Bolivinittinae*. Ursprünglich (vom Cenoman) zweireihig mit Spaltmündung (*Bolivinitta*), die bald terminal wird. Einerseits bildet sich eine Ringmündung ohne Zusammenhang mit der Naht (*Eouvigerina*), andererseits kommt es sehr allmählich zur Bildung einreihiger „reitender“ Kammern (*Plectofrondicularia*), auf die dann noch einreihige folgen, während das ursprüngliche zweireihige Stadium reduziert wird (Glaessner 1936). Es ist nicht ausgeschlossen, dass an diese Subfamilie die tertiäre und rezente *Bolivinella* anzuschliessen ist. Das Anfangsstadium ist sicher nicht flachspiralig (vielleicht aber dreireihig?).

7. Die Wege der Entfaltung

Das Aufblühen der Buliminiden in der Kreide, das wir analysiert haben; kommt auf folgende Weise zustande:

a) durch das Auftreten neuer Merkmale im frühesten Jugendstadium (Dreikantigkeit-*Reussella*, Vierkantigkeit-*Bolivinitta*, Ringmündung-*Uvigerininae*).

b) durch die Fortführung der Ontogenie über das Endstadium der älteren Formen hinaus (zweireihige Endkammern—*Neobulimina*, *Virgulina*, *Mimosina*, einreihige Endkammern—*Bifarina*, *Loxostomum*, *Pavonina*, *Trifarina*).

c) durch Ausfall von Jugendstadien, Akzeleration (*Siphonodosaria*).

d) durch Intensivierung vorhandener und Erwerbung neuer sekundärer Merkmale (Skulptur, Aperturzahn).

Die Hauptmerkmale treten stufenweise auf:

a) zuerst die mehr-, dann die drei- und zwei-, dann die einreihige Kammeranordnung.

b) zuerst die Naht-, dann die Spalt-, dann die Ringmündung.

c) zuerst die runde, dann die kantige Kammerform.

d) zuerst die glatte, dann die bestachelte, dann die gerippte Schalenoberfläche.

Wir können die Entfaltung der Buliminiden insofern als *explosiv* bezeichnen, als sich in der Unterkreide schon vier verschiedene Formen, in der Oberkreide schon alle bekannten Unterfamilien scharf getrennt gegenüberstehen. Jeder Vergleich von Jura-, Unterkreide- und Oberkreidefaunen entsprechender Fazies zeigt, dass hier tatsächlich eine sehr rasche und daher explosions-ähnliche Entfaltung vor sich ging, die auf die fast Buliminidenfreien Jurafaunen die wenigen, verschiedenen und weit verbreiteten Unterkreideformen und dann die ausserordentlich mannigfaltigen Oberkreideformen folgen liess. Aber damit ist die Entfaltung noch nicht zuende, sie setzt sich

im Tertiär fort. Allerdings entstehen keine so wesentlich neuen Formen mehr, dass die Abtrennung als Unterfamilien nötig wäre, dagegen steigt aber die Artenzahl einiger schon lange bestehender Gattungen sprunghaft an.

Obwohl die *Bulimininae*, *Bolivinae* und *Uvigerinae* schon bei ihrem ersten Auftreten scharf getrennt sind und eigentliche Uebergangsformen fehlen, fügen sich doch die ersten Vertreter dieser Stämme gut in das eben entworfene Bild der Entwicklungswege und -stufen ein. Die ersten Bolivinen und Uvigerinen sind durchaus nicht vollentwickelte, sondern primitive Vertreter ihrer Gattungen und wenn die einen im Gehäuseaufbau, die anderen im Bau der Apertur schon „typisch“ sind, so rührt das daher, dass das neue Merkmal schon auf frühen Stufen der Ontogenese auftritt.

Eine Wurzel der explosiven Entfaltung liegt also im Auftreten neuer Merkmale in frühen Stadien der individuellen Entwicklung.

Das hat Beurlen (1936) kürzlich richtig erkannt und hervorgehoben, wir können ihm aber nicht darin zustimmen, dass dabei eine „Verjüngung“ des Stammes vorgeht, auf die mit Notwendigkeit ein orthogenetischer, im Aussterben mündender phyletischer Alterungsprozess folgt, der sich durch Hinzufügung neuer Endstadien der Ontogenie vollzieht.

Die durch die erwähnte „Neuprägung“ (so nennt Beurlen die Entstehung neuer Formen auf frühen Stadien der Ontogenie) gebildeten Gattungen zeigen nach einer „Inkubationszeit“ von verschiedener Dauer eine starke Ausbreitung und intensiven Zerfall in neue Arten. Ausserdem gehen aus ihnen zu verschiedenen Zeiten durch Fortführung der Ontogenie über das frühere Endstadium hinaus und durch Ausfall von Jugendstadien neue Formen hervor. Je weiter sich die durch „Neuprägung“ entstandenen von den primitivsten Vertretern der Familie entfernen, desto weiter geht und desto schneller verläuft anscheinend auch die Umwandlung auf dem zweiten Stadium.

Die primitiven *Turrilinae* zeigen nach der wahrscheinlich schon an der Jura-Kreidewende erfolgten Abspaltung der dreireihigen Buliminiden und zweireihigen Bolivinen bis zur Gegenwart keine wesentliche Weiterbildung (oder Abspaltung). Aus den Buliminiden gehen im tieferen Teil der Oberkreide die dreikantigen *Reussellinae*, vielleicht etwa gleichzeitig auch die *Uvigerinae* mit Ringmündung, später im Endstadium zweireihige Formen hervor. Zur Ausbildung von einreihigen Endkammern kommt es nur bei den tertiären Seitenzweigen der dreikantigen Formen. Ein wesentlich schnelleres Entwicklungstempo zeigen die Bolivinen. Hier treten einreihige Endkammern schon in der Unterkreide auf. Durchaus einreihige Gattungen aus der Oberkreide lassen sich am besten hier anschliessen. Kantige Formen (*Bolivinita*) finden sich schon im Cenoman, die Ringmündung tritt im Turon zuerst auf (*Eouvierina*). Im Senon ist die Skulptur schon kräftig entwickelt.

In der Umwandlung der durch das Auftreten neuer Merkmale auf frühen ontogenetischen Stadien gebildeten Formen durch Weiterführung der Ontogenie, Ausfall von Jugendstadien und Intensivierung und Neuerwerbung sekundärer Merkmale (Skulptur) liegt die zweite Wurzel der explosiven Entfaltung der Buliminiden.

Dass diese Entfaltung zum Aussterben führt, lässt sich auf Grund des vorliegenden Materials durchaus nicht behaupten. Die Buliminiden sind in der Gegenwart verbreitet wie nie zuvor und nur 10% der bekannten Gattungen sind ausgestorben.

Die ökologischen Untersuchungen fossiler und rezenter Foraminiferenfaunen sind noch nicht weit genug gediehen, als dass man der Entfaltung der Buliminiden eine bestimmte Deutung als Anpassungsvorgang, als Eroberung eines erweiterten Lebensbereichs in Wechselwirkung mit Formwandlung geben könnte. Immerhin gibt es in dieser Richtung schon einige Hinweise, die in Zukunft weiter verfolgt werden müssen. Vom Miozän an tritt, als in bestimmten Gebieten verbreitete Foraminiferengesellschaft eine *Uvigerina*-Fazies auf. *Siphogenerina* spielt eine beträchtliche Rolle in der miozänen Foraminiferenfauna des tropischen Mittelamerika. Die tertiären Siphononodosarien scheinen in Gebieten mit reichen Nodosarien-Faunen häufig zu sein, wo andere Buliminiden zurücktreten.

So scheint also die Umprägung wesentlicher Grundmerkmale den Weg zu viel weitergehenden Anpassungen zu öffnen. Eine ähnliches Ergebnis brachten in der letzten Zeit auch Untersuchungen der Entfaltung anderer Tierstämme, über die ich in anderem Zusammenhang berichten werde.

LITERATUR

- BEURLIN, K.: Die Saleniiden und ihre Bedeutung für die Stammesgeschichte der Echinoiden. — Paläont. Zeitschr. Bd. 18, S. 17 (S. 36), 1936.
- CUSHMAN, J. A.: Contributions from the Cushman Laboratory of Foraminiferal Research, vol. I—XII, 1925—36 (Enthält zahlreiche Beschreibungen von Arten und Gattungen der Buliminiden).
- : Foraminifera, Their Classification and Economic Use. Second ed., accomp. by An Illustrated Key to the Genera of Foraminifera. Sharon, Mass., 1933. (Beschreibungen und Abbildungen sämtlicher Buliminidengattungen).
- GALLOWAY, A.: A Manual of Foraminifera. — James Furman Kemp Memorial Ser. vol. I, Bloomington, Ind., 1933.
- GLAESSNER, M. F.: Die Foraminiferengattungen *Pseudotextularia* und *Amphimorphina*. — Problems of Paleont., vol. 1, 1936.
- KEMNA, A.: Les Caractères structuraux de la coquille des Foraminifères flottants. — Ann. Soc. Malacol. Belg. t. 38, Bull. d. séances p. CIX—CXXXVII, (1903), 1904.

ЭВОЛЮЦИЯ СЕМЕЙСТВА ФОРАМИНИФЕР *BULIMINIDAE*

М. Ф. ГЛЕССНЕР

Палеонтологическая Лаборатория Московского Государственного Университета

Р Е З Ю М Е

В настоящей работе излагаются результаты изучения хода эволюции одного семейства фораминифер от ранней стадии его развития до его полного расцвета. Целью исследования является выяснение динамики эволюционного процесса на основании стратиграфического распределения отдельных форм и анализа их признаков. Этот анализ выясняет корреляцию и сравнительно-морфологическое значение основных черт строения. Функциональное значение морфологических признаков почти неизвестно; его следует искать не столько в области чисто механических приспособлений, сколько в области физиологии «органа» и его частей.

Фораминиферы имеют некоторые преимущества, как исходный материал филогенетических исследований. Они обильны формами, стратиграфическое распределение их хорошо изучено, многие из них сохраняют ранние стадии индивидуального развития в начальной части раковин.

В нижнемеловых отложениях встречаются только немногочисленные представители родов *Turrilina*, *Buliminella*, *Bulimina* и *Bolivina* (1 вид), к

которым в альбе прибавляется *Bifarina*. В верхнем мелу увеличивается число видов этих родов (за исключением *Turrilina*). Кроме того возникает много новых форм, в том числе трехгранные *Reussella*, двухрядные во взрослой стадии *Neobulimnia*, *Virgulina*, однорядные *Siphonodosaria*, четырехгранные *Bolivinita* и *Eouvigerina* (с вытянутой шейкой апертуры) и наконец первые *Uvigerinita* и *Pseudouvigerina* (трехрядные формы с вытянутой шейкой апертуры). На хорошо сохранившемся материале удалось установить, что *Bolivinoidea*, *Bolivinita* и *Eouvigerina* не имеют спиральных начальных камер; у *Pseudouvigerina* они оказались трехрядными. Поэтому все эти рода рассматриваются здесь как *Buliminidae*, а *Bolivinoidea* как подрод, принадлежащий к *Bolivina*.

В третичное время происходит значительное увеличение количества видов у *Bulimina*, *Bolivina* и *Uvigerina* и возникает ряд новых родов, особенно из групп *Uvigerina* и *Bolivinita*.

Анализ признаков дает следующие результаты:

1) Строение раковин идет от трохоспирального к трех-, двух- и однорядному расположению камер.

2) Апертура в начале развития расположена по спиральному шву, затем переходит к аксиальному и наконец терминальному расположению. Образуется короткая или вытянутая шейка, часто с губой (рис. 1a—h). В апертуре у многих видов различных родов, но не у всех особей данного вида, встречается зуб, который в течение эволюции принимает очень сложные формы (рис. 2a—g).

3) Форма камер переходит от овальной к трех- и четырехгранной.

4) Скульптура развивается поздно. Ребристость очень распространена у третичных *Buliminidae*, но весьма редко встречается у меловых.

Схема (стр. 418) показывает родственные отношения между родами *Buliminidae*, распределение родов в стратиграфическом разрезе, а также предлагаемое новое деление семейства на шесть подсемейств.

Эволюция проходит по следующим группам:

1) Возникновение новых признаков на ранних стадиях индивидуального развития (трехгранность, четырехгранность, круглая апертура у *Uvigerina*).

2) Продолжение индивидуального развития за пределы онтогенеза предков (двухрядные и однорядные последние камеры).

3) Выпадение ранних стадий онтогенеза или ускорение развития (*Siphonodosaria*).

4) Усиление второстепенных признаков (скульптура, апертурный зуб).

Главные признаки в своем развитии проходят ряд последовательных степеней. Но так как рода, принадлежащие к четырем линиям эволюции, встречаются уже в нижнем мелу, и в верхнем мелу существовали все известные нам подсемейства, эволюция и расцвет булиминид представляет картину сильного ускорения, «взрыва».

Это ускоренное развитие характеризуется, во-первых, возникновением новых признаков на ранних стадиях индивидуального развития и, во-вторых, преобразованием возникших таким образом новых форм путем продолжения онтогенеза, выпадения ранних стадий и приобретения новых второстепенных признаков.