

N. ANDRUSSOW.

DIE FOSSILEN BRYOZOENRIFFE

DER HALBINSELN

KERTSCH und TAMAN.

LIEFERUNG 3.

(mit 14 Figuren im Text und III Autotypischen Tafeln).

Selbstverlag des Verfassers

КІЕВЪ.

Типо-Литографія „С. В. Кульженко“, Пушкинская ул. собствен. д. № 4.
1912.



Ältere Litteratur siehe in meiner Schrift „Maeotische Stufe“ Verhandl. d. russ. mineralog. Ges. Bd. XLIII. 1906.

Ausserdem:

48) Dr. *G. Murgoci*, Tertiärul din Oltenia Anuarul Institutului Geologic al Romaniei. An. II. Fasc. 1. 1907.

49) *Teissyre*. Die maeotische, pontische und dacische Stufe Ibid. An. Fasc.

50) *D. N. Sokolov*. Geologičeskija izsledovanija w sauralskoj časti 130-ago lista. Bull. Com. géol. XXVII. N 139 (Akschagylschichten).

51) *K. Kalitskij*. La région naphtifère de Çatma. Ibidem. XXVI. N 126. 1907.

52) *V. Bogatchev*. Unioni des du miocène supérieur du Caucase. Ibidem. XXVII. N 140. 1907.

53) *Teissyre*. Beiträge zur neogenen Molluskenfauna Rumäniens. Anuarul. l. c. Bd. I. Fasc. 2. 1907.

54) *Strijev*. Rasrjes slojev srednej časti Grosnenskago neftjanogo mjestorogdenija. „Sapiski“ der Kaukasischen Abtheilung der Kais. Russ. Geograph. ges. XXV. 1906.

Siehe auch *Golubjatnikov*, NN 25 und 26.

55) *Andrusov*. Apschagylschichten. Mem. Com. geologique. XV № 4.

G. Pontische Stufe.

Die pontische Stufe stellt zwei verschiedene Facies dar: Valenciennesia Schichten und die Facies der „Faluns“ von Abich.

Valenciennesiaschichten sind als bläuliche sandigkalkige Thone und manchmal als Schieferthone entwickelt. Bei Kamyschburun befindet sich die Fauna der Valenciennesiathone in sehr feinen kalkigen Sandsteinen. Als Leitfossil der Valenciennesiaschichten erscheint *Cardium Abichi* R. Häm. Auch die Häufigkeit der Valenciennesia ist sehr charakteristisch. Andere Arten sind selten. *Limnocardium subpyrenense*, *Dreissenia rostriformis* — kommen auch ziemlich oft vor.

Unter dem Namen von Faluns hat Abich kolossale Muschelanhäufungen, in welchen die Muscheln nur sehr locker durch ein eisenschüssiges thoniges Bindemittel, oder nur locker durch den Kalkcarbonat gebunden sind, bezeichnet. Manchmal gehen solche Faluns in härtere, cavernöse Kalksteine über, in welchen die Conchylien meistens nur als Abdrücke vorhanden sind. An manchen Stellen findet man die Fauna der Faluns in dem gelben Sande (Azowsche Küste, zwischen Akmanaj und Kitenj). Die Fauna der Faluns wird durch das Vorkommen von *Congeria subcarinata* Deşl., von verschiedenen *Didacna*- und *Monodacna* arten charakterisirt.

Am besten ist von mir das Profil von Kamyschburun untersucht. Hier beobachtete ich eine folgende Schichtenserie:

I. Unter den kimmerischen Eisenerzschichten liegt eine dünne rostfarbene *barre Bank*, welche zusammen mit Fossilien des II-ten Niveaus auch für tiefere Niveaus fremde Formen, wie *Didacna subcrassatellata*, *Paradacna Stratonis*, *Retovskii* etc. enthalten.

II. Haupthorizont der *Faluns*; lockere Muschelanhäufungen mit röthlichem thonigem Bindemittel. Bezeichnend sind Cardiden aus der Gruppe von *Didacna planicostata* und *Dreissenia aperta*. Kommen nicht in den tieferen Niveaus: *Didacna ovata*, *sulcatina*, *depressa*, *paucicostata*.

- III. *Diagonalgeschichtete Faluns* mit *Cong. subcarinata* und den Cardiden von geringerer Grösse als im II.
- IV. Feine thonige *Sandsteine* von *Kamyschburun*. Fauna der Valenciennesiathone. Auf der oberen Grenze einige Falunelemente: *Dreissensiomya aperta*, *Didacna incerta* var. *fragilis*, *Limnoc. subsquamulosum* etc.
- V. Eine Kalksteinschicht mit *Cong. subrhomboidea*, *Dreissensia simplex*, *Didacna novorossica?*, *Monodacna pseudocatillus* var., *Plagiodacna carinata* etc.
- VI. Schieferthone mit *Cardium Abichi* R. Hoern.
- VII. Eine dünne, unregelmässige Muschelsandschicht mit *Dreissensia simplex*, cf. *tenuissima*, *Limnocardium* aff. *sub*, *Odessae*, *Didacna novorossica?*, *Pyrgula* cf. *Sinzovi*, cf. *atava*, *Micromelania* sp., *Planorbis* sp.

Diese letztere Schicht liegt auf dem Kalkstein mit *Congeria novorossica* Sinz.

In diesem Profil constatirt man zuerst eine Zwischenlagerung der Valenciennesiafacies mit jener der Falunfacies. Während aber die Valenciennesiafacies faunistisch sich ziemlich gleichförmig verhält, bemerkt man in der Falunfacies verschiedene Niveaus, welche faunistische Unterschiede aufweisen. Dass diese Unterschiede nicht immer zufällig oder von localer Bedeutung sind, beweist jener Umstand, dass dieselben auch anderwärts sich finden. So erscheint das obere Niveau (mit *Did. subcrassatellata*) an vielen Stellen (Nordküste der Kertscher Halbinsel, zwischen Kiptschak und Nasyr, Burasch) immer als höchstes Glied. Darunter liegen bei Kiptschak, Nasyr und Burasch gelbe Faluns mit der Fauna des II-ten Niveau. Das Horizont mit *Congeria subrhomboidea* findet man in der gleichen Lage auf Taman und bei Janystakyl.

Die einzige Vertreterin der Falunfacies auf der Halbinsel Taman ist eine dünne Schicht Muscheldetritus, welche stellenweise in eine Kalksteinbank sich verwandelt, mit *Congeria subrhomboidea* Andrus., *Dreissensia rostriformis*, *Dr. simplex*, *Dr. Stefanescui*, *Phyllicardium planum*, *Limnocardium subsquamulosum*, *Plagiodacna subcarinata*, *Monodacna pseudocatillus*, *Neritina oxytropida* etc., sonst besteht hier die pontische Stufe bloss aus Valenciennesiathonen. Die Fauna der oberen und der unteren Valenciennesiathonen (d.h. unterhalb und oberhalb der Schicht mit *Congeria subrhomboidea*) ist wenig verschieden, nur in den tiefsten Schichten der Valenciennesiathonen werden die Cardien (*Cardium Abichi*) und Dreissensien kleiner als in den höheren Schichten.

Auch in der Mulde von Janystakyl (SO-licher Theil der Halbinsel) ist die pontische Stufe nur als Valenciennesiathone entwickelt. Auch die Schicht mit *Congeria subrhomboidea* Andrus. ist vertreten. In der nördlichen Hälfte der Halbinsel Kertsch sind hauptsächlich Faluns oder Sande mit der Falunfauna vorherrschend, jedoch wechsellagern dieselben mit solchen Schichten, welche die Valenciennesiafacies darstellen.

Nachdem es festgestellt wurde (Sinzov und Andrusov), dass der Kalkstein von Kertsch in seiner Hauptmasse älter ist als der Kalkstein von Odessa - der Typus der pontischen Stufe Barbot-de-Marny's, war es natürlich, die Äquivalente des letzteren in den höher liegenden Schichten von Kamyschburun (Faluns, Valenciennesiathone) zu suchen. Da aber die Fauna des Odessaerkalkes und der Faluns (isopische Bildungen) doch gewisse Unterschiede darstellen, so habe ich die Vermuthung ausgesprochen, dass der Kalkstein von Odessa bloss dem unteren Theil der Schichten von Kamyschburun, welche wir hier der pontischen Stufe zurechnen, entsprechen. In meiner ersten Schrift über die Geologie der Umgebung von Kertsch (1883) habe ich auch die Ansicht ausgesprochen, dass die Schichten mit *Congeria novorossica* (obere Abtheilung der pontischen Stufe) der Basis des Odessaer Kalkes parallel sind, wenigstens theilweise (p. 14 l. c.).

Prof. Sinzov scheint jetzt zu behaupten, dass die Schichten von Kamyschburun mit Cardien und Congerien älter sind als der Odessaer Kalk. Den Valencienneschichten und den Faluns entspricht seiner Meinung nach bloss die Mergel von Villa Bucharin bei Odessa, welche auch Valenciennesia annulata enthält.

Prof. Sinzov hat insöfern Recht, dass in der That jene Schichten im Profil von Kamyschburun, welche die wohlbekanntere von Deshayes und Rousseau beschriebene Fauna enthalten, jünger sind, als der Odessaer Kalkstein sensu stricto. Wir haben aber gesehen, dass es im Kamyschburun'schen Profil noch darunter Schichten gibt, deren Fauna von der den oberen (I—III) Niveaus abweichend zusammengesetzt ist und viel Gemeinsames mit jener von Odessa besitzt. Diesen tieferen Niveaus (V—VII) glaube ich dem Kalk von Odessa parallelisiren zu können.

Leider lässt uns der Autor im Unklaren, wo er die Aequivalente des eigentlichen Odessaer Kalks bei Kertsch sieht. Wenn die Valenciennesiaschichten und die Faluns im Ganzen jünger sind, als der Odessaer Kalk, dann soll derselbe entweder einer Lacune an der Grenze der mäotischen Schichten und den Schichten von Kamyschburun, oder dem Horizont mit Congeria novorossica der Halbinsel Kertsch entsprechen. Wie es scheint, ist Herr Mikhaïlovsky geneigt diesen letzten Schluss zu machen. In seiner Schrift „Das Pliocän des westlichen Kaukasus“ sagt er: „die untersten Schichten von Galisga sind nicht älter als der Odessaer Kalkstein und der Horizont mit Congeria novorossica der Halbinsel Kertsch“.

Literatur (für mäotische und pontische Stufe):

Andrusov. Samietka o geologičeskich izsledovanijach v okrestnosti g. Kerči. „Sapiski“ der Neuruss. Naturf. Ges. IX. Lief. 1. 1883, p. 14.

Id. Die Schichten von Kamyschburun und der Kalkstein von Kertsch in der Krim. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1886 Bd. 36, 1 Heft.

Id. Kerčenskij izvestnjak i ego fauna. „Sapiski“ der Russ. Mineral. Ges. XXVI.

Id. Geol. izsledov. na Tamanskom poluostrovje I. c.

Id. Südrussische Neogenablagerungen. IV. Mäotische Stufe. Verhandl. d. Kais. Russ. Mineralog. Ges. Bd. XLII. 1906. p.p. 289—449.

Id. Čuvstija i iskopajemyja Dreissensidae Eurazii (Fossile und lebende Dreissensidae Eurasiens). 1897. p. 468.

Id. Kritische Bemerkungen über das russische Neogen II Horizont mit Congeria subrhomboida. Sapiski der Kiew. Naturforscher Gesellschaft. XXI. 1909.

Sinzov. O paleontologičeskom otnošenii novorossijskich neogenovyh osadkov k plastam Avstroevngrii i Rumynii (Ueber die palaeontologischen Beziehungen des Neurussischen Neogen zu den gleichen Schichten Oesterreichs-Ungarns und Rumäniens) „Sapiski“ d. Neurussischen Naturf. Ges. XXI. Lief. 2. p. 9.

Mikhaïlovsky. Das Pliocän des westlichen Kaukasus. „Sapiski“ der Russ. Mineral. Ges. XL. 1902.

H. Kimmerische Stufe.

(Eisenerzschichten).

Die eigentliche pontische Stufe wird auf den Halbinseln Kertsch und Taman überall durch Eisenerzschichten bedeckt. Es sind erdige, thonige oder pisolitische Brauneisenerze, welche viel Vivianit enthalten. Manchmal wechsellagern dieselben mit dichten dunkelgrauen Thonen. Auf der Halbinsel Taman erscheinen auch Sande zwischen den Eisenerzschichten. Nach Seninski ist diese Stufe in der Mitte der Mulde von Gelesnyi Rog in der Art grünlicher lössähnlichen Thonen entwickelt. Die Fauna der Eisenerzschichten besteht aus Dreissensien (*Dreissensia angusta*, *iniquivalvis*, *Theodori*), grossen Cardiden (*Arcicardium acardo*, *Pterodacna edentula*,

Plagiodacna modiolaris Rouss., Prosodacna macrodon, Didacna crassatellata und and.) und einigen Gasteropoden (Limnaea velutina, Valenciennesia annullata, Vivipara Casaretto etc.).

Die Eisenerzschichten liegen auf der Halbinsel Kertsch diskordant auf den anderen Horizonten, bald findet man dieselben auf den pontischen Schichten, bald auf den untermäotischen, bald auf den sarmatischen (Končëk), bald sogar auf den Tschokrakschichten (Ajman-kuju). Ihre Lagerung auf der Halbinsel Kertsch ist ziemlich ruhig, jedenfalls liegen dieselben in verschiedenen Höhen und zeigen hie und da (Mulde Janyštakyl) geringfügige Dislocationen, während auf der Halbinsel Taman scheinen dieselben immer in allen Faltungen theilgenommen zu haben.

Früher waren die Schichten mit der Fauna der Eisenerzschichten nur auf der Halbinsel Kertsch und Taman bekannt, dann sind dieselben am Ufer des Sivasch (in den Bohrlöchern) von Karakasch, im Kubanschen Gebiet von mir und später von Seninski, Bogdanović etc. und am Galisgafluss von Weber, Mikhailovsky und Seninski beschrieben worden. Somit erscheinen die Eisenerzschichten als Ablagerungen eines weiten Wasserbeckens, welcher an der Stelle der westlichen Hälfte des Schwarzen Meeres und der südlichen Hälfte des Azow'schen lag.

Da die Schichten dieser Stufe nicht immer als Eisenerze entwickelt sind, so ist eine neue Benennung nothwendig. Ich habe den Namen „kimmerische Stufe“ vorgeschlagen und behalte mir vor, die Gründe auseinanderzulegen, welche mich bewegen, die Eisenerzschichten von Kertsch und Taman und ihre Aequivalente als eine „Stufe“ zu betrachten und dieser Stufe einen besonderen Namen zu geben.

In den Eisenerzschichten von Kertsch und Taman kommen stellenweise Anhäufungen der Knochen von Cetaceen und Seehunde. Herr Seninski glaubt, dass diese Knochen den Arten angehören, welche im kimmerischen Wasserbecken gelebt haben. Da diese Knochen eine bedeutende Abnutzung zeigen und fast durchweg den sarmatischen Arten gehören, so glaube ich, dass ihr Vorkommen ein secundäres ist. Es ist selbstverständlich nichts Unwahrscheinliches darin, dass die Cetaceen und Phociden auch im kimmerischen Becken gelebt haben konnten, da uns jetzt auch das Vorkommen von Delphiniden in den Ablagerungen der sog. „Apscheronstufe“ bekannt geworden ist. Auch die Ueberreste der Phociden sind in den pontischen und den sog. „Baku“--Schichten bekannt. Es ist sogar wahrscheinlich, dass die *Phoca caspia* ein Nachkömmling der sarmatischen *Phoca* ist. Es ist aber wenig wahrscheinlich, dass die sarmatischen Arten ohne Veränderung bis in die kimmerische Zeit sich erhalten haben konnten.

Es ist auch interessant zu constatiren, dass in den Eisenerzschichten von Janyštakyl auch Ueberreste eines Flusskrebses gefunden worden sind, welche dem *Potamobius (Astacus) leptodactylus* nahe stehen. Auch Stämme und Stengel der Pflanzen, in Lignit, Vivianit oder sogar Baryt (Vernadsky) verwandelt kommen hier vor.

In demselben Jahre, als ich den Namen der kimmerischen Stufe creirt habe, und, wie es scheint, etwas früher, als ich, hat W. Teisseyre für jüngere Limnocardienschichten Rumäniens den Namen der dacischen Stufe vorgeschlagen. Da die dacische Stufe sicher auch Aequivalente der kimmerischen Stufe in sich fasst, so hat selbstverständlich die Bezeichnung Teisseyre's ein gewisses Priorität. Ich will aber den Namen kimmerisch solange beibehalten, bis der Umfang und Charakter der dacischen Stufe und ihre genauen Verhältnisse zu meiner kimmerischen Stufe definitiv bestimmt werden werden. Vorläufig habe ich Gründe zu vermuthen, dass einige Ablagerungen, welche Teisseyre in seine dacische Stufe einbezogen hat, in der That den oberen Niveaus der pontischen Schichten von Kertsch und Taman entsprechen. Ausserdem ist die Fauna der dacischen und der kimmerischen Ablagerung sehr verschieden, wahrscheinlich aus zoogeographischen Gründen.

Was aber den Namen der Suchumer Stufe Michailovsky's anbelangt, welche dieser Autor denselben Ablagerungen gegeben hat, so ist dieselbe, als ein viel später erschienener, aus der Synonymik ganz zu streichen.

Literatur:

Ausser meiner, früher erwähnten Schriften noch: Karakasch, Sur les eaux artésiennes du distrikt de Theodosia. „Trudy“ de la Soc. de Nat. de Petersbourg. XXI. 1890.

Seninski. Einige Bemerkungen über die Congerenschichten der Halbinseln Kertsch und Taman. Sitzungsberichte der Naturf. Ges. in Juriew (Dorpat) XIV.

Andrusov. Geologičeskija izsledovanija v Kubanskoj oblasti. „Trudy“ der Naturf. Ges. in Petersburg XXVIII. 1899.

Id. Ueber die Gattung Arcicardium. Ann. géol. par Krichtalovitch IX. Lief. 4—5. 1907.

Id. Studien über Brackwasserardiden. Lief. 1. Mem. Acad. Imp. (I) XIII № 3. Lief. 2. ibid. XXV № 8. 1910

Weber. Geologičeskija izsledovanija Suchumskago okruga v 1900 godu. Materialien zur Geologie des Kaukasus. 1903.

Mikhailovsky. Das Pliocän des westlichen Kaukasus, I. c.

Seninski. Neogenablagerungen im Distrikt Suchum, I. c.

I. Oberpliocäne Sande und Thone.

Die Eisenerzschichten auf der Halbinseln Kertsch und Taman werden fast überall mit fossiliferen Sanden und Thonen bedeckt. Sande haben weisse, gelbe, graue und rothe Farbe. Thone sind grau und oft sandig, manchmal kommen auch blaue plastische Thone vor. Gewöhnlich beobachtet man eine mehrmalige Wechsellagerung beider Gesteine (Mulde von Kertsch, Halbinsel Taman), an anderen Stellen beobachtet man nur Sande oder Thone (Janys-takyl, Kamyschburun etc.). Fossilien haben diese Schichten fast keine geliefert. In den braunen sandigen Thonen unmittelbar über den Eisenerzschichten von Kamyschburun fand ich Steinkerne von *Prosodacna* cf. *macrodon*. Sonst traf ich keine Fossilien.

Jedenfalls stehen diese Sande und Thone in einem so engen Zusammenhang mit den Eisenerzschichten, welche doch kein sehr junges Pliocän darstellen, dass es als notwendig erscheint, dieselben noch dem Pliocän zuzurechnen. Es ist wohl möglich, dass dieselben den Rest des Pliocäns repräsentiren.

Mikhailovsky glaubt, dass gewisse Ablagerungen am Galisga jünger sind als die Eisenerzschichten von Kertsch und also den darüber liegenden Sanden und Thonen entsprechen. Diese bei Pakqwesi aufgeschlossenen thonigen Schichten enthalten eine an die der Kujalnikschichten erinnernde Fauna. Somit erscheint es als wahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil der oberpliocänen Sande von Kertsch den Kujalnikschichten entspricht. Die Fragen nach der Bedeutung der Kujalnikschichten, nach den Verhältnissen derselben zu der kimmerischen Stufe und zur Apscheronstufe werde ich aber hier nicht betrachten, weil es in keiner direkten Verbindung mit dem Zweck der vorliegenden Abhandlung steht. Es wird an einer anderen Stelle geschehen.

K. Die Schichten von Cap Tschauda.

Nur an einer Stelle der Halbinsel Kertsch, am Cap Tschauda oder Taš-Kačik, kommen eigenthümliche Schichten vor, grobe Kalksteine mit Abdrücken von Conchylien, welche auch Gerölle enthalten (dazwischen von einem oben erwähnten Porphyrit) und mit Quarzsand wechsellagern. Die Sande und Kalkstein sind oft diagonalgeschichtet. Diese Schichten liegen diskordant auf den aufgerichteten unteren dunklen Schiefertthonen. Die Kalksteine

bilden eine enge Terrasse am Ufer des Meeres und gehen landeinwärts in einen unreinen sandigen Lehm mit Geröllagen und gut erhaltenen Muscheln über. Die Fauna der Tschaudaschichten wird durch das Vorkommen von *Dreissensia polymorpha*, *Didacna crassa* Eichw., Baer Grimm, *Tschaudae* Andr., *Monodacna Cazecae* Andrus., *Mon. subcolorata* nov. sp., *Vivipara* aff. *fasciata* und *Neritina* (*Ninnia*) *magna* nov. sp. charakterisiert.

Identische Schichten kommen nur am Marmarameer, wo dieselben bei Gallipoli und vielleicht an anderen Punkten der Küsten des Marmarameeres auftreten.

Vergleiche:

Andrusov. Die Schichten von Cap Tschauda. Ann. des k.k. naturhist. Hof.-Museums. Wien. Bd. V, N 1. 1890.

Id. Expedizija „Selanika“ na Mramornoje more v 1894 godu. „Sapiski“ d. Kais. geograph. Ges. Petersburg. Bd. 33, N 2, 1896.

Id. Marine posttertiäre Terrassen der Halbinsel Kertsch. Annuaire géologique par N. Krischtafovitsch. Vol. VII, livr. 6, 1905.

English. Eocene and later formations surrounding the Dardanelles. Q. J. vol. LX, 1904, p. 261 ff.

QUARTAERABLAGERUNGEN.

Die Quartärablagerungen der Halbinseln Kertsch und Taman sind dreierlei Art: a) marine Terrassenbildungen, b) brackische Bildungen mit einer „caspischen“ Fauna und c) continentale Bildungen.

A. Marine Terrassenbildungen.

Solche kommen an mehreren Punkten, immer aber am Ufer des Meeres vor. Bald sind es lose Muschelanhäufungen (Salzsee Tschokrak, Jeltigen, Karangyt), bald harte Kalksteinbänke (Jeltigen), bald oolitische Kalksteine (Karangyt), bald Sande mit Muscheln (Karangyt, Jeltigen, Ūska auf der Halbins. Taman—hier sind die Sande glimmerig). Bei Jeltigen kommen auch Serpultmassen. Diese Quartärablagerungen liegen horizontal oder fast horizontal und diskordant auf älteren Schichten (untere dunkle Thone und weisser Mergel bei Karangyt, untersarmatische Thone bei Jeltigen und Tschokrakkalk am Tschokraksalzsee). Ihre Fauna besteht hauptsächlich aus den jetzt im Schwarzen Meere lebenden Arten (dazwischen *Ostrea adriatica*, *Mytilus latus* Chemn., *Pecten glaber* L., *Cardium edule* L., *Venus gallina* L., *Nassa reticulata* L., etc.). Man findet aber auch einige jetzt im Schwarzen Meere unbekannt Arten, wie zum Beisp.: *Pecten varius* Lam., *Chama* sp., *Cardium tuberculatum*, *Venus verrucosa* L., *Dosinia exoleta* L., *Tapes Calverti* Newt., etc.

Herr Gregorovič-Beresovsky stellt marine Terrassenbildungen des Schwarzen Meeres in das alte Quartär. Ich bin geneigt, diese Ablagerungen für jünger, als die Hauptvergletscherung zu halten. Sie würden also etwa den Schichten mit *Strombus bubonius* im Mittelmeergebiet entsprechen. Herr N. Sokolow stellt die Einwanderungsepoche des *Cardium edule* L. in das Schwarze Meer in die dritte Vereisung. Nach Sokolow sind also die marine Quartärbildungen noch jünger.

Literatur:

N. Andrusov. Marine posttertiäre Terrassen, Annuaire géologique de N. Krischtafovitsch, Vol. VII Lief 1905

Grigorović-Beresovsky. Les dépôts postpliocènes marins sur les bords de la Mer Noire. „Sapiski“ der Neuruss. Naturf. Ges. XXIV, Lies. 2.

N. Sokolov. Der Mius-Liman und die Entstehungszeit der Limane Südrusslands. „Sapiski“ d. Russ. Mineral. Ges. Bd. XL.

B. Brackische Quartärablagerungen.

Am Tschokraksalzsee unter dem marinen quaternären Muschellager liegt eine Schicht, welche eine massenhafte Anhäufung der Schalen von *Vivipara fasciata* darstellt. In geringer Menge findet man hier: *Dreissensia polymorpha* Pall., *Didacna crassa* Eichw., *Clessinia variabilis*, *Micromelania caspia*. Man findet also hier eine „kaspische“ Fauna, wie dieselbe auch in den Schichten am Mius-Liman und in Süd-Bessarabien (Babèle, Giurgiulesci) vorkommt. Eine ähnliche Fauna kommt auch in einem Schotterlager auf der Nordküste des Saizsees Tobecik. Man findet hier aber auch eine *Monodacna aff. colorata*, *Corbicula fluminalis* und *Cardium edule*. Vielleicht ist dieser Schotter jünger als die Schicht am Salzsee Tschokrak.

Die Schicht am Tschokraksalzsee entspricht mit ihren Aequivalenten wahrscheinlich der grossen oder II-ten Vereisung und der maximalen Transgression des Kaspischen Meeres. Die Schicht am Tobeciksalzsee ist vielleicht jünger und der marinen Schicht gleichzeitig.

Ueber quartäre Terrassen im Gebiete des Schwarzen Meeres vergleiche meine Schrift „Ueber die Terrassen von Sudak“. Schriften der Naturf. Ges. in Kiew. für 1912.

Am Ufer des Azow'schen Meeres, auf der Südküste des Golfes von Kasantip zwischen Palapan und Meckerie findet man weisse Quarzsande, meistens fossilifer, an einer Stelle aber habe ich Abdrücke von *Adacna colorata*?, *Dreissensia polymorpha*, *Cyclas*, *Vivipara* etc. getroffen. Somit scheinen diese Sande den älteren Quartärablagerungen zugehören.

Möglicherweise derselben Epoche gehören jene interessantesten gelben und grauen, stark glimmerigen Sande und Sandsteine mit Lagen eines Conglomerates von Stücken thonigen Sphärosiderits, welche auf der Nordküste der Halbinsel Taman am Cap Kamennoj noch von Abich constatirt worden sind. Sie enthalten bloss Fragmente von *Unio* sp.

C. Continentale Quartaerbildungen.

Aeteres continentales Quartär ist gewöhnlich als Löss entwickelt. Im südwestlichen Viertel der Halbinsel (südwestliche Ebene) findet man statt Löss weit verbreitet einen röthlichen bröckligen Lehm. An der Basis des Lösses kommt manchmal eine dünne Schotterlage.

Als jüngere, theilweise recente Bildungen kann man betrachten: unreine lehmige Schotterablagerungen der temporären Bäche, Muschelanhäufungen der Nehrungen, Dünen am Ufer des Azow'schen Meeres zwischen Kasantip und Cegene, Salzseebildungen und Schlammvulcanbildungen.

II. SPECIELLE DARSTELLUNG DER LAGERUNGSVERHÄLTNISSE DES BRYOZOENKALKES.

Nachdem wir allgemeine stratigraphische Stellung des Bryozoenkalkes an der Grenze der sarmatischen und der mäotischen Stufe bestimmt haben, gehen wir zur Darstellung der speciellen stratigraphischen Verhältnisse desselben. Diese Darstellung wird uns gestatten, erstens die Frage nach dem geologischen Alter des Bryozoenkalkes näher zu behandeln, zweitens seine Riffnatur zu beweisen.

I. Die ersten Bryozoenkalkbildungen, welche isolirt in den Thonablagerungen erscheinen, haben ein Aussehen kleiner unregelmässiger Linsen und Knollen, welche von allen Seiten von Thon umgeben sind. Solche Linsen sind abgebildet auf der Fig. 36, p. 52, auf den Fig. 37 und 38, 39 und 40. Dieselben liegen entweder isolirt (Fig. 40) oder in Gruppen (übrige erwähnte Figuren). Manchmal vereinigen sich solche Knollen schichtweise (Fig. *C. Taf. VIII*). Zwischen den kleinen Knollen und den grossen, von mehreren Metern im Durchmesser, wie zum Beispiel jenen von Cap. Panagia (Fig. *A. Taf. X*, am Cap. Panagia) existiren alle verschiedene Uebergänge. Die Grenzflächen solcher Linsen und Knollen sind sehr uneben, die obere Grenze jedenfalls immer unebener, als die untere, dieselbe ist oft mit Aufblähungen und Fortsätzen (Apophysen) versehen (siehe Figur 36 und 41, am Meeresufer O. von Kysaul, Fig. *B. Taf. VII*, Fig. *A. Taf. X*), zwischen welchen mit Thon erfüllte Vertiefungen entstehen. Kleine Bryozoenkalkknollen bestehen gewöhnlich aus einem stark veränderten unreinen gelben oder röthlichen, manchmal halbkristalinischen Kalkstein. Die Membraniporen kommen darin bloss als Steinkerne vor. Die Grenzflächen mit dem Thon sind oft mit einer dünnen Gypskruste oder mit einer Mangan- und Eisenhydroxydhaltigen Kruste überzogen. Seitwärts gehen solche kleine Knollen sehr oft in regelmässige dünne Schichten über, welche entweder aus krummblättrigen sehr dünnen Lagen der Membranipora von weisser Farbe, mit sehr dünnen Thonschmitzen wechselnd, oder aus zertrümmerten, mit Thon gemischten Membraniporenästchen mit viel Gyps und Eisenhydroxyd bestehen. In den Vertiefungen von solchen kleinen Bryozoenkalkknollen (Kysaul, Chronovi) findet man nicht selten Knochen einer kleinen Phoca-art und Fischknochen. Auf dem

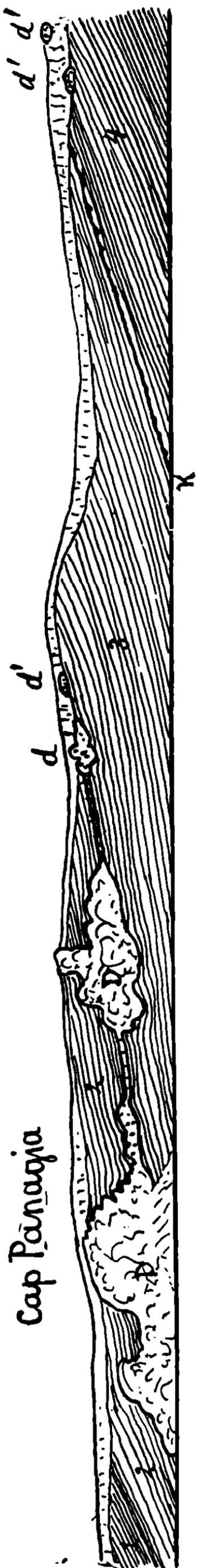


Fig. 58. Schematisches Profil des Meeresufers bei Cap Panagia (Halb. Taman) 1. Mäotische Schieferthone. 2. Die dem Bryozoenkalk gleichzeitige Schieferthone, D, D, d—Bryozoenkalk, d'—d'—Kleine Massen des Bryozoenkalkes, durch Denudationsprocesse aus ihrer ursprünglichen Lage deplacirt. 3 und 4—Obersarmatische Schieferthone, bei K—eine eigenthümliche conglomeratartige Schicht. (Siehe p. 62).

Cap Chronevi liegen Phoca—und Fischknochen in einer besonderen etwas unregelmässigen Schicht unreinen röthlichen eisen-schüssigen Thones zusammen mit Phocacoprolithen und eigenthümlichen Kieselconcretionen. Auf diesem Thon (siehe Fig. *B. Taf. VI*) liegt eine schichtförmige unregelmässige Masse des Bryozoenkalkes mit vielen Auswüchsen nach aufwärts, darunter regelmässig geschichtete Schieferthone; auf dem citirten Bild vor diesen Thonen sitzt eine menschliche Figur, der weissliche Band darüber sind die Thone mit Phoca.

Die Verhältnisse, welche wir in den Uferaufschlüssen zwischen Takilburun und Kysaul (siehe pp. 49—57) und am Cap Panagia (p. 63) beobachten, lehren uns, dass die linsen—und knollenförmigen Bryozoenkalkmassen, so zu sagen, Verdickungen und Aufblähungen von obenerwähnten dünnen thonigen, aus dem Membraniporazerreibsel bestehenden Schichten darstellen.

Diese Linsen und Knollen erscheinen, wie gesagt, bald ziemlich isolirt, bald und öfters mehrere zusammen und verschmelzen sich dabei in mehr oder weniger ansehnliche Massen. Es scheint, dass ein einmal entstandener Knollen oft weiter als ein fester Ansiedelungsort für spätere Bryozoenbauten diene, welche ziemlich rasch nach oben wuchsen und auf diese Weise den Meeresboden bald überragten. Zu gleicher Zeit geschah auch ein seitliches Wachsthum, die Bryozoen verbreiteten sich über dem thonigen Boden, berührten sich mit einander oder schmolzen sich in unregelmässige Massen zusammen. Diese Massen ragen oft als kegelförmige, sphäroidische oder sogar pfeilerförmige Massive durch die dieselben umgebende regelmässig geschichtete Schieferthone. Die Abhänge, welche den Bryozoenkalk von den umgebenden Schieferthonen abtrennen, sind mehr oder weniger steil geneigt, manchmal sehr steil, stellenweise fast vertical oder sogar überhängend.

Den besten Beispiel dieser Art stellen die grossen Bryozoenkalkknollen am Cap Panagia auf der Halbinsel Taman (p. 63, *Taf. X, A*). Die grösste Dicke, welche hier sichtbare Knollen erreichen, ist bis 20 Meter. Ihre Basis ist etwas uneben. Diese Unebenheit kann meiner Meinung nach als Folge der Schwere der Knollen angesehen werden. Bei dem Anwachsen der Knollen müssten dieselben unbedingt in den sich herum ablagernden Schlamm einsenken. Solches Eintauchen kleiner Korallenbauten wurde von Sluiter¹⁾ in

1) C. Ph. Sluiter. Einiges über die Entstehung der Korallenriffe in der Javasee und Brantweinsbai, und über neue Korallenbildung bei Krakatau. Naturkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie. Band XLIX. Batavia 1889.

Bataviabai constatirt. Die Bohrungen auf einer kleinen Insel Onrust, welche 2 Meter über dem Meeresspiegel aufragt, haben nachgewiesen, dass die Dicke des Korallenkalkes, aus welchem die Insel besteht, 20 Meter gleich ist. Die Meerstiefe um die Insel herum gleicht 11 Meter, welche Daten auf eine Einsenkung von 7 Meter hinweisen. Misst man auf der Photographie das Verhältniss des Theiles, welcher über der dünnen krumblättrigen Schicht des lockeren Membraniporagesteines liegt, in welche der Knollen sich seitwärts auskeilt, so erhält man eine Proportion von $10:22 = 0,45$, also ein den Korallenbauten sehr ähnliches Verhältniss ($7:20 = 0,35$).

Die obere Grenze ist viel unregelmässiger. Die kleine Masse am Cap Panagia (Fig. 58) sendet nach oben drei Auswüchse, deren der mittlere pfeilerförmig aufragt. Die grössere hat ziemlich steile Abhänge, in welchen man taschenförmige Vertiefungen bemerkt.

An manchen Stellen sieht man sogar, dass Theile des Bryozoenkalkknollens die Schieferthone überhängen. Solche Fälle beobachtete ich auf dem Felsen von Popov Kamenj Fig. 58 (p. 62) und bei Novyi Karantin (Fig. 33).

Sehr oft sieht man die Bryozoenkalkknollen fast mit vertikalen Wänden in Berührung mit den umgebenden Thonen. Solche Fälle kann man im Uferprofil zwischen Takilburun und Kysaul sehen (vergleiche Figur. 36, 37, 41, 45). Einzelne grosse Bryozoenkalkknollen vereinigen sich dann zusammen in längere Züge oder in ausgedehnte Massive. Solche Massive stellen einen complicirten Bau. Der Bryozoenkalk erreicht in denselben eine ziemlich grosse Mächtigkeit, oft bis 20--30 Meter.

Nur selten beobachtet man in dem Bryozoenkalkstein undeutliche Spuren der Schichtung. Eine deutlichere jedenfalls ziemlich unregelmässige Schichtung beobachtet man an den Rändern und an der Oberfläche der Massive, wo hie und da Parteien eines aus dem Bryozoendetritus bestehenden Kalkes auftritt. Solcher Art sind die auf der Seite 12 beschriebene und auf der Fig. 3 abgebildete Keile diagonalgeschichteten groben Detrituskalkes. Ein anderes Beispiel dieser Art stellen Aufschlüsse am Azowschen Ufer zwischen Čegene und Čokraksalzee. Hier beobachtet man stellenweise (zum Beisp. östlich von Čalocik) ziemlich ausgedehnte Massen grobgeschichteten groben Kalksteins aus kleinen Stücken Membraniporakalkes, welche mantelförmig die Felsen aus dem ungeschichteten Bryozoenkalk bedecken. Sonst stellt der gewöhnliche Bryozoenkalk der Massive eine grobschalige Structur dar: es scheint als ob die ganze Kalkmasse aus den zusammengeschmolzenen grossen Kugelsegmenten bestünde, welche concentrischschalig gebaut sind. Solche Structur ist sehr gut auf den Photographieen A und B der *Tafel XI* zu sehen. Das Verhältniss einzelner Schalen zu einander kann man in der Schlucht von Tašlyjar sehen (Fig. B dieser Tafel), auch in der Schlucht von Čokrak-babčik (Fig. 25) und an sonstigen Stellen kann man gut diese Structur beobachten. Fig. 20 stellt ein einzelnes Element solcher concentrischschaligen Massive am Ufer des Azow'schen Meeres bei Sujurtaš.

Dass diese Structur keineswegs eine Folge der concretionirenden Prozesse darstellt, das beweist erstens die eigenthümliche Vertheilung von Membraniporacolonieen in den Schalen, dann aber gerade der Umstand, dass dort, wo der Kalkstein stärker metamorphisirt ist, wo also die Reste der Membranipora in Gestalt von Steinkernen erhalten sind, sich

ein System der im Grossen und Ganzen rechtwinkligen Spalten entwickelt und die concentrisch-schalige Structur am schlechtesten ausgeprägt ist. Endlich am meisten ausschlaggebend ist die Thatsache, dass dort, wo die Schalen sich nahe von der nicht zerstörten Oberfläche der Massive befinden, verlaufen dieselben der Oberfläche parallel, welche primitive, nicht durch chemische oder mechanische Einwirkungen hervorgerufene Eigenschaften aufweist. Im Kleinen beobachtet man diese Erscheinung schon in Knollen von geringen Dimensionen. Sehr schön tritt dasselbe Verhältniss am Ufer des Azow'schen Meeres östlich von Nasyr. Hier bestehen die oberen Partien der Bryozoenkalkmassive aus einzelnen cylindrischen Abschnitten, welche oben als ein Kugelsegment sich endigen; sie haben also eine brustwarzenförmige Gestalt. Diese Elemente entweder stehen sehr fest aneinander, oder erscheinen manchmal mehr oder weniger isolirt, sind dann mit eigenthümlichen, augenscheinlich primären zoogenen Krusten bedeckt und weisen in beiden Fällen eine innere concentrisch-schalige Structur auf (vergleiche die Fig. 4). In vielen Fällen bemerkt man aber keine regelmässige Anordnung im Inneren der grossen Bryozoenkalkfelsen: sie bestehen dann je nach dem Grade der chemischen Veränderung bald aus einer ungeschichteten festeren, bald aus einer mehr oder weniger lockeren, porösen oder cavernösen Kalkmasse.

Die obere Grenze der grösseren Massive des Bryozoenkalkes nähert sich nur selten einer ebenen Fläche. Solche Fälle beobachtete ich am öftesten am Azow'schen Meere, bei Nasyr und Krasnyi Kut (siehe Fig. 8). Hier fliessen oft die segmentartige obere Enden der brustwarzenförmigen Abschnitte fast in eine Fläche zusammen. Jedoch auch in diesem Falle sind solche Flächen nicht ununterbrochen. Hier und da bemerkt man einen engen Riss zwischen benachbarten brustwarzenförmigen Abschnitten, an anderen Stellen mehr oder weniger ausgedehnte Weitungen, inmitten welchen manchmal isolirte kleine Massive des Bryozoenkalkes hervorragen. Sonst sind diese Weitungen entweder mit dem dem Bryozoenkalk gleichzeitigen Schieferthonen oder stellenweise und theilweise mit mäotischen Ablagerungen ausgefüllt, welche dann auch die grösseren Massive bedecken. Auf der Oberfläche der letzteren ragen auch manchmal einzelne hocker-oder pfeilerförmige Auswüchse Bryozoenkalkes hervor.

Diese Verhältnisse sind am besten bei Nasyr zu beobachten (Vergleiche Fig. 4 und 6).

Viel öfter wachsen auf dieser ebenen Fläche der grösseren Massive einzelne Erhöhungen oder Kalkzüge, welche dann oft die Decke der mäotischen Schichten durchbrechen, oder besteht der ganze Bryozoenkalkrücken aus einem Netz mit einander sich kreuzenden Zügen des Bryozoenkalkes.

Diese Structur ist am besten am Aktas (Fig. 11, 12 und 14), Kasantip (Fig. 15 und 16), bei Öegene (Fig. 21, 23 und 24), im Süden von Öurubaš-salzee (Fig. 34) und am Cap Takil-burun (Fig. 35) zu sehen. Vielleicht am besten ist diese Structur in der Umgebung von Öegene ausgesprochen. Hier bildet der Bryozoenkalk das westliche Ende einer grossen Antiklinale, welche sich zwischen Öegene und dem Salzsee Öökrak befindet. Dementsprechend bildet hier der Bryozoenkalk einen breiten, sich bogenförmig krümmenden Rücken, welcher von drei Seiten ein ebenes Thal umzieht. Nach innen fällt

dieser Rücken ziemlich steil ab, nach aussen sind die Abhänge im Ganzen ziemlich flach. Doch im Einzelnen bemerkt man viele steile steinige Bänder. Der Rücken ist nicht einfach, sondern besteht aus mehreren, einander parallel verlaufenden kleinen Zügen des Bryozoenkalkes. Besonders gut sieht man das nach ONO von Çegene (Fig. 35). Diese parallelen Züge sind von beiden Seiten steil und ziehen sich der Hauptrichtung des Rückens, d.h. dem Streichen der unterliegenden Schichten parallel. Diese parallelen Züge sind mit einander durch kürzere Zwischenzüge verbunden (Fig. 22 und 24), welche bald fast geradlinig, bald schlangenförmig (Fig. B. *Taf. IV*) verlaufen. Auf diese Weise entsteht eine Reihe durch felsige Züge von einander abgetrennten Vertiefungen. Es ist selbstverständlich, dass in Folge der Erosion sich kleine Schluchten gebildet haben, durch welche die atmosphärischen Gewässer ihren Ausgang suchen. Es ist aber wohl möglich, dass einige dieser Schluchten schon vom primitiven Reliefe vorgezeichnet gewesen sind. Aehnliche Verhältnisse beobachtet man am SW-lichen und NO-lichen Rande der Halbinsel Kazantip und bei dem Dorfe Aktaş.

An anderen Stellen überwiegen wiederum die Querzüge. In diesem Falle beobachtet man, dass vom Hauptrücken, welcher dem Streichen parallel sich hinzieht, mehrere stärkere Querzüge sich abzweigen, welche bergabwärts, etwa in der Richtung des Einfallens der Schichten streben. Auf diese Weise entstehen kleine Circus-odes Amphitheaterförmige kleine Thäler. Diese Thäler sind entweder breit geöffnet, und enthalten im Inneren entweder keine Bryozoenbildungen (wenigstens an der Oberfläche), oder nur kleine kegelförmige Felsen. Beispiele solcher Amphitheater stellen zum Beispiel: der Bryozoenrücken des Mithridates im Norden von Solotoi Kurgan (Tumulus Altyn-oba) oder die Felsen N. von Zarskyi Kurgan und von Bulganak. Oft verengt sich aber der Eingang in ein solches Thal und das Thalinnere wird durch kleine Kalkriegel in mehrere Abtheilungen zergliedert. Solche Structur kommt sehr oft vor. Man trifft dieselbe bei Çegene (Fig. 21), am Kazantip, am Ostende des Aktaşsystems (Fig. 12), und bei Kitenj (Fig. 11).

Es ist selbstverständlich, dass dieser Bau nur dort in einem ausgedehnten Masstabe hervortritt, wo die mäotische Decke des Bryozoenkalkes mehr oder weniger entfernt ist (Kazantip, Aktaş, Çegene, Çurubaş). Dort, wo dieselbe nur theilweise oder gar nicht denudirt ist, sieht man gewöhnlich nur einen, langen, entweder einfachen oder seltener kurze Querabzweigungen sendenden Bryozoenkalkrücken. Es scheint auch, dass das gewöhnliche zackige Aussehen im Zusammenhang mit der Entwicklung der Querzüge steht.

Dass die beschriebene netzförmige Structur der Bryozoenkalksysteme kein Werk der Erosion ist, beweisen sehr viele Umstände.

Es ist erstens eine geringe Mächtigkeit oder eine fast totale Abwesenheit des Bryozoenkalkes sensu stricto in den Maschen des typischen Netzwerkes der Bryozoenkalkmassive oder in den Thälern zwischen den Querzügen. Weiter—das Vorkommen der dem Bryozoenkalk gleichzeitigen und äquivalenten Thonablagerungen in den noch nicht durch die Denudation entleerten Maschen. Es ist wahr, dass solche Profile, wo man Durchschnitte solcher Thäler beobachten könnte, selten sind. Am lehrreichsten und überzeugendsten sind die Aufschlüsse zwischen Kasaul und Takyburun. Von Cap Takyburun zieht sich ein

langer Rücken etwa dem etwas südlicher befindlichen Meeresufer parallel. Die absolute Höhe einzelner Gipfel ist etwa bis 40 Faden über dem Meere. Nach NW fällt das Terrain steil, nach SO gegen die Meeresküste geht ein sanfter Abhang. Die Küste ist etwa 12 bis 28 Faden hoch und stellt eine scharfe Falaise dar. Dieser Abhang ist durch eine Abstufung (siehe Kärtchen, Fig 35), welche sich von der Stelle, wo das verlassene Cordonhaus der Uferwache liegt, perpendicular zum Hauptrücken hinzieht, in zwei Theile getrennt. Der NO-liche Theil ist niedriger und hier sind die mäotischen Schichten entfernt. Die Oberfläche ist meistens mit isolirten konischen Bryozoenkalkfelsen besäet, welche parallele Züge bilden. Diese Züge gehen in zwei Richtungen, nach SSO und nach OSO. Dabei kreuzen sich manche dieser Züge miteinander (siehe Fig. 35). In der Fortsetzung mancher dieser Züge trifft man im Steilufer des Meeres oben (p. 49 ff.) beschriebene kleine Vorgebirge des Bryozoenkalkes. Die zwischen solchen Vorgebirgen liegenden Uferstrecken entsprechen also den Durchschnitten durch die Bryozoenkalkzüge trennende Thälern. Was sieht man aber in diesen Durchschnitten: der Bryozoenkalk ist nur in den felsigen, den Enden der Bryozoenkalkzügen entsprechenden Vorsprüngen des Meeresufers stark entwickelt, dazwischen besteht das Steilufer aus thonigen Ablagerungen, in welchen der Bryozoenkalk entweder ganz fehlt oder in Gestalt dünner Lagen und der darauf sitzenden kleinen Knollen (siehe Fig. 37—38) erscheint.

Westlich vom verlassenen Cordonhause wird die Gegend höher, das Ufer behält aber seinen Charakter, d.h. kleine felsige Vorsprünge des Bryozoenkalkes wechseln mit thonigen Falaisen ab. Die Mächtigkeit des Bryozoenkalkes wechselt sich beständig, bald schwillt er in den Vorsprüngen bis über 20 Meter Mächtigkeit, bald bildet er nur eine dünne Lage von ein Paar Centimeter zwischen den Schieferthonen der thonigen Falaisen. Auf der Höhe der Steppe sieht man keine Bryozoenkalkzüge, sie sind durch mäotische Ablagerungen ganz verdeckt. Nähert man sich aber dem Hauptrücken, welcher sich vom verlassenen Thurm des ehemaligen Leuchthturmes von Takil nach SW hinzieht, so sieht man, dass der Bryozoenkalk hier mehrere amphitheater- und hufeisenförmige Circusse bildet, welche sich nach SO öffnen und deren Hörner sich gegen die felsigen Vorsprünge richten. Man kann also vermuthen, dass auch hier unter der mäotischen Decke ein Netzwerk der Bryozoenkalkzüge vorliegt, dessen Maschen mit vorwiegend thonigen Gesteinen ausgefüllt sind.

Man könnte selbstverständlich eine Erklärung dieser Thatsache in einer vormäotischen Erosion suchen. Der Bryozoenkalk sei nach seiner Bildung erodirt und dann seien die gebildeten Vertiefungen mit den mäotischen Ablagerungen ausgefüllt. Diese Erklärung könnte aber nicht bestehen. Die Oberfläche der Bryozoenkalkknollen und Massive, wo wir dieselbe im Contact mit den umgebenden Gesteinen, oder frisch aufgeschlossen finden, trägt auf sich keine Spuren der erodirenden Thätigkeit. Das beweisen nicht nur ihre eigenthümliche Form und ihr Verhältniss zu den geschichteten daneben liegenden Ablagerungen, sondern auch das Vorhandensein besonders gebauter Krusten.

Während das Innere der Knollen oder Massive ursprünglich aus einer lockeren Masse der Membraniporakolonien bestand, welche später durch verschiedene Processe mehr oder

weniger verdichtet wurde, ist die äussere Oberfläche des Bryozoenkalkbildungen aus verschiedenartig gebauten Krusten zusammengesetzt.

In dem Falle, wenn die Bryozoenkalkbauten von thonigen Schichten umhüllt sind, kann man oft auf der Oberfläche derselben eine Gypskruste sehen, rein oder mit Eisenhydroxyd oder Manganhydroxyd gemengt, welche selbstverständlich durch spätere innere chemische Prozesse entstanden ist. Gewöhnlich aber auch in diesem Falle, gleich ob eine Gyps- resp. Mangankruste vorhanden ist, stellt die Oberfläche der Bryozoenkalkmasse eine ganz andere innere Structur als das Innere desselben und eine eigenthümliche Sculptur dar. Weniger einfach sind solche „zoogene“ Krusten in dem Falle, wenn die Bryozoenkalkbauten in die Berührung mit mäotischen Thon—und Kalkablagerungen in Contact kommen.

Findet man im Inneren eines Bryozoenkalkknollens oder eines grösseren Massivs eine wenig veränderte Partie, so stellt hier der Bryozoenkalk eine sehr poröse (grob poröse) Masse dar und besteht aus wunderlich gebogenen freien Colonien von *Membranipora lapidosa*. Die freien blattförmigen Colonien krümmen sich auf verschiedenste Weise und berühren sich nur selten mit den hinteren Seiten der Blättchen, verwachsen meistens mit einander auf solche Weise, dass dazwischen weite maschenförmige Hohlräume bleiben. Selbstverständlich, dass diese Hohlräume allmählig infolge der Infiltration durch Kalkcarbonat ausgefüllt werden. Die Poren werden dabei immer kleiner und oft verwandelt sich ursprünglich lockere, poröse Masse in einen dichten Kalkstein. Eine weitere Phase der Umbildung besteht in der Auflösung der *Membraniporacolonien*, welche dann nur in Gestalt der Steinkerne und Abdrücke vorhanden sind.

Ganz anders erscheinen die *Membraniporen* in den äusseren Krusten. Hier liegt eine flache Colonie auf einer anderen. Somit erscheinen die äusseren Krusten aus dichteren concentrischen parallelen Lagen von *Membraniporacolonien*. Ich sage „concentrischen“, weil die äussere Oberfläche der Krusten nie glatt und eben ist, sondern besteht aus verschiedenartig gestalteten Auswüchsen. Die verschiedenen Formen dieser Oberfläche werden weiter in einem besonderen Kapitel beschrieben werden. Nicht selten findet man in den äusseren Krusten auch zahlreiche kleine *Spirorbis*. Diese *Spirorbis-Membraniporakruste* kommt dort vor, wo die Bryozoenkalkfelsen in nähere Berührung mit den mäotischen Schichten kommen. Auf den kleinen, in tieferen Horizonten vorkommenden Linsen und Knollen findet man bloss *spirorbisfreie* Kruste.

In der *Spirorbis-Membraniporakruste* stecken auch nicht selten geschlossene Klappen von *Sphenia cimmeria* Andrus. Sie sind oft von *Membraniporen* ganz umwachsen. Es ist wohl wahrscheinlich, dass dieser Umstand auch zur Hemmung eines freien Wachstums der *Membraniporen* mitwirkte und zur Erzeugung jener „stengeligen“ Structur führte, welche man auf dem Felsen von Krasnyi Kut, Üegene und and. Localitäten bemerkt.

Hier wächst die *Membraniporakruste* in Gestalt der säulenförmigen Auswüchsen, zwischen welchen dann verschiedene enge Hohlräume bleiben, welche nicht selten mit gut erhaltenen mäotischen Conchylien ausgefüllt sind (Siehe Fig. A, Taf. IV).

Aile diese und andere Eigenthümlichkeiten der äusseren Krusten beweisen genug, dass die äussere Oberfläche der Bryozoenkalkbildungen in ihrem Contact mit den umgebenden

Schichten nicht ein Werk der Erosion, sondern eine Folge der Wachstumsverhältnisse der Bryozoenbauten darstellen.

Resumieren wir das Vorhergesagte. Die grossen und kleinen Knollen des Bryozoenkalkes, welche einen Durchmesser von 2 3 Fuss bis über 20 Meter besitzen und oft zu grösseren Massiven sich vereinigen, bestehen fast ausschliesslich aus Membraniporakolonien, also sind rein zoogene Bildungen. Diese zoogene Kalksteine, ursprünglich sehr locker und porös, werden infolge der Infiltration sehr hart und dicht und verlieren allmählig ihre zoogene Structur. Diese Massen sind ungeschichtet. Man beobachtet nur eine grobe Structur aus grossen concentrischen Schalen. Ihre äussere Oberfläche, wie auf der Ober- als auch auf der Unterseite ist sehr uneben. Besonders uneben ist die Oberseite, welche manchmal pfeilerförmige Auswüchse darstellt. Die Seitenfläche der Felsen ist oft sehr steil, manchmal vertical und sogar überhängend. Die Oberfläche der Bryozoenkalkbauten besteht sehr oft aus einer eigenthümlich gebauten Kruste, welche auf besondere Wachstumsverhältnisse der Bryozoen an freien Flächen hinweist. Man findet solche Krusten auch in den manchmal im Inneren des Bryozoenkalkes vorkommenden grösseren Höhlungen.

Manchmal ist die obere Grenze des Bryozoenkalkes im Grossen und Ganzen ziemlich eben, jedoch zeigt die nähere Untersuchung, dass hier eine Verwachsung brustwarzenförmiger Abschnitte stattgefunden hat, und dass diese Massive doch seitwärts durch vertikale Flächen umgrenzt sind und weitere Lücken hier und dort lassen. Grosse knollenförmige Massen keilen sich in die umgebenden Schieferthone und verwandeln sich in dünne Lagen zerriebener Membraniporen.

Diese Structur des Membraniporakalkes beweist genug, dass man hier mit einer Riffbildung zu thun hat. Die Riffnatur desselben bestätigt sich auch durch alle anderen Verhältnisse.

Insbesondere klar wird es durch die Untersuchung der Verhältnisse des Bryozoenkalkes zu den umgebenden geschichteten Gesteinen.

Die Verhältnisse des Bryozoenkalkes zu den gleichzeitigen heteropischen Bildungen und zu den maeotischen Schichten.

Dass es klastische, meistens thonige Ablagerungen gibt, welche im gleichen stratigraphischen Niveau liegend, dem Bryozoenkalk gleichzeitig sind und ihn gegenseitig ersetzen, geht aus der Untersuchung der Profile von Panagia und Popov Kamenj auf der Halbinsel Taman und von Takil-burun etc. auf der Halbinsel Kertsch. Schon Abich hat auf diese Verhältnisse hingewiesen. „Mergel mit wiederzunehmendem Kalkgehalte“, sagt er¹⁾, „lagern über diesen Schichten, und umhüllen, so zu sagen, die Fundamentabildungen der Bryozoenkalkes... Die ersten Anlagen der Bryozoenbänke haben die Natur unregelmässiger, ungestalteter, plattenförmiger Concretionen, die sich seitlich auskeilen... Sie werden von einer ockerigen... Gypskruste umschlossen“.

¹⁾ Einleitende Grundzüge, l. c. p. 11.

Er bildet auch einen lehrreichen Aufschluss (p. 11) auf dem Cap Akburun ab. Dieser Aufschluss ist jetzt nicht mehr zugänglich.

Die dem Bryozoenkalk gleichzeitige geschichtete Gesteine sind meistens Schieferthone (siehe die Beschreibung von Cap Panagia, p. 63 und die Profile von Takilburun, pp. 49—58).

In einiger Entfernung von den Bryozoenkalkbildungen lagern diese klastischen Gesteine ganz ruhig und ungestört, indem dieselben auf diese Weise die Richtung der ursprünglichen Bildungsfläche markiren. Bei der Annäherung an die Bryozoenbauten bemerkt man kleine Biegungen der Schieferthone, welche der Oberfläche der Felsen entsprechen; jedenfalls sind dieselben im Ganzen so unbedeutend, dass sogar es von Weitem scheint, als ob die riffartigen Bryozoenkalkbildungen gar keinen Einfluss auf die Lagerung der thonigen Gesteine üben.

Dass diese Gesteine dem Bryozoenkalk gleichzeitig sind, das geht hervor: aus dem Auskeilen der Bryozoenkalke zwischen dem Schieferthone, (siehe Fig. 36, 38, *Taf. VII-B*, Fig. 41 *Taf. X-A*), aus dem Vorkommen der Lagen eines klastischen Membraniporagestein (Fig. 4-kc, Fig. 6, 37, 41), aus dem Auftreten kleiner Knollen des Bryozoenkalkes in einem, so zu sagen, schwebenden Zustande und dabei in mehreren Niveaus zwischen den Schieferthonen (Fig. 36, 37, 38), aus dem Eingreifen der Schieferthone in taschenförmige Vertiefungen des Bryozoenkalkes, wie von oben, als auch von der Seite (Fig. 36 38, *Taf. VII-B*, Fig. 41, 43, 48).

Es ist sehr wahrscheinlich, dass in einigen Localitäten der Bryozoenkalk auf grossen Flächen fehlt und an seiner Stelle nur die klastischen Gesteine entwickelt sind. Am besten kann man diese Verhältnisse auf der Halbinsel Taman beobachten.

Hier, wie wir es im speciellen Theil gesehen haben, ist der Bryozoenkalk fast ausschliesslich im SW-lichen Theil der Halbinsel entwickelt. Ausserdem ist ein kleines Vorkommniss bei Fontan (im NW-ten der Halbinsel) bekannt. Im Südwesten bildet der Bryozoenkalk den langen Rücken am Meeresufer zwischen Taman und Cap Tuzla, und tritt in den Antiklinalen von Popov Kamenj und von Gora Seleneckago auf. In der letzteren findet man den Bryozoenkalk nur auf den NW-lichen Flügel, während im SO-lichen derselbe fehlt. Leider sind die Aufschlüsse im SO-lichen Flügel nicht so gut und vollständig, wie im NW-lichen. Dass das Fehlen des Bryozoenkalkes hier kein zufälliges ist, sieht man daraus, dass weiter nach Osten sehr gute Aufschlüsse sich finden, welche ununterbrochen die ganze Schichtenserie von mittleren sarmatischen Schichten aufwärts bis zu den Eisenerzschichten (kimmerische Stufe) und dieselben bedeckenden Sanden zeigen. Dabei bemerkt man keine Spur des Bryozoenkalkes. Hier in den Steilufern beobachtet man überhaupt, dass alle stratigraphische Horizonte in der thonigen Facies entwickelt sind. In der mächtigen Schichtenserie unterhalb den Eisenerzschichten kann man leicht den Horizont der Valenciennesithone unterscheiden, welcher durch eine Schicht verfestigten Muschelsandes mit *Congeria subrhomboides* in zwei Abtheilungen getheilt wird. Die untere Abtheilung enthält in ihren tieferen Niveaus schon leichte lichtfarbige Schieferthone, welche sich petrographisch sehr wenig von den lichten Schieferthonen der Abtheilung *c* der sarmatischen Stufe unter-

scheiden. Wenn wir noch erinnern, dass die mäotische Stufe auf der Halbinsel Taman¹⁾ auch in Gestalt ebensolcher licht gefärbten, an Fossilien sehr armen Schieferthone entwickelt ist, so kann man die grosse Schwierigkeit ersehen, mit welcher auf Taman die Auffindung der Aequivalente verschiedener Unterabtheilungen der neogenen Stufen von Kertsch verbunden ist.

Jedenfalls ist es hier ausserordentlich schwer die genaue Grenze zwischen der mäotischen und der sarmatischen Stufe zu ziehen, da hier ein so ausgezeichneter Demarkationshorizont, wie der Bryozoenkalk, fehlt.

Mit denselben Schwierigkeiten haben wir aber zu kämpfen, wenn wir auf der Halbinsel Kertsch jene Profile untersuchen, wo die dem Bryozoenkalk entsprechende thonige Gesteine mit den mäotischen Schichten bedeckt sind.

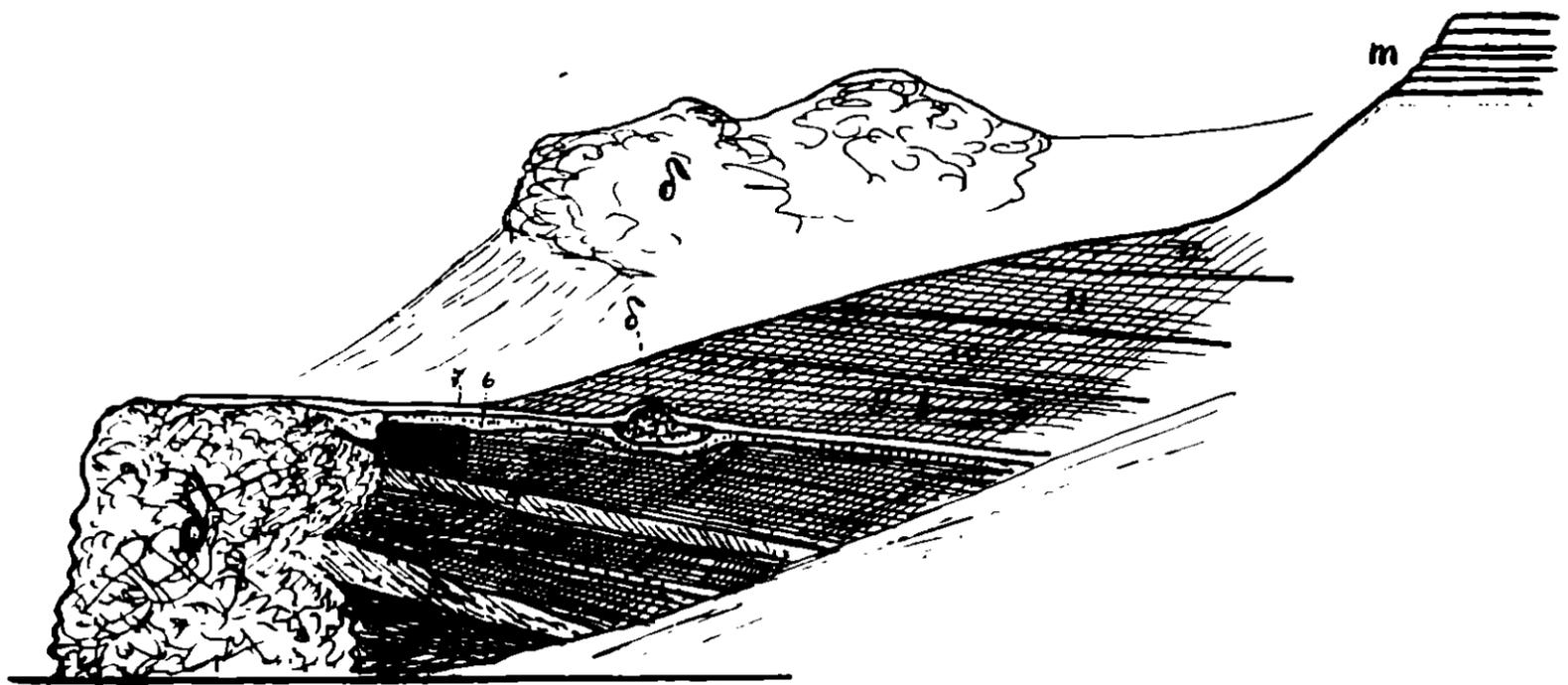


Fig. 58. Ein Aufschluss bei dem alten Brunnen zwischen Misyr und Calocik. δ —Massiver Bryozoenkalk Die obere mit δ bezeichnete Partie liegt im zweiten Plan, topographisch etwas höher, als die grössere untere (links ein kleiner Knollen). 1—eine Höhle, durch Auswaschung des Schieferthones zwischen δ und 2 entstanden. 2—Ein Keil einer Kalksteinbreccie, aus kleinen eckigen Kalksteinfragmenten bestehend. 3 und 5—lichte Schieferthone, k—eine dünne weisse Schicht Diatomeengesteins. 4—grober Detrituskalk mit Membraniporen. 6—eine ähnliche, etwas feinere Detritusschicht, worauf Jer kleine Knollen massiven Membraniporakalkes liegt. 7—eine Kruste Kalkstein aus geästeten Membraniporakolonien bestehend. 8 bis 12—schwarze Schieferthone mit dünnen Zwischenlagen mäotischer Muscheln (schwarze Linien), m—mäotischer Kalkstein.

Die mäotische Stufe beginnt auch auf der Halbinsel Kertsch mit thonigen Gesteinen, welche nach oben mit dünnen Lagen Muschelsand zu wechsellagern beginnen, welche *Modiola volhynica* var. minor und andere Leitformen der mäotischen Stufe enthalten. Nur höher stellen sich vorwiegend kalkige Ablagerungen (detritale Muschelkalke).

Solche Verhältnisse beobachtet man zum Beispiel zwischen Kasaul und Takilburun. Hier erscheinen jedenfalls die ersten Muschelschichten schon oberhalb des Bryozoenkalkes und kommen mit denselben nicht in Berührung. Dementsprechend beobachtet man hier keine in den oberflächlichen Krusten der Bryozoenkalkknollen sitzende mäotische Conchylien, wie es oft bei den Krusten der Bryozoenbauten von Aktaş, Misyr, Çegene etc. der Fall ist. Oestlich von Kertsch, am nördlichen Ufer der Bucht, zwischen der Quarantaine und Kapkany sieht man Bryozoenkalkfelsen, umhüllt von Thonen, welche schon vereinzelte mäo-

¹⁾ Siehe darüber № 44.

tische Conchylien und kleine Muschelsandschichten enthalten. Hier entwickelt sich meistens Membranipora-Spirorbis-Kruste mit der darin steckenden *Sphenia cimberia* Andrus. (siehe p. 44). Eben solche Krusten beobachtet man auch auf den Bryozoenkalkfelsen von Barsovka.

Sehr interessant gestalten sich die Verhältnisse dort, wo einzelne Bryozoenkalkfelsen in die kalkige Sedimente der mäotischen Stufe einragen, wie bei Misyr und anderen oben erwähnten Localitäten. Hier entwickeln sich auf der Oberfläche der Felsen jene interessante Varietäten der Krusten, welche wir an verschiedenen Stellen beschrieben haben (siehe p.p. 12, 13—Fig. 4, p. 14—Fig. 5, p. 16, *Taf. I B*, *Taf. II*, p. 20—Fig. 9, *Taf. IV-A*, p. 43, und p. 44). Diese Krusten, deren feinere Structur wir noch einmal später eingehender besprechen werden, charakterisiren sich dadurch, dass in den Unebenheiten und sogar in der Masse derselben zahlreiche mäotische Conchylien eingeschlossen sind. Diese Thatsache weist darauf hin, dass diese Krusten sich dann gebildet haben, als die mäotische Fauna schon erschien. Mit anderen Worten sind diese Krusten schon mäotisch. Am besten illustriert wird dieser Fall durch den Aufschluss, welcher auf der Seite 14 und ff. und auf der *Tafel II* dargestellt ist. Hier senden die den aus den kräuseligen Membraniporen bestehenden Felsen bedeckende Krusten mehrmals Keile kleiner Bryozoenkalkknollen in die umhüllende detritale Muschelsandmassen der mäotischen Stufe.

Diese Thatsache kann selbstverständlich die Frage entstehen lassen, ob nicht der ganze Bryozoenkalk nur eine besondere Facies (Riffacies) der mäotischen Stufe darstelle. Ich glaube, dass eine solche Vermuthung unrichtig wäre. Dagegen sprechen: erstens die totale Abwesenheit der mäotischen Conchylien in der Hauptmasse des Bryozoenkalkes, ihre Abwesenheit in kleinen basalen Bryozoenkalkknollen, gegenseitige Verhältnisse der tieferen Partien des Bryozoenkalkes und der dieselben umgebenden Schieferthone, welche auch keine mäotischen Conchylien enthalten und petrographisch von den obersarmatischen Schieferthonen kaum zu unterscheiden sind.

Das Vorkommen mäotischer Conchylien in den Krusten von Nasyr, Üegene etc. erkläre ich auf folgende Weise: Die Membraniporabauten haben ihre Thätigkeit am Ende der sarmatischen Epoche begonnen und bei dem Abschluss derselben erreichte diese Thätigkeit ihr Maximum.

Dann fing die mäotische Fauna an zu erscheinen. Die physikalischen Verhältnisse, welche dieses Phänomen begleiteten, hinderten das weitere üppige Wachsthum der Membraniporen; ihre Colonieen wuchsen nicht mehr so frei und breit wie früher, es bildeten sich zuerst massivere Krusten, aus blättrigen, meistens säulenförmigen Colonien zusammengesetzt, auf welcher zu gleicher Zeit kleine Spirorbis und etwas später auch mäotische Conchylien sich siedelten. Diese Ansiedelung blieb auch nicht ohne Wirkung auf Wachstumsverhältnisse der Krusten: die Ansiedler hemmten an den Stellen, wo sie sich befestigt haben, die weitere freie Entwicklung der Kruste; deshalb erscheinen alle jene eigenthümliche zitzen-warzen-finger-oder säulenförmige Auswüchse, welche den Krusten so verschiedenartige Gestalten verleihen. Bald wurde das weitere Wachsthum der Bryozoenkalkmassen ganz unmöglich gemacht. In dem tieferen Niveau des mäotischen Kertscher Kalkes beobachtet man hie und da (Misyr, Krasnyi Kut) Lagen kleiner Bryozoenkalkknöllchen, weiter aufwärts in

der Hauptmasse der unteren Abtheilung, sowie in der mittleren findet man äuserst kleine kriechende Colonieen der *Membranipora reticulum* var. *lapidosa* auf den Modiolen und kleinen Congerien.

Eine Grenze zwischen der sarmatischen und der mäotischen Stufe auf den Halbinseln Kertsch und Taman mit einer Schärfe zu ziehen ist unmöglich; der Uebergang war hier ein ganz allmählicher. Diese Schwierigkeit ist insbesondere deshalb gross, weil die Hauptmasse des Bryozoenkalkes fast keine Conchylien enthält, sowie die den Bryozoenkalk umhüllenden und unmittelbar unterliegenden Schieferthone.

Stratigraphische Stellung des Membraniporakalkes der Halbinsel Kertsch und Taman.

Der *Membranipora lapidosa*-kalk hat, wie wir es wissen, eine nur beschränkte Verbreitung. Man beobachtet denselben nur auf der Halbinsel Kertsch und Taman, sowie auch etwas weiter nach Osten im Kubanschen Gebiet. K. Bogdanovitsch wies den Bryozoenkalk bei Chadyġenskaja nach ¹⁾.

War der Becken, wo derselbe sich bildete, ebenso klein, wie sein Verbreitungsbezirk, oder stellt der Bryozoenkalk nur eine locale facielle Bildung in dem breiteren obersarmatischen Meere? Um dieser Frage näher zu kommen, wollen wir einen Blick auf die allgemeine Entwicklung der sarmatischen Stufe in Südrussland werfen. Durch meine früheren Studien kam ich zur Ueberzeugung, dass es nothwendig ist zu den zwei Abtheilungen, welche Prof. J. Sinzov in den sarmatischen Schichten unterschieden hat, d. h. zu den Ervilien—und zu den Nubecularien schichten noch eine dritte (obere) Abtheilung zuzufügen. Diese Abtheilung bezeichnete ich als Schichten mit *Maetra caspia* Eichw. Prof. J. Simionescu ²⁾ bezeichnete die untersarmatische Ervilien schichten als Volhynien (nicht mit der volhynischen Stufe Michailovsky's zu verwechseln), die mittelsarmatische Nubecularien schichten als Bessarabien und die obersarmatische *Maetra caspia*—schichten als Chersonien.

Der chersonischen Unterstufe gehören auch die dem Membraniporakalk unterstehenden Thone und Mergel. Während aber auf den Halbinseln Kertsch und Taman diese letzteren ohne Unterbrechnung in die Schieferthone übergehen, welche die Bryozoenkalkbauten umhüllen, und diese letzteren ihrerseits auch ununterbrochen in die geschichteten Gesteine der mäotischen Stufe, findet man in den sonstigen Gegenden nur selten solche Profile, wo die sarmatische Stufe allmählig in die mäotische Stufe übergeht.

Die Geologie Rumäniens ist noch nicht genügend untersucht, um zu beurtheilen, ob hier die oberen sarmatischen Ablagerungen von den mäotischen durch eine Erosionsgrenze ge-

¹⁾ K. Bogdanowitsch. Geologische Forschungen im Erdölgebiet von Kuban. Blatt Chadyshinskaja. Mem. Gom. geol. Nouv. s., livr. 57.

²⁾ I. Simionescu. Verhandl. d. K. K. geol. R. A. 1903. № 6. p. 106.

schieden sind, oder nicht. Eine solche Erosionsgrenze findet man aber in Neurussland. Nach trefflichen Auseinandersetzungen des Herr N. Sokolow weiss man jetzt, dass am Ende der sarmatischen Epoche das Meer sich allmählig aus Bessarabien zurückzog. Um die Zeit der chersonischen Unterstufe war Bessarabien vom Meere verlassen, im Cherson'schen blieb die Meeresbedeckung bestehend, jedoch auch nicht bis zum Ende der sarmatischen Epoche. Süsswassereinlagerungen gegen die Grenze mit den mäotischen Schichten und Spuren der continentalen Erosions- und Alterationserscheinungen an dieser Grenze scheinen aber nach Sokolow darauf hinzuweisen, dass das Meer am Ende auch das Cherson'sche Gouvernement, „vielleicht mit Ausnahme seines südöstlichen Grenzgebietes“¹⁾ verlassen hat. Hier sehen wir vor uns also eine Unterbrechung in der Schichtenserie und dieser Lacune entspricht wahrscheinlich theilweise unserer Bryozoenkalk (Membranipora lapidosa-Kalk). Leider liegen uns nicht für alle Gebiete, wo die mäotische Stufe auf der sarmatischen liegt, so genaue Beobachtungen vor, wie jene von Sokolow für das Cherson'sche Gouvernement. Wir kennen zum Beispiel aus der Krim Kalksteine mit *Macra caspia* (Aisch etc.) sowie die untermäotische Kalksteine, man weiss aber nichts Näheres über ihre gegenseitige Verhältnisse. Die mäotischen Schichten sind jetzt weit nach Osten im Kuban'schen Gebiet verfolgt²⁾. In dem von mir bereisten Theil des Gebietes³⁾ habe ich nur kleine Spuren des Lapidosakalkes gefunden. (Berg Sultanskaja). Ebenso blieb der Lapidosakalk im „Blatt Nephtjanaja-Schirvanskaja“⁴⁾ unbekannt, obwohl hier die Schichten mit *Macra caspia* (Conglomerate und Sande mit Lagen von *Macra caspia*) wohlentwickelt sind. Es war aber nicht gelungen die gegenseitigen Verhältnisse dieser Schichten und der mäotischen Stufe aufzuklären. (Czarnocki). In dem von Osten angrenzenden Blatte Chadyschinskaja tritt schon der „charakteristische Bryozoenkalk mit *Membranipora lapidosa* Pall.“ auf, welcher keine ununterbrochene Ablagerung bildet, „zieht sich aber in einer bestimmten horizontalen Richtung inmitten der unteren Abtheilung der hiesigen mäotischen Schichten“. „Im Kabardinischen Rücken sind die riffartigen Massen des Bryozoenkalkes den oberen Horizonten der Abtheilung m₁, untergeordnet, im westlichen Theil des Blattes, am Fl. Zize, scheint ihre Lage etwas tiefer zu sein und es scheint, dass der Bryozoenkalk stellenweise durch riffartige Massen eines gelben Muschelkalkes mit *Congeria panticapaea* in demselben Niveau ersetzt wird“. Infolge seiner Beobachtungen kommt Prof. Bogdanowitsch zum Schlusse, dass „wegen seiner Unbeständigkeit im stratigraphischen Sinne nothwendig ist, den Bryozoenkalk nur für eine besondere Facies des unteren Theiles der hiesigen mäotischen Schichten zu halten, welche sich allmählig und ungleichzeitig in ver-

1) N. Sokolow. Hydrogeologische Untersuchungen im Gouvernement Cherson. Mém. Com. géol. XIV, № 2 1896 p. 17 ff.

2) K. Bogdanowitsch Geologische Forschungen im Erdölgebiet von Kuban, Chadyschinskaja. Mem. Com. géol. Nouv. serie, livr. 57. 1910.

3) Andrusow, Geologische Untersuchungen im Kuban'schen Gebiet zwischen dem Fl. Adagum und dem Kuban'schen Liman „Trudy“ der K. Petersburg. Naturf. Ges. livr. XXVIII bitf. 5.

4) S. Czarnocki. Geologische Forschungen im Erdölgebiete von Kuban. Blatt Nephtjanaja-Schirvanskaja. Mém. Com. géol. Nouv. serie livr. 47. 1909.

schiedenen Theilen des littoralen Gebietes des immer kleiner werdenden mäotischen Meeres entwickelte“.

Dieser Schluss von Prof. Bogdanowitsch steht im gewissen Widerspruch mit den unsrigen. Ich will ja selbstverständlich nicht die Richtigkeit der Beobachtungen Bogdanowitsch's bezweifeln, doch sind die Verhältnisse nicht mit genügenden Details beschrieben, um alle Zweifel zu heben. So führt er als Grund seiner Schlussfolgerungen die topographische Lage des Bryozoenkalkes bald in den höheren Theilen der Abhänge, bald auf ihrer Hälfte, bald endlich im Thale selbst. Man muss aber nicht vergessen, dass man bei der Beurteilung der stratigraphischen Bedeutung der riffartigen Bildungen, auch in Gebieten mit einer ruhigen Lagerung, nicht durch hypsometrische Verhältnisse sich leiten lassen kann. Der Umstand, dass „im Kabardinischen Rücken unter dem Bryozoenkalk geschichtete bläulich-graue Thone mit der Fauna von m_1^1 “ sichtbar sind, wäre selbstverständlich ausschlaggebend gewesen. Die kurzen Beschreibungen aber, welche wir in der citirten Schrift finden, sind nicht genug überzeugend. Man kann nicht den Verdacht unterdrücken, dass auch hier der Bryozoenkalk von unten in die mäotischen Schichten hineinragt, so dass die im gleichen hypsometrischen Niveau befindliche mäotische Schichten und riffartige Bryozoenkalke nicht gleichzeitig sind¹⁾

Im Kaspischen Gebiet stellen die sarmatische Stufe und die Aktschagylschichten, ziemlich unabhängige Verbreitungsbezirke dar. Nur am Sulak hat man bisjetzt die sarmatische Stufe und die Aktschagylschichten in einem und demselben Profil beobachtet. Dieses Profil scheint keine Unterbrechungen von Palaeogen bis zu den höchsten Horizonten der Aktschagylschichten aufzuweisen. In diesem Profile²⁾ liegen unter den eigentlichen Aktschagylschichten blaugraue Thone und gelben Sande mit Oolitkalkeinlagerungen, welche einige untermäotische Fossilien geliefert haben (*Potamides disjunctoides* Sinz., *Ervilia minuta* Sinz. etc.). dann kommen Thone mit *Scrobicularia* und darunter Sandsteinbänke, wie es scheint, ohne Versteinerungen. Noch tiefer sieht man eine Sandsteinschicht mit *Planorbis*, *Helix* und *Buliminus* und kleinen unregelmässigen Knöllchen, welche aus kleinen *Spirorbis* bestehen. Unter dieser Schicht erscheinen ziemlich mächtige Sandsteine mit *Mastra caspia*.

¹⁾ Die mäotische Stufe im Bereich des „Blauen Chadyshinskaja“ besteht aus sehr sanft geneigten (4° bis 10°) Schichten, welche aber eine ziemlich bedeutende Mächtigkeit (bis 300 M.) erreichen. Die Aufschlüsse sind aber sehr selten und befinden sich „vereinzelt“ „in verschiedenen Höhen auf den Bergabhängen“. „Die Coordinirung derselben mahnt deshalb an besondere Vorsichtigkeit“. Bogdanowitsch unterscheidet in den mäotischen Schichten zwei Abtheilungen: eine obere (m_1^1) mit *Congeria novorossica* Sinz. und eine untere (m_1^2) mit *Congeria panticapaea* Andrus. Ich würde die letztere besser als den „Kertscher Kalk Horizont“ oder besser *Dosinia mäotica* Schichten nennen, da der Hauptstock der Fauna dem Kertscher Kalk entspricht. Die Schichten sind an den Gehängen auch stark verrutscht.

Ich erinnere auch daran, dass auf der Halbinsel Kertsch, auf dem Azow'schen Ufer in der Umgebung von Nasyr der Bryozoenkalk oft in einem höheren paleohypsometrischen Niveau angetroffen wird, als die Kalke mit *Cong. novorossica* und der gelbe pontische Sand.

²⁾ N. Andrusow. Aktschagylschichten. Mem. Com. géologique XV, № 4. 1902. p. 18 ff.

Obwohl man in diesem Profil Lagen mit Lanconchylien beobachtet, sind jedoch keine sicheren Spuren einer Unterbrechung vorhanden, so dass ich geneigt bin, dieselben für eingeschwemmt zu halten. Dann kann man hier Aequivalente des Lapidosakalkes irgendwo an der Grenze der M. Caspia—Sandsteine und der untermäotischen Schichten suchen, vielleicht gerade in der Schicht mit den Spirorbisknöllchen.

Auf der gegenüberliegenden Küste des Kaspischen Meeres am Mangyschlak sind die untermäotischen Schichten gut entwickelt und zwar in zwei Facies: erstens als meistens oolitische Kalke mit der Kertscher Fauna (*Dosinia mäotica*, *Modiola volhynica* etc.) und zweitens als weisse kreideartige, conchylienarme Kalke und Mergel mit Lagen eines Wellenkalkes, welcher viele *Coralliodendron* enthält. Man kann die Auflagerung erster Facies auf den oft schön diagonalgeschichteten Kalken mit *Mastra caspia* Eichw. sehen. Man kann auch hier keine Spuren einer Unterbrechung in den Sedimenten bemerken, obwohl der Faunenwechsel sehr scharf ist. Somit findet man hier keine Stützpunkte, um zu entscheiden, wo die genauen Aequivalente des Lapidosakalkes zu suchen sind.

Im Schemachinischen Kreise¹⁾ sind die mäotischen Schichten in Kertscher Facies bekannt, die sarmatischen Schichten, wenigstens in mariner Entwicklung, fehlen. Ich habe hier aber an einer Stelle einen sehr interessanten Aufschluss entdeckt, wo man zwischen den untermäotischen (Kertscher Facies) eine unregelmässige Ablagerung des Membraniporakalkes beobachtet.

Dieser Aufschluss liegt einige Kilometer östlich von dem Dorf Marasy auf dem Marasyplateau. Hier in einer Schlucht südlich von der Hauptstrasse Marasy—Baku, beobachtet man vertikal stehende mäotische Schichten, welche von Süden nach Norden eine folgende Schichtenfolge darstellen:

1) Serpulitkalke mit *Congeria panticapaea*.

2) Eine Wechsellagerung der Serpulite und des Muschelkalkes mit *Ervilia minuta* Sinz., *Hydrobia* sp. und *Mohrensternia*. In einer dieser Schichten habe ich auch *Modiola volhynica* var. *minor*, *Syndesmia tellinoides* Sinz., *Cardium* sp. etc. gefunden.

3) Darunter liegt eine dünne, sehr unregelmässige Schicht (etwa 2 dcm.), welche aus *Membranipora lapidosa* Pall. besteht.

4) Die weiter (tiefer im bathrologischen Sinne) aufgeschlossenen Schichten liegen ziemlich unregelmässig. Zuerst sieht man eine Wechsellagerung des Muschelkalkes mit dünnen Lagen eines feingeschichteten feinporösen Kalkes. Einzelne „Blätter“ dieses Kalkes messen nicht mehr als 2 mm. An der Basis dieser Wechsellagerung liegt:

5) eine Breccie aus Stücken dieses Kalkes.

¹⁾ Andrusov. Geologische Untersuchungen im Distrikt Schemacha im Jahre 1911. Bull. Com. géol. XXXI, N 3. 1902. Dépôts tertiaires du Distrikt de Chemakha. Ibid. XXXIII. 1904. N 90.



Fig. 59.
Der mäotische Fel-
sen östlich von Ma-
rasy, beschrieben auf
der Seite 110.



Fig. 60.
Concetrischschalige Massen
feinporösen Kalksteins des
mäotischen Felsens, Fig. 59.
Siehe p. 111 (7).

6) Dann findet man einen grauweissen Muschelkalk mit ziemlich grossen *Modiola volhynica* Eichw. *Lucina pseudonivea* Andrus, *Venerupis Abichi* Andrus. sowie kleinen Colonien der *Membranipora lapidosa* Pall.

7) An der Basis des Profils liegen sonderbare halbsphärische Bildungen, welche aus demselben feinporösen und feinblättrigen Kalke bestehen und welche, so zu sagen, grosse zerschlagene Eierschalen erinnern. Auf der Innenseite sind diese „Schalen“ hohl¹⁾. Diese Innenseite zeigt merkwürdige Erhöhungen, welche die Regelmässigkeit der Schalen stören und von dem Vorhandensein besonderen Körper abhängen, welche durch ihre dunklere Farbe sich auszeichnen und sehr viele sich schlängelnde Canäle enthalten.

Man sieht hier also eine Membraniporakalkschicht inmitten der unzweifelhaften untermäotischen Schichten und man könnte diese Thatsache als ein Beweis des untermäotischen Alters des Lapidosakalkes deuten.

Ein solcher Schluss aber wäre übereilig. Die Lagerungsverhältnisse auf der Halbinsel Kertsch weisen deutlich darauf hin, dass der Lapidosakalk gerade an der Grenze der oberarmatischen und der unterarmatischen Schichten liegt, dass der Hauptmasse des Lapidosakalkes solchen Schieferthone entsprechen, welche noch nicht die Fauna der mäotischen Stufe enthalten. Nur die Krusten der jüngsten Bryozoenbauten (*Nasyr* etc.) entsprechen den tiefsten untermaeotischen Niveaus.

Die Bildnerin der Lapidosariffe, die *M. lapidosa* Pall. lebte aber auch später. Kleine Colonieen derselben findet man kriechend auf ganz kleinen Congerien in den oberen mäotischen Schichten von Kertsch. Unlängst entdeckte ich eine kleine kriechende Colonie von *Membr. lapidosa* Pall. auf einer *Didacna* cf. *novorossica* aus den unterpontischen Schichten vom Medweğje (Gouv. Stavropol), welche ich zusammen mit *Congeria galisgensis* nov. sp., *Dreissensia simplex* Barb., *tenuissima* Sinz. s. str., *Prosodacna littoralis* und anderen unterpontischen Arten (Formen des Odessaer Kalkes) in dem mir von Herrn S. A. Gatujew überlassenen Material gefunden habe. Endlich bildet dieselbe Art kleine unregelmässige knollenförmige Anhäufungen in den sog. Bakuschichten der Insel Öeleken (nach A. P. Ivanov, siehe darüber weiter). Auf diese Weise ist die Möglichkeit des Auftretens kleiner riffartiger Lapidosabauten auch in Horizonten, welche jünger sind, als das von Kertsch und Taman, nicht ausgeschlossen.

Geotektonische Verhältnisse des Membraniporakalkes auf den Halbinseln Kertsch und Taman.

In diesem Capitel gehen wir zu der schwierigen Frage über die grosse ringförmige Rücken des Membraniporakalkes, wie sie uns in dem elliptischen System von Aktaş, in dem fast cirkelförmigen Ring von Kasantip, in der grossen Halbellipse von Üegene und in dem Halbkreis des Popov Kamenj vorliegen. Abich hielt diese und andere Bildungen für echte Atolle und bildet als Beispiel die kleine Halbinsel Kazantip, welche in der That eine frappante Aehnlichkeit mit einem Atolle darbietet. „Das in den wesentlichsten

¹⁾ Siehe Fig. 60, p. 111.

Beziehungen den physikalischen Anforderungen entsprechende Beispiel eines Lagunenriffes oder Atolls bietet sich hier (d. h. an der Nordküste der Halbinsel Kertsch) bei der Beobachtung in dem Kranze von Hügeln und klippenartigen Escharabauten dar, welche die Thalränder des sehr komplexen, aber regelmässigen Systems des grossen länglich elliptischen Erhebungsgebietes krönen, dessen ostwestliche Längsaxe vom Ufer der Meerenge unweit Jenikale an mit einer Längenausdehnung von 40 Werst sich bis zum Golf von Kasantip erstreckt. Ein anderer Fall einer in gleicher Weise den Grundzügen eines Erhebungsthalcs folgenden Atollbildung ist in den langen Klippenreihen gegeben, welche von dem Scheitel des Mithridates-Berges bei Kertsch und von der demselben südlich gegenüberliegenden... Akburun-Höhe sich convergierenden gegen Westen ziehen und das flache, zugespitzte elliptische antiklinale Thal von Djerjava in dieser Richtung abschliessen. Das vollkommenste Beispiel für die hier in Rede stehenden orographischen Formen der Atolle beginnen in 55 Werst gerader Entfernung von Jenikale im Vorgebirge Kasantip... Orographische Formen, wie diejenige des Atolls von Kasantip, werden... südwestlich von demselben noch zweimal angetroffen. Die erste ist das länglich elliptische Lagunenriff von Aktasch... Das andere Mooskorallensystem von 10 Werst Länge ist als ein solches, ungeachtet seiner weniger einfachen Gliederung, dennoch sehr deutlich in den felsigen Berggruppen von Kutschuk Schamai ausgeprägt" (Hier wird ohne Zweifel die Rede von Kutschuk Mamai geführt). So äussert sich Abich.

Was gegen die Atollnatur dieser aller Bildungen spricht, das ist ihre unverkennbare Abhängigkeit von der Geotektonik der Halbinsel. Alle gut entwickelte Ringkämme des Bryozoenkalkes sind, ebenso wie alle übrigen ringförmigen Kämme der Halbinsel, nur Theile von antiklinalen Falten.

In meinem Buche „Geotektonika Kerienskago poluostrova“ (Die Geotektonik der Halbinsel Kertsch) habe ich die Grundzüge der Geotektonik und der Geoplastik (Geomorphologie) der Halbinsel Kertsch geschildert. Wir entnehmen aus demselben Folgendes.

Die Halbinsel Kertsch ist ein ausgeprochenes Faltenland. Die Falten sind meistens schwach und theilweise sehr regelmässig. Nur in einigen Gegenden bemerkt man verwickelter gebaute Theile, mitunter in Folge ungenügender Aufschlüsse schwer zu deutende. Die Falten streichen hauptsächlich in zwei Hauptrichtungen: in der beinahe ostwestlichen, mit kleinen Abweichungen gegen Süden und Norden und in der beinahe NO—SW-lichen. Andere Richtungen kommen sehr selten vor. Die erste Richtung kommt hauptsächlich in der nördlichen Hälfte der Halbinsel, die zweite in dem SO-lichen Viertel vor. Die Falten der nördlichen Hälfte sind mehr oder weniger ausgeprochen elliptisch, wobei die relative Länge dieser Ellipse nicht sehr bedeutend ist. Die am meisten ausgezogene von dieser Falten ist jene von Karmyš-keleci (Verhältniss der Axen 6,5:1). Viele Falten sind hier sehr kurz (domartig oder brachyantiklinal), so zum Beisp. ist das Axenverhältniss der Antiklinale von Kazantip nur 2:1. Die Verwerfungen sind in diesem Gebiete sehr selten. Jedenfalls ist am Südrande des Gebietes eine ziemlich ausgedehnte Verschiebung bekannt. Die südwestnordöstlichen Falten des SO—lichen Viertels der Halbinsel sind engér und regelmässiger, als die der nördlichen Hälfte, ihr Parallelismus ist stren-

ger. In geomorphologischer Hinsicht treten die Falten beider Gegenden auch etwas verschiedenartig hervor.

Während die Synklinalen des SO-lichen Viertels meistens als Synklinalplateaus oder Synklinalberge auftreten, stellen die Synklinalen der N-lichen Hälfte der Halbinsel meistens Ebenen oder vertiefte Cuvetten, zwischen welchen Antiklinalsysteme hervortauchen, meistens in der Gestalt einfacher (Aktaš, Kazantip) oder doppelter (Karalar-Öegene) Ringwälle, welche ebenso einfache oder complicirtere Antiklinalthäler umgeben.

Ebenso verschieden verhält sich in der Bodengestaltung auch der Membraniporakalk. Im SO-lichen Viertel tritt er entweder isolirt, oder als eine Randbordüre des Synklinalplateaus, während man ihn in der nördlichen Hälfte in Gestalt von einfachen oder ringförmigen Kämme sieht.

Die ringförmigen Kämme des Bryozoenkalkes bieten in der tektonischen Hinsicht keinen Unterschied im Vergleich mit den ringförmigen oder sonstigen Kämmen anderer Gesteine, welche keineswegs riffartig sind. Die zierlichsten Ringwälle bildet der deutlich geschichtete Tschokrakkalkstein. Beispiele dieser Antiklinalringkämme stellen die Ellipsen von Toganaš (Fig. 61), von Ğanlugar, von Ğumasch-Takyl und Ğokur-seit-eli vor. In diesen Fällen kann kein Zweifel bestehen, dass diese Bildungen bloss ein Werk der Erosion sind: es sind durch die Wirkung des fließenden Wassers ausgearbeitete Antiklinalsättel.

Die allgemeine topographische Aehnlichkeit dieser unzweifelhaft tektonischen Ringwälle mit ebenso ringförmigen Bryozoenkalkbildungen wie Aktaš und Kazantip macht auch wahrscheinlich, dass auch die letzteren ebenso tektonische Erscheinungen sind und keine Atolle.

Man kann aber noch eine Vermuthung machen: die ring- und halbringförmigen Membraniporakalkbildungen sind keine Atolle im echten Sinne des Wortes, d.h. sie haben sich als solche nicht auf einer ebenen Unterlage gebildet, sondern haben schon vorhandene tektonische Formen benutzt und indem sie sich an schon vorhandene Formen angepasst haben, haben sie die in Rede stehende ringförmige Gestalt erhalten. Mit anderen Worten: die Membraniporakalkbauten bildeten sich an den Rändern der in Gestalt der Insel oder der seichten Stellen emportauchenden Antiklinalen. Es waren also eine Art Randriffe oder Saumriffe.

Es sind in der That einige Thatsachen vorhanden, welche darauf hinweisen, dass die Faltung auf der Halbinsel Kertsch schon vor der Bildung des Membraniporakalkes angefangen hat. Man kann behaupten, dass während der Ablagerung des Tschokrakkalkes, der Spaniodonschichten, der untersarmatischen dunklen Thone und der verschiedenartigen mittelsarmatischen Schichten das Meer die ganze heutige Fläche der Halbinsel bedeckte. Das südwestliche Viertel der Halbinsel besteht fast ausschliesslich aus den unteren dunklen Schieferthonen (Oligocän und unteres Miocän), welche durch röthliche quaternäre Thone bedeckt sind. Nur am Südrande dieser Ebene, welche das SW-liche Viertel der Halbinsel darstellt, erscheinen quaternäre marine Muschelbänke (Karangat), Tschaudaschichten und weisse paleogene Mergel (Djurmenj und Karangat). Jedoch weisen kleine Erosionsreste des sarmatischen Nubecularienkalkes bei Schlammvulcan Dğautepe und Bruchstücke des Tschokrakkalkes und der Spaniodongesteine in den Auswürflingen von Dğautepe darauf hin, dass diese Bildungen viel weiter nach Süden reichten, als jetzt.

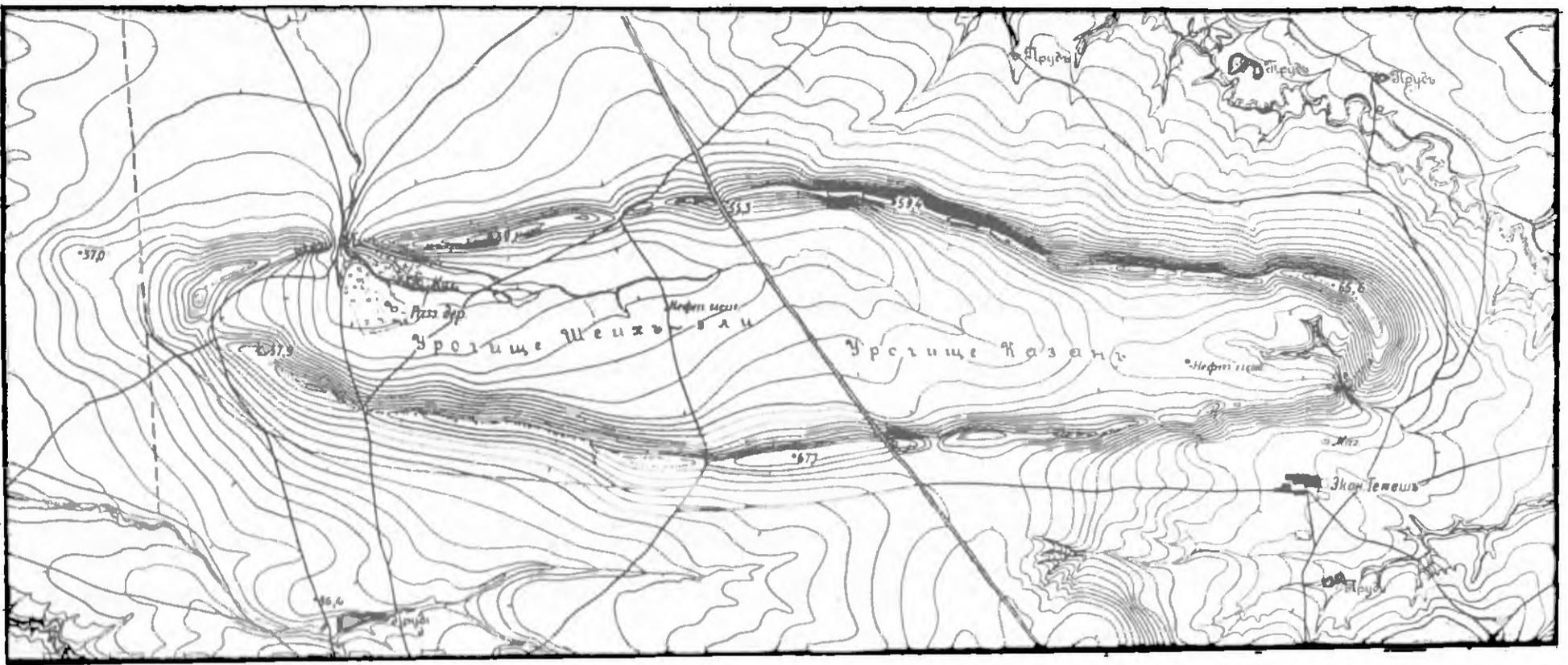


Fig. 61. Der elliptische Ringwall des mittelmiocänen Tschokrakkalkes von Toganas. In der Mitte oligocäne Schieferthone, von aussen untersarmatische Thone.

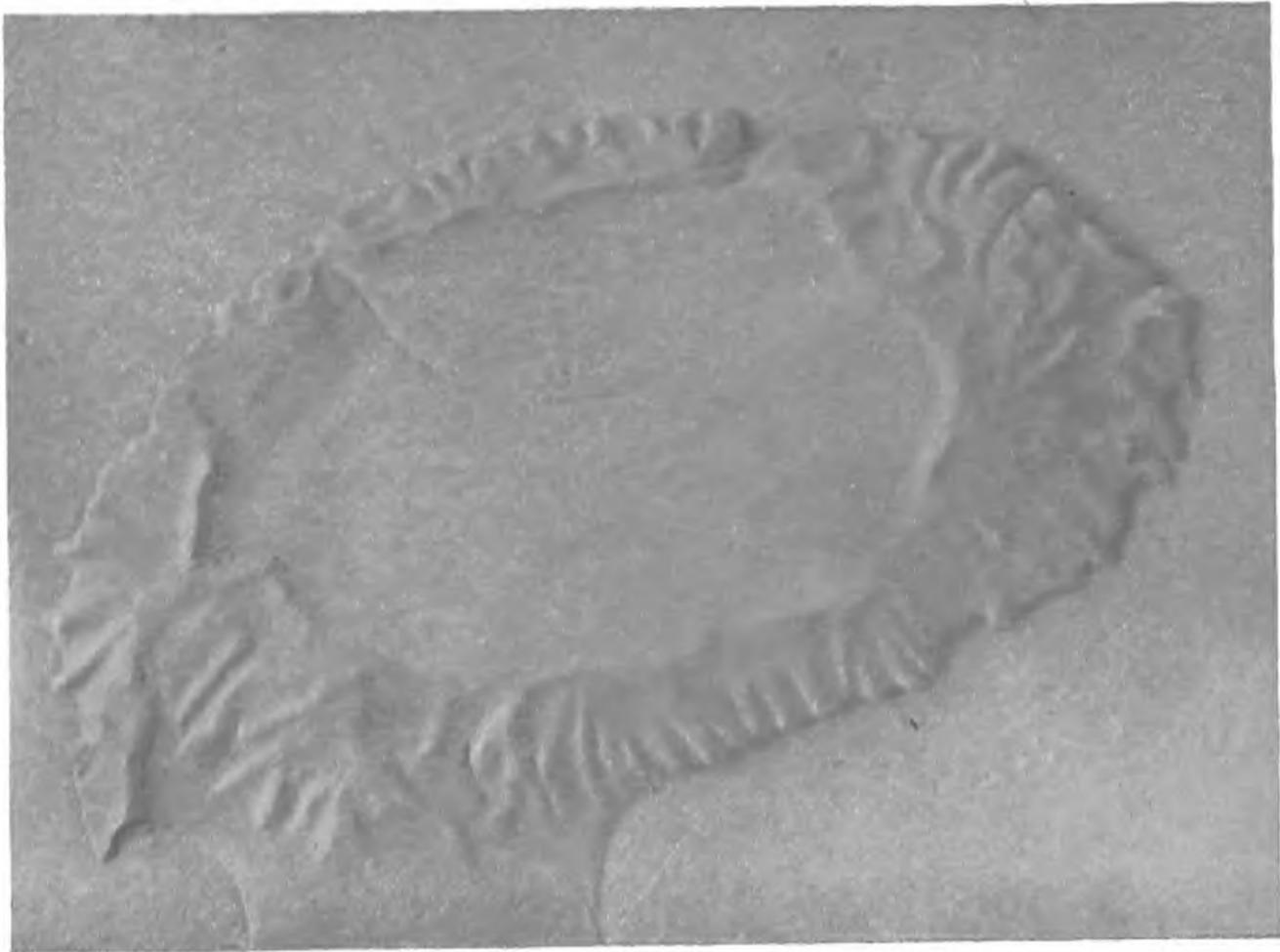


Fig. 62. Der Ringwall des Lapidosakalkes. Halbinsel Kasantip. (Vergleiche die Karte, Fig. 15, p. 26). In der Mitte des Kesselthales sarmatische Schichten (c, b, a). Nach einem Gypsrelief.

Alle Schichten von den unteren dunklen Thonen aufwärts bis zu den mittleren sarmatischen Schichten liegen, so viel man sieht, vollkommen concordant. Diese Schichtenserie bildete sich also auf einem keiner bedeutenden Faltung unterworfenen Meeresboden (eine schwache langsame Faltenbildung kann bei heutiger Lage unserer geologischen Kenntnisse von der Halbinsel Kertsch nicht constatirt werden).

Ebenso concordant liegen auf den mittleren sarmatischen Schichten auch die oberen sarmatischen Bildungen. Doch ist ihre Verbreitung beschränkter, als die der tieferen tertiären Ablagerungen. Wie schon in der Einleitung erwähnt ist, findet man obersarmatische Schieferthone nur in den peripherischen Theilen der Halbinsel, und nämlich auf der Nord— und Westseite. Im Centrum der Halbinsel und im Südwesten derselben fehlen dieselben.

Diese Gegend, welche nicht nur von den oberen sarmatischen Schichten, sondern auch von mäotischen und pontischen Ablagerungen frei ist, ist auch in mehreren Hinsichten bemerkenswerth.

Die Grenzen dieses Gebietes stellen annähernd eine parabolische Gestalt, deren Axe sich etwa in der Richtung von SW nach NO hinzieht, beiläufig durch Petrovsk und Kez.

Die Sedimente im Inneren der parabolischen Gegend und ausserhalb derselben zeigen manchmal bemerkenswerthe Unterschiede. So findet man Spirialisgesteine inmitten des Tschokrakkalkhorizontes nur ausserhalb derselben, und während im Centrum der Halbinsel (zum B. bei Petrovsk) dieser Horizont in der Art von Kalksteine entwickelt ist, geht derselbe im SW-ten der Halbinsel in thonige Gesteine über. Ebenso findet man Lagen mit *Ervilia podolica* nur innerhalb des parabolischen Gebietes. Dasselbe ist auch das Verbreitungsbezirk der klastischen (Detritus-) kalksteine und der Sande in mittelsarmatischen Niveaus, während ausserhalb Mergel, Thone und Vinculariakalke zu Hause sind.

Alle diese Erscheinungen weisen darauf hin, dass inmitten des parabolischen Gebietes immer geringere Tiefen existirten, als ausserhalb. Es war also eine Wölbung des Meeresbodens vorhanden, welche etwa (nicht ganz genau) in der Richtung des taurischen Gebirges lag. Es ist wohl möglich, dass das die erste Anlage der späteren Faltenbildung war.

Es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass während der Ablagerung der obersarmatischen lichten Schieferthone diese Wölbung schon aus dem Wasser emportauchte und dass sogar um dieselbe Zeit einige kleinere Falten vorgezeichnet worden sind, dazwischen jene Falten, welche jetzt als die Systeme von Kuçuk-Mamai, Aktaş, Kazantip und Üegene-Jenikale dastehen.

Ich habe seinerzeit¹⁾ einen merkwürdigen Aufschluss beim Leuchthurm von Jenikale entdeckt und beschrieben, welcher zu denken gibt, dass während der Bildung des Membraniporakalkes wenigstens ein Theil des Bodens des sarmatischen Meeres im Gebiete der Halbinsel Kertsch schon der Denudation unterworfen wurde. Dieser Aufschluss ist auch in dieser Abhandlung auf der Seite 38 beschrieben. Er befindet sich bei dem Leuchthurm von Jenikale und wir sehen in demselben unter dem Membraniporakalk einen Conglomerat der thonigen Sphaerosideritgeröllen, bestehend aus einem

¹⁾ Geologische Untersuchungen im Kuban'schen Gebiet. 1899, p. 206.

Gestein, welches sehr an die Sphaerosideritconcretionen in den untersarmatischen dunklen Thonen erinnert.

Diese Thatsache macht wahrscheinlich, dass während der Ablagerung des Membraniporakalkes der theilweise trockengelegte sarmatische Meeresboden schon der Erosion unterworfen wurde. Indem ich im Jahre 1899 diesen Aufschluss beschrieb, äusserte ich mich darüber folgenderweise: „Vielleicht wäre es frühzeitig aus dieser Thatsache irgendwelche weitgehende Schlussfolgerungen zu ziehen, jedenfalls führt dieselbe zu folgenden Voraussetzungen. Zur Zeit der Ablagerung der lichten Schieferthone und den Cementmergeln mit *Maetra caspia* fing in dem Gebiet der heutigen Halbinsel Kertsch die Faltenbildung an, in Folge deren sich flache Antiklinalen gebildet haben, theilweise aus dem Wasser empor-tauchend, theilweise seichte Stellen im sarmatischen Meere bildend. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Centraltheil der Halbinsel ganz trocken gelegt wurde, worauf nicht nur die vollständige Abwesenheit der oberen sarmatischen Horizonte, sondern auch der Charakter der sarmatischen Kalksteine der Mulde von Petrovsk (diagonal geschichtete feindetritale Kalksteine), welches an die Ablagerung in der unmittelbaren Nähe von der Wasseroberfläche hinweist. Diese Erscheinung musste, selbstverständlich gleich zur Zerstörung der hervortretenden Theile der Falten führen, wie durch die atmosphäerische Erosion, als auch durch Wirkung der marinen Abrasion. Alle der Zerstörung unterworfenen Gesteine waren weiche lockere Sande und weiche Mergel, theilweise lockere Muschelbildungen, welche sich nur später am Festlande in dichtere Kalksteine verwandelt haben. Stellenweise konnten die Rücken der Antiklinalen, besonders in Folge der combinirten Wirkung der Erosion und Abrasion, bis zu den untersarmatischen Thonen zerstört werden und die in ihnen sich befindenden Sphaerosideritconcretionen konnten das Material zur Bildung der Gerölle geben, welche wir unter dem Membraniporakalk des Leuchthurmes beobachten. Vielleicht könnte diese Hypothese mehrere interessante Erscheinungen der Geologie der Halbinsel Kertsch erklären. Erstens würden wir auf diese Weise die eigenthümliche Verbreitung des Bryozoen-(Membranipora)-kalkes auf der Halbinsel Kertsch verstehen. Führen wir eine Linie durch folgende Lokalitäten der Halbinseln: Akmanaj, Nasyr, Taşlyjar, Adgi-eli, Kitaj, Dgankoj, Ortel, Marjewka, Čokur-kojaš, so erhält man eine fast parabolische Linie, innerhalb welcher weder oberarmatischen Bildungen, noch Bryozoenkalk und mäotische Schichten sich finden, während ausserhalb der Linie dieselben regelmässig entwickelt sind. Das innere Gebiet zeichnet sich noch dadurch aus, dass hier Orte vorkommen, wo die pontische Stufe und die höher folgenden Eisenerzschichten direkt und diskordant auf den mittelsarmatischen (Siebenbrunnen, Dgancéra) oder sogar auf älteren Ablagerungen (Konček) liegen. Diesen Umstand kann man selbstverständlich dadurch erklären, dass für das innere Gebiet nach der Bildung der Abtheilung *d* die continentale Epoche begonnen hat, sowie durch die spätere Denudation aller dazwischen liegenden Ablagerungen. Jedoch, wenn man auch das Verschwinden der gewöhnlich weichen Gesteinen der Abtheilung *c* dadurch erklären konnte, wäre es merkwürdig, dass sogar die kleinsten Spuren der gewöhnlich als Kalksteine entwickelten Horizonte des Bryozoen- und des mäotischen Kalkes fehlen. Mir scheint es deshalb wahrscheinlicher, dass die Abwesenheit des Bryozoen-(Membranipora)-kalkes innerhalb des para-

bolischen Gebietes dadurch zu erklären ist, dass dieses Gebiet während der obersarmatischen Zeit schon Festland geworden ist. Es ist auch wahrscheinlich, dass der Meeresboden ausserhalb der parabolischen Linie Unebenheiten und seichte Stellen (embryonale Antiklinalen) darbot, auf welchen sich hauptsächlich die riffartigen Bryozoenbauten ansiedelten, während sie in den Vertiefungen des Meeresbodens (embryonale Synklinalen) vereinzelter auftraten. Es ist möglich, dass einige der Antiklinalen aus dem Wasser emportauchten und der Erosion unterworfen wurden“.

Selbstverständlich, dass alle diese Betrachtungen noch im Bereich der Hypothesen liegen. Selbst die Vermuthung, dass die Membraniporabauten in der Tiefe der Synklinalen spärlicher werden und sogar verschwinden, hat nur wenige Thatsachen zu ihrem Gunsten.

Man muss darauf hinweisen, dass die Aufschlüsse in der Tiefe der Synklinalen fast fehlen. Die einzige Ausnahme stellt der schon viel besprochene Aufschluss am Ufer des Schwarzen Meeres, zwischen Takilburun und Kazaul. Hier befinden wir uns wenn nicht auf der Synklinalaxe, doch ziemlich nahe von derselben. Die Bryozoenbauten fehlen hier nicht und sind sogar ziemlich bedeutend. Jedenfalls aber sind dieselben genug auseinander zerstreut und stellen keine Continuirlichkeit: zwischen einzelnen grossen Knollen des Bryozoenkalkes liegen ausgedehnte Schieferthonmassen. Dieser Umstand scheint wenigstens theilweise die Vermuthung zu bestätigen, dass die Bryozoenbauten gegen die Tiefe der Synklinalen weniger bedeutend werden.

Einen ähnlichen Aufschluss stellt auch das Ufer der Kertscher Bucht zwischen Novyi Karantin und Kapkany, hier liegt die Linie des Aufschlusses nicht auf der Synklinalaxe, sondern auf dem Südflügel der Synklinale. Hier sieht man auch, dass die Bryozoenbauten etwas zerstreuter liegen als auf den Kammlinien von Jenikale-Adgimuškaj oder von Mithridatesberg. Ein Bohrloch in Jenikale, welches die mäotischen Schichten durchsank und gerade auf der Synklinalaxe lag, traf folgende Schichten:

- | | |
|--|------|
| 1. Baukalkstein mit Einlagen eines „gelben Thones“ (Mergels?) | 15' |
| 2. Thonschichten von gelber, weisser, blauer, lichtgrauer und grünlichgrauer Farbe mit Zwischenlagen von Muschelsand | 16' |
| 3. Bläulichgrauer und blauer Thon mit Sandzwischenlagen | 53' |
| 4. Ein feinkörniger Quarzsand | 2' |
| 5. Bläulichgrauer und bläulichgrüner Thon mit Einlagerungen von Quarzsand . | 170' |

In dem Muster von der Schicht № 4 (19 des Bohrjournals) fand ich kleine Stücke des Membraniporakalkes. Die oberen Horizonten gehören unzweifelhaft der mäotischen Stufe (№ 1 und 2), die Thone № 5 entsprechen entweder der Abtheilung c der sarmatischen Stufe oder sind dem Membraniporakalk äquivalent. Der letztere ist hier wahrscheinlich auf eine dünne Lage reducirt. Ganz ähnliche Erscheinungen würde ein Bohrloch darstellen, welches man zwischen zwei felsigen Vorsprüngen am Ufer des Schwarzen Meeres zwischen Takilburun und Kazaul anlegen wollte.

Ein anderer Umstand spricht auch zu Gunsten dieser Hypothese: das ist das Verhältniss der kleinen secundären Bryozoenkalkrücken, welche wir auf den Abhängen der grossen primären die Ränder der Antiklinalthäler ausbildenden Rücken finden. Sind es longitudinale

Rücken, dann verlaufen dieselben dem Antiklinalrand parallel, wie man es zum Beisp. bei Öegene beobachtet.

Jedenfalls muss man gestehen, dass alle diese Beweise noch wenig überzeugend sind und dass man sie den zukünftigen Untersuchungen überlassen muss. Es gibt andere Thatsachen, welche wiederum dafür zu sprechen scheinen, dass wenigstens an gewissen Antiklinalen der Bryozoenkalk sich auch in dem Bau des Antiklinalschlüssels (Charniere) betheiligte, was wiederum darauf hinweist, dass die Abwesenheit des Bryozoenkalkes im Inneren der anderen Antiklinalen nicht primär, sondern ein ausschliessliches Werk der Erosion ist. So bildet die kleine Insel des Membraniporakalkes bei Krasnyi Kut augenscheinlich den Scheitel einer kleinen Antiklinale, dann kommen die Bryozoenbauten in dem Rücken von Takylburun an einer Stelle so nahe an die Linie der Bryozoenkalke des Südflügels von der Synklinale Janyštakyl, dass hier eigentlich die Bryozoenkalke fast auf dem Scheitel der Antiklinale zu liegen kommen.

Es ist wahr, dass wir in dieser Frage noch zu keiner endgültigen Entscheidung kommen können, ich fand es aber nicht überflüssig meine Gedanken über diesen Gegenstand auseinanderzusetzen, in der Hoffnung, dass dieselben eine Anregung zu weiteren Untersuchungen geben können werden.

Schon nach der Bildung der Membraniporakalke begannen jene plicativen Dislocationsprocesse, welche ihr Maximum binnen der mäotischen Zeit erreicht haben, jedoch auch später in schwächerem Grade dauerten, wahrscheinlich bis zur Jetztzeit. Ueber diese Bewegungen hoffe ich an einer anderen Stelle zu sprechen.

Geomorphologische Verhaeltnisse des Bryozoenkalkes.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Bryozoenkalkbauten infolge der mäotischen Transgression vollständig von den mäotischen Ablagerungen eingehüllt und begraben und auf diese Weise der Denudation für eine längere Zeit abgezogen waren. Der Umstand, dass die Bryozoenkalkbauten theilweise von den thonigen Sedimenten umschlossen und durch ihre Lagerungsformen von der raschen Infiltration geschützt waren, trug der guten Erhaltung der zoogenen Structur mancher Bryozoenkalkknollen bei.

Am Ende der mäotischen Zeit fing eine intensive Faltung an, dann haben sich die Antiklinalen und Synklinalen der Halbinsel Kertsch und wahrscheinlich der Halbinsel Taman zum ersten Mal deutlich ausgebildet. Die Synklinalen blieben meistens unter dem Wasser, während wenigstens ein Theil der Antiklinalrücken schon sicher ein Festland geworden ist. Ob die Denudation des trocken gewordenen Landes während der pontischen Zeit auch den Bryozoenkalk berührte, bleibt vorläufig unbekannt. Am Ufer des Azow'schen Meeres zwischen Akmanj und Kitenj sieht man deutliche Spuren der Zerstörung der obermäotischen Schichten, die pontischen Schichten enthalten aber keine Gerölle des Bryozoenkalkes. Ebenso findet man keine Gerölle desselben in den kimmerischen Eisenerzschichten, obwohl diese letzteren stellenweise schon ganz deutlich auf einer Erosionsfläche liegen (bei Adgimuska, Konrek etc.). Es giebt aber ein sicheres Anzeichen,

dass während der Ablagerung der Eisenerzschichten die Erosion sich stellenweise bis in die unteren dunklen Thone vertiefte. So liegen die pontischen und die Eisenerzschichten bei Ajmankuju in der nächsten Nähe des Tschokrakkalkes und liegen wahrscheinlich auf dem unteren dunklen Thone. In der Nähe sind keine sarmatischen Schichten vorhanden. Am Konëk-berge am Ufer des Usunlar-salzsees lehnen Eisenerzschichten an den aufgerichteten sarmatischen Kalk¹⁾. An verschiedenen Stellen findet man in den Eisenerzschichten grosse Ansammlungen der Cetaceen—und Phocaknochen. Diese Erscheinung hat auf sich die Aufmerksamkeit von K. Seninski gelenkt, welcher das Vorkommen solcher Anhäufungen an folgenden Punkten notirt: Novyi Karansin (grosse Karriere der Brjanskischen Gesellschaft), Katerless, Buraš, Kamyšburun, Kućuk-jeltigen und Ortel, Mulde Janyš-takyl, Taman, Berg Seleneckago, Gelesnyi Rog. Ich kann noch die Localitäten Ossoviny und Baksy hinzufügen. Herr Seninski glaubt, dass diese Knochen auf primärer Lagerstätte sich befinden, doch kann ich leider dieser Meinung nicht beistimmen: die Knochen gehören denselben Arten, wie die der sarmatischen Stufe und zeigen Spuren einer, wenn auch geringer Abrollung. Ich glaube, dass dieselben aus den Schieferthonen *c* ausgewaschen und in dem eisenhaltigen Schlamm Boden der kimmerischen Golfe und Becken abgelagert wurden. Damit stimmt auch der Umstand, dass die Knochen in grösseren Massen am Rande der Synklinalen vorkommen, wie zum Beisp. bei Katerless, Baksy und am SW-lichen Ende der Janyš-takyl-Mulde. Es ist und bleibt dabei aber merkwürdig, dass in den Eisenerzschichten keine Gerölle des Bryozoenkalkes vorkommen. Als Erklärung kann vielleicht der Umstand dienen, dass die pontischen und kimmerischen Gewässer wenigstens auf der Halbinsel Kertsch mehrere ruhige Buchten und Kanäle bildeten, wo die Brandung äusserst schwach war. In den kimmerischen Schichten fehlen sogar sandige Ablagerungen. Muscheln kommen oft mit doppelten Schalen vor. Deshalb geschah die Zerstörung der Ufer durch die marine Denudation in geringer Masse. Auch bestanden die Ufer meistens aus weichen lockeren Gesteinen. Der Transport der Materialien wurde nur durch kleine Bäche bewirkt.

Jedenfalls begann die Ausarbeitung der Reliefformen der Halbinsel Kertsch und Taman schon am Ende der Pliocänzeit.

Da der Horizont des Bryozoenkalkes auch in den Faltungen theilgenommen hat, so erzeugte die Erosion ebensolche steinige isoklinale Rücken des Bryozoenkalkes, wie dieselben auch die sarmatische und die Tschokrakkalke hervorrufen. Man sieht bald lange lineare, bald bogenförmige, manchmal fast geschlossene elliptische Rücken. Dabei ist der

¹⁾ Ich kann noch eine bisjetzt unpublicirte Thatsache erwähnen, welche beweist, dass die heutigen Antiklinalthäler schon theilweise noch in vorkimmerischer Zeit ausgearbeitet waren. Mein Assistent, M.V. Bajrunas hat während seiner Arbeiten auf den Naphtabohrungen von Kutük-Tarchan unter Führung des Herrn Farkač (Gut von Fürst Trubezkoj) entdeckt, dass am Ufer des Azow'schen Meeres, welches sich hier als ein Golf tief in das Herz der Antiklinale von Tarchan einschneidet, Spuren der kimmerischen Schichten mit charakteristischen Fossilien—*Arc. a cardo* etc. horizontal und discordant auf den gestörten oligocänen Schieferthonen liegen.

innere (d.h. von der Seite, wohin die Schichten einfallen) Rand gewöhnlich steil, der äussere flacher. Die Rückenlinie solcher Bryozoenkalkrücken besteht aus dem Bryozoenkalk selbst, sie ist nur selten gerade (westlich vom Solotoj Kurgan im Mithridatesrücken), gewöhnlich zerfällt dieselbe in eine Anzahl konischer steiniger Gipfel (siehe Fig. 63). Der Abhang des Innenrandes besteht aus lichten sarmatischen Schieferthonen, auf welchen nicht selten viele kleinere und grössere von oben herabgestürzte Blöcke des Bryozoenkalkes liegen. In einem grossen Maasstabe beobachtet man Anhäufungen solcher Trümmer am Ost-Abhang des Berges Chronja bei Baksy.



Fig. 63. Eine Partie des Gipfels des Bryozoenkalkrückens,
N. von Baksy, O. von Temir-oba.

Der flachere Abhang besteht gewöhnlich aus den kalkigen mäotischen Schichten, welche sich an den Bryozoenkalk anlehnen. Der letztere ist auch bedeutender auf diesem Abhang entwickelt. Von der Kammlinie oder von den einzelnen auf diese letzte aufgesetzten Bryozoenfelsen zweigen sich kleine transversale Rücken, welche der Böschung abwärts folgen. Es bilden sich auf diese Weise jene hufeisenartige Formen, welche wir so oft an verschiedenen Stellen der Halbinsel Kertsch angetroffen haben, so zum Beisp. bei Čegene, östlich von Bulganak, östlich vom Zarskij Kurgan, am Mithridatesrücken (Zuckerhut).

Sehr merkwürdig sind die Reliefformen dort, wo auf dem äusseren Abhänge (so werden wir weiterhin den mit den mäotischen Ablagerungen bedeckten Abhang bezeichnen, während wir den anderen, aus den sarmatischen Schichten bestehenden als den inneren bezeichnen) die mäotischen Schichten durch Erosion entfernt sind.

Am besten kann man diese Reliefformen an folgenden Localitäten kennen lernen: an der Nordwestseite des Bryozoenkalkwalles von Aktaš, am Kasantip, zwischen Čegene und Misyr. Alle diese Stellen befinden sich am Ufer des Azow'schen Meeres. Ausserdem kann man ebensolche Formen in der Gruppe der Bryozoenfelsen bei dem Dorfe Ču-

rubas̄ beobachten. Die in der Rede stehenden Reliefformen sind äusserst rauh und wild. Von der Kammlinie verlaufen abwärts wurzelförmige Rücken mit steilen Abhängen und einer sehr zerklüfteten Oberfläche. Manchmal verlaufen dieselben schlangenförmig. Als Beispiele solcher schlangenförmiger Rücken kann ich die auf der Fig. 13, *Taf. IV.* abgebildeten Rücken aus der Umgegend von Čegene und Čurubas̄ anführen.

In einfachen Fällen werden solche Querrücken durch Circus oder Amphiteaterähnliche Thäler von einander getrennt, welche sich entweder breit öffnen, oder ist der Ausgang aus denselben verengt. In anderen Fällen befinden sich in der Mitte der amphitheatralischen Thäler einzelne konische Membraniporakalkfelsen, oder geben die Querrücken ihrerseits noch seitliche Abzweigungen, welche die Thäler in eine Anzahl fast abgeschlossener Vertiefungen zergliedern. Solche Gebilde kann man an verschiedenen Stellen beobachten. Ein typisches Beispiel dieser Art stellt das kleine zierliche Thal am südwestlichen Ende des Antiklinalis von Aktaš, in welchem das Gut von Kandyba liegt (siehe p. 23, Fig. 11). Das nordöstliche Ende derselben Antiklinale (Fig. 12) stellt ein echtes Labyrinth solcher Thäler. Ebenso sind die Abhänge des Membraniporakalkrückens der Halbinsel Kasantip und von Čegene (Fig. 15 und 21) gestaltet. Am Kasantip und bei Čegene beobachtet man mehr oder weniger lange secundäre Rücken, welche am äusseren Abhänge des Hauptrückens demselben parallel verlaufen und sich mit den kleinen Querrücken kreuzen. Die Vorstellung von dieser Erscheinung geben die erwähnten Figuren. Schematisch also im Grossen und Ganzen bilden die Rücken des Membraniporakalkes ein Netzwerk, welches wahrscheinlich primitiv abflusslose Vertiefungen enthielt, später aber in Folge der Erosion haben sich Communicationcanäle gebildet. Auch das Hügelssystem von Čurubas̄ ist auf eine ähnliche Weise gebildet.

Zwischen diesem complicirten Bau und dem Hervortreten der Amphiteater ist nur darin Unterschied, dass die Amphiteater dort erscheinen, wo der Membraniporakalk noch mit einer Hülle der mäotischen Schichten bedeckt ist. Dort, wo derselbe ganz (Kasantip, Čegene, Nordabhang der Aktaš-antiklinale) oder theilweise entfernt ist, kommt die complicirte (Netz- oder Maschen-) Structur zum Vorschein.

Es ist selbstverständlich, dass der Bryozoenkalk schon unter der mäotischen Decke einer Alteration unterworfen wurde, dort wo er in einen Contact mit lockeren wasserführenden kalkigen mäotischen Schichten kommt, aber diese Umbildung, dieser Metamorphismus ging mit raschen Schritten dort, wo der Bryozoenkalk durch Denudationsprocesse so zu sagen enthüllt war. Seine lockere poröse Natur gestattete ein rasches und reichliches Eindringen der atmosphärischen Gewässer. Die Oberfläche (Krusten) wurden bald und leicht zerstört. Durch Auflösung des Kalkes und die Uebertragung der Lösungen in das Innere des Kalkes füllten sich allmählig die kleinen Hohlräume und Poren und die ursprünglich leichte und poröse Masse verwandelte sich in einen festen manchmal ungemein dichten Kalkstein. Infolge solcher Verdichtung bildeten sich viele Spalten im Kalkstein, so dass derselbe oft in eine Anzahl grösser Blöcke zerfällt. Die Spalten werden dann an der Oberfläche durch chemische Lösung breiter und deshalb bestehen

manche konische Gipfel aus einer Anhäufung loser Blöcke, wie zum Beisp. die Gipfel, welche auf der Figur. 63 abgebildet ist.

An manchen Stellen (Kazantip, Üegene etc.) findet man grosse Anhäufung wild aufeinander aufgethürmter Bryozoenkalkblöcke, welche auch bedeutende Bergstürze bilden. Diese Zerstörungsprocesse führen zur allmählichen Verwischung der ursprünglichen Formen des Bryozoenkalkes.

Sehr interessante Reliefformen erzeugt die marine Denudation. Die Gestalt der Küstenlinie und des Steilrandes der Küste ist sehr verschieden, je nach dem, ob die Küstenlinie im Streichen oder im Fallen der Schichten verläuft.

Dort, wo die Küste die Antiklinalen und Synklinalen quer zerschneidet, wie es auf beiden Seiten der Meerenge von Kertsch der Fall ist, bilden sich eine Reihe breiter Buchten, welche bald den Mitten der Antiklinalen, bald denen der Synklinalen entsprechen. So liegt die Bucht zwischen Jenikale und dem Leuchthurm von Jenikale dem Antiklinalthal von Jenikale gegenüber, die Bucht von Kertsch besteht aus zwei Theilen, deren nördliche Theil der Mulde von Kertsch und der südliche dem Antiklinalthal von Dđerğava entspricht. Beide sind durch den Vorsprung des Mithridatesberg voneinander getrennt. Weiter südlich folgt die Bucht von Kamyschburun.

Die Vorgebirge, welche diese Buchten von einander trennen, sind gewöhnlich durch das Ausstreichen des Bryozoenkalkes verursacht, welche dann oft pittoresque kleine felsige Caps bilden (Cap Kamyschburun, Cap Tuzla, Barzovka etc.). Sehr oft beobachtet man als Fortsetzung derselben eine lange unterseeische Felsenbank. Besonders interessant zwischen solchen Bänken sind: die felsige Bank, welche sich in der Bucht von Kertsch dem Leuchthurm von Kertsch gegenüber hinzieht und unter dem Namen des genuesischen Molo bekannt ist, dann die lange Bank von Cap Tuzla und die von Cap Panagia (Halbins. Taman¹).

Ganz anders sind die Küsten gestaltet, wenn dieselben aus den der Küste parallestreichenden Schichten gebildet sind. Schneidet dann die Küste fast horizontalliegende mäotische Kalksteine oder ebensolche pontische Schichten, dann sieht man vor sich eine vertikale geradlinige Falaise, wie zum Beispiel jene von Kamyschburun, oder bei der Ruine Akra. Wenn aber in der Zusammensetzung der Küste bei der dem Streichen parallelen oder fast parallelen Lage derselben der Bryozoenkalk theilnimmt, so verändert sich das Bild vollständig. Da der Bryozoenkalk keine zusammenhängende gleichmässige Masse, sondern ein Netzwerk kleiner unterirdischer und oberirdischer Züge darstellt, zwischen welchen weichere Gesteine (geschichtet) liegen, so bilden die Bryozoenkalke eine grosse Anzahl kleiner Caps, zwischen welchen sich ebenso kleine Buchten befinden. So sind die Küsten gestaltet: zwischen Akmanaj und Krasnyi Kut, theilweise von Kazantip, das Ufer zwischen Üegene und dem Salzsee Üokrak und das Ufer zwischen Takylburun und Kazaul (siehe das Kärtchen, Fig. 35, p. 50). Auch die Nordküste der Bucht von Kertsch gehört zu diesem Typus.

¹) Siehe meine „Geologičeskija izsledovanija na Tamanskom poluostrovie“ Taf. IX, Geologische Karte des SW-lichen Theile der Halbinsel Taman

Durch die Lostrennung des Bryozoenkalkes vom Ufer entstehen nicht selten pittoresque Felsen in Meere, wie jene in der Bucht von Kertsch (siehe Fig. 30—32 p. 41 und 42) oder bei Kazaul und Panagia.

Recente Analoga der riffartigen Bryozoenbauten.

Es sind mir in der Gegenwart keine ähnlichen grossartigen Bryozoenbauten bekannt, welche der Grösse nach mit den Kertscher rivalisiren könnten. Jedenfalls zeigt *Membranipora reticulum* L., mit welcher ja nach Pergens unsere *M. lapidosa* Pall. identisch ist, auch jetzt eine Neigung zur Bildung grosser Massen.

Membranipora reticulum gehört, wie es scheint, zu eurybiotischen Formen im weitesten Sinne des Wortes, wie es schon aus ihrer grossen Verbreitung in Zeit und Raum hervorgeht. Sie ist ebenso euryhalin, wie eurytherm, da wir dieselbe im Mittelmeer und im Azow'schen Meere vorfinden. In der Kertschstrasse lebt *M. reticulum* direkt fast gleich unter der Oberfläche des Meeres und hier schwankt die Temperatur von 0° bis 28° C. Der Salzgehalt in den Gewässern der Kertschstrasse verändert sich auch bedeutend, je nach dem Winde.

Es scheint jedenfalls aber, dass die *Membranipora reticulum* ihre üppigste Entwicklung im brackischen Wasser erreicht. In der Bucht von Kertsch, wo der Salzgehalt im Allgemeinen niedriger ist, als im Schwarzen Meere (1,7%) bildet *M. reticulum* grosse Colonien, die in ihren Wachstumsverhältnissen an die inneren Massen der fossilen Bryozoenbauten von Kertsch erinnern. Auch die Grösse dieser Colonien ist, wenigstens im Vergleich mit gewöhnlichen kriechenden kleinen Colonien sehr bedeutend, obwohl sie vor den fossilen nur Pygmaeen sind.

Diese Colonieen wachsen in der Regel auf den hölzernen Pfählen jener zahlreichen Landungsbrücken, welche die Bucht von Kertsch besitzt. Die *Membranipora*colonieen bilden um die Pfähle herum grosse cylindrische Kragen, die etwa 1 Fuss unter dem mittleren Wasserspiegel beginnen und fast bis zum Boden reichen. Die Dicke dieser Kragen ist sehr variabel, je nach dem Alter der Landungsbrücken und der Grosse der Pfähle. An den Pfählen der Landungsbrücke der „Russischen Compagnie der Navigation und

der Commerz am Schwarzen Meere“ erreichen sie eine Dicke von 2—3 Fuss. Die Tiefe ist hier bis 12—13 Fuss, so dass die Bryozoenmassen mehrere Pud wiegen. Die Höhlungen der reichverästelten und

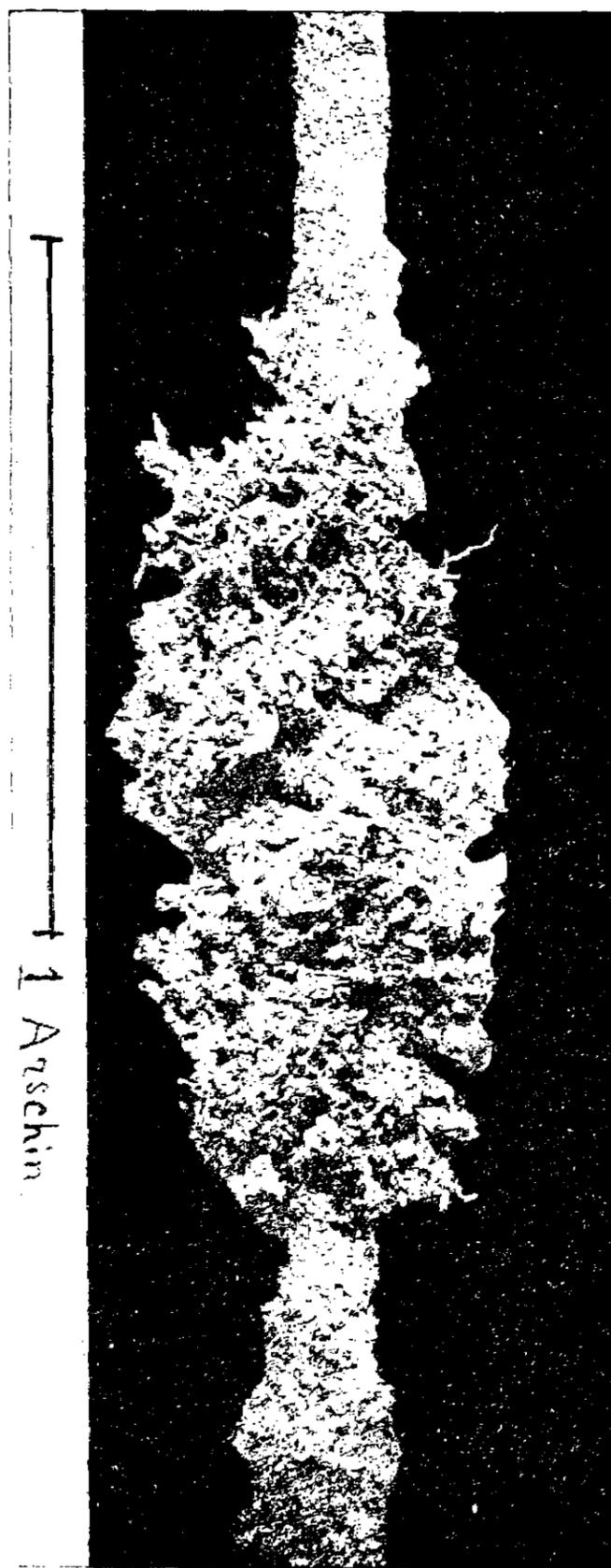


Fig. 45. Ein Pfahl von einer Landungsbrücke von Kertsch mit *Membranipora reticulum* erwachsen.

blättrigen Colonieen dienen gewöhnlich zahlreichen Würmern (Nemertinen, Planarien und Nematoden) als Wohnungen. Die Mollusken sind umgekehrt sehr selten (*Mytilus minimus*) oder fehlen ganz.

Aehnliche grosse Colonieen beobachtete A. Ostroumov während seiner Reise um das Azow'sche Meer herum auf dem Schooner „Kasbek“. Diese Colonieen wachsen hier ebenso auf den hölzernen Stangen, die als Navigationszeichen dienen. Am Boden traf A. Ostroumov *M. reticulum* nur als Incrustationen. Auf einer Stange, die nur ein Jahr im Wasser gestanden war, fand man bei dem Herausziehen eine 7 cm. dicke, regelmässige Kruste, was nach den Berechnungen von Ostroumov einem jährlichen Zuwachs von 2 Pfund trockener Substanz auf jeden Quadratzoll Stangenoberfläche entspricht.

Ein anderes Vorkommniss grosser Colonieen derselben *Membranipora*-art stellen die Lagunen von Comacchio südlich von der Pomündung dar. Dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Directors der geologisch-paleontologischen Abtheilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien, Dr. Th. Fuchs habe ich höchst interessante Stücke eigenthümlicher *Membranipora*concretionen aus dieser Gegend studiren können. Sie bestehen aus ziemlich porösen, aus zahlreichen aufeinandergeschichteten Blättern von *M. reticulum*, besitzen eine knollige Oberfläche und enthalten in zahlreichen Höhlungen Molluskenschalen (eine dünnschalige Varietät von *Cardium edule* und *Syndesmia alba*). Die allgemeine Beschaffenheit dieser concretionartigen Knollen und die Art und Weise ihres Auftretens wird am besten aus dem Briefe des Finders dieser Knollen, eines Herrn S. Fischer an den Herrn Dir. Brezina ersichtlich sein. Indem Herr Fischer über die Sendung „einer Anzahl Kalktuffstücke“, wie er die *Membranipora*knollen nennt, mittheilt, schreibt er: „Diesselben sind ausnahmslos in meiner Gegenwart von kuchenähnlichen Scheiben, wie sie sich auf zwei grösseren Flecken der Lagunen von Comacchio auf deren Grund bilden, abgebrochen und heraufgeholt, mit einer Ausnahme, nämlich eines wespenartigen kleineren Stückes, das ich nebst 2 oder 3 gleich gestaltigen, aber etwas grösseren, die jedoch verloren gegangen sind, in einer der nördlichsten Lagunen der genannten Lagunengruppe, in dem Valle Gallare nach dessen Trockenlegung, vor etwa 7 Jahren selbst gefunden habe.

Was alle anderen, aus den gegenwärtig nochbestehenden Lagunen herrührenden Stücke anbelangt, so sind dieselben auch schon 3-5 Jahre alt und sie haben in dieser Zeit durch Liegen im Freien an ihrer Oberfläche beträchtliche Verletzungen und überhaupt Veränderungen erfahren. Ich hoffte immer noch Gelegenheit zu finden ein frisches Stück heraufzuholen, um ein solches senden zu können und gleichzeitig die Sache eingehender zu studiren. Da meine jetzt stattgefundenene Uebersiedelung nach Venedig hat diese Hoffnung zu einer eiteln gemacht, so hielt ich es noch immer für besser diese älteren Stücke, als gar keine zu senden.

Die erwähnten Kuchen oder Scheiben, von mehr oder minder unregelmässig runder Form, ruhen, wie schon erwähnt, auf der Lagunensohle auf etwa so wie ein sehr verwitterter Mühlenstein. Auf einem kleinen Theil ihrer Dicke sind sie freilich von weichen Schlamme umgeben und in diesem wie eingebettet, doch konnte jemand, der hinabtauchte,

durch den Schlamm hindurch mit der Hand tief unter die Ränder dieser Kuchen greifen und dieselben natürlich bei hinreichender Kraft ganz abreißen. Die Oberfläche der Kuchen liegt $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Meter unter dem mittleren Lagunenspiegel, ihre Dicke mag im Mittel 1 Fuss betragen und auch wenig nach aufwärts oder abwärts von dieser Masse abweichen. Der Durchmesser der Kuchen, soweit man von einem Durchmesser sprechen kann, wird vielleicht von etwa 0,70 bis 2 Meter sein.

Ein jeder solcher Kuchen besitzt in der Mitte ein deutliches, zumeist wohl durch Lagunengewächse und mitunter auch Schlamm etwas verdecktes, rundliches Loch, von ungefähr 0,15—0,30 Meter Durchmesser; und die Fischer, welche mit ihrer Focina—der mehrzackigen Widerhackengabel zum Anstechen der Aale—darin die fettesten Aale zu suchen pflegen, erzählten mir übereinstimmend, dass sie daraus oft die Focina mit daran hängenden schwammigen Holzstücken und überhaupt das Gefühl haben, wie wenn sie in weiches Holz stachen. Sie behaupten darum ebenso übereinstimmend, dass darunter ein Baumstumpf stecke. Selbst sicherstellen konnte ich dies nicht, da ich nie mit Fischern über die Lagunen zu fahren Gelegenheit hatte und überhaupt spät auf diesen Punkt aufmerksam wurde. Die mit der gessamten Bodenoberfläche hinabgesunkenen Baumstümpfe hätten also als Anhalt für den Ansatz der Mollusken und damit gleichsam als Krystallisationkerne für die Kalktuffbildung gedient. Mit dieser Annahme oder, was dasselbe ist, mit der Behauptung der Fischer von einem unter jedem Kuchen befindlichen Baumstumpfe, stimmt nicht bloss das immervorhandene Loch in den Scheiben, das man sich durch Ausmodern des Stumpfkopfes entstanden denken kann, und das Nichtverwachsensein der Kuchen mit dem Lagunengrunde überein, sondern auch ihre Verbreitungsweise. Die Kuchen finden sich nämlich nur in 2 näher dem Festlande zu gelegenen Strecken und zwar nur in je einem Theile der beiden, durch die Provincialstrasse geschiedenen Lagunen Trebba und Mezzano, während sämtliche anderen einzelnen sogenannten Valli des unter dem Namen Lagunen von Comacchio bekannten Lagunencomplexes davon vollständig frei sind, sodass sie also in kaum mehr als etwa dem fünfzigsten Theile derselben (der eine Ausmass von circa 60,000 Hectaren hat) vorhanden sind. In den betreffenden Flecken finden sie sich so verstreut, wie dies einem sehr stark gelüfteten Walde entsprechen würde. Im Volksmunde führen sie den Namen *Sciattaroni*“...

Aus diesen interessanten Mittheilungen kann man ersehen, dass die *Membranipora reticulum* L. eine besondere Vorliebe an grosse Holzstücke zeigt, weil man in den Lagunen von Comacchio, ebenso wie im Azow'schen Meere die umfangreichsten *Membranipora*-Anhäufungen gerade an Holzpfehlen, Baumstümpfen und Holzstangen trifft. Es scheint mir aber dabei, dass hier nicht die Substanz des Holzes selbst, sondern die Form und die Lage der hölzernen Gegenstände die Hauptrolle spielt. Man findet ja die grössten Massen von *Membranipora* an vertical stehenden Holzstümpfen, Pfehlen und Stangen. Die Ansiedelung auf verticalen Flächen hat für Bryozoen einen grossen Vortheil, da sie dieselben in beste Ernährungsverhältnisse stellt. Die Strömungen und Wellen bringen den auf vertical und steil gestellten Flächen wachsenden Bryozoen viel mehr Nahrung, als

denjenigen, welche die auf dem Boden liegenden Gegenständen (Muschel, Steine etc.) incrustiren.

Prof. Ostroumov¹⁾ bemerkt: „Die Vergrößerung der Colonieen von *Membranipora reticulum* L. geht am productivsten in der horizontalen und keineswegs in der vertikalen Richtung“. Als Beleg dazu führt er an, dass an flachen Steinen, zu welchen diejenigen Stangen befestigt sind, welche die oben beschriebenen Massen von *Membranipora* tragen, nur eine unbedeutende runzelige Kruste von *M. reticulum* sich gebildet habe.

Das Auftreten grosser Anhäufungen der Bryozoen setzt selbstverständlich ein reiches Plankton voraus. Vom Azow'schen Meere theilt uns in der That Ostroumov mit, dass es sehr planktonreich ist. Direkte Messungen liegen uns noch nicht vor, doch scheint es, dass das Planktonquantum im Azow'schen Meere viel bedeutender ist, als im offenen Schwarzen Meere.

Fossile riffartige Bryozoenbauten.

I. Permische Bryozoenriffe Thüringens.

Die ältesten mir bekannten fossilen riffartigen Bryozoenbauten sind die von Liebe untersuchten permischen Riffe Thüringens. Nach den Beschreibungen Liebe²⁾ ist das Bryozoenriffgestein von Köstritz (N. von Gera) ein bräunlich gelber Dolomit. Er ist nicht geschichtet, „wohl aber eine Zerklüftung ist zu beobachten“. Es hat eine eigenthümliche Structur. Liebe sagt: „Da die Hornkorallen und andere Thiercolonieen einen sehr unebenen Boden bildeten, schlug sich der Dolomit in vielfach gewundenen kleinhügeligen Linien nieder, wie so mancher in steinigen Bächen abgesetzte Kalktuff“. Von den organischen Einschlüssen enthält das Bryozoengestein: *Fenestella*, *Thamniscus* und *Acanthocladia*, sowie häufig *Terebratula*, *Camarophoria*, *Mytilus*, *Spirifer*, *Arca*, *Avicula*, *Pleurotomaria* etc. Ein Uebergang aus dem Riffgestein in den gleichzeitigen geschichteten Zechsteinkalkstein geschieht vermittelt eines Vorriffgesteins. Dieser Dolomit zeigt schon eine Art Schichtung. „In ihm treten neben einzelnen senkrecht stehenden (Merkmal des Riffgesteins) unverkehrten Korallen (lese „Bryozoen“) auch horizontal liegende Zweige auf“. Ein anderes Vorkommnis im Orlathal bei Neunhofen beschreibt Liebe³⁾ folgendermassen: „Von Neunhofen ab erheben sich thalabwärts in vielfach verborgenen Reihenfolge steil kegelförmige, oben horizontal abgeplattete Dolomitberge 100 bis 150 Fuss hoch über das flachere Thalgehänge und stehen zu den fruchtbaren, freundlich weichen, übrigen Thallandschaft durch ihre zerissenen, kahlen, aller Schichtungslinien baaren Felswände und durch die öden Haufen

¹⁾ Otčet ob učastii v naučnoj pojezdkie po Azovskomu morju na transportje „Kasbek“. Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. Supplement № 6, Vol. LIX. 1892, p. 8 p

²⁾ Th. Liebe. Das Zechsteinriff von Köstritz. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. IX, 1857, p. 420.

³⁾ Id. Erläuterungen zur geol. Specialkarte von Preussen und d. Thüringischen Staaten. Blatt Neustadt, 1881, p. 12.

grauer Gesteintrümmer zu ihren Füßen in wunderbar schönem Contrast. Diese wunderlichen Plateauberge... sind nichts anderes als die Reste eines Zechsteinbryozoenriffes, welches einst als Canalriff die Südküste des Zechsteinmeeres auf mehrere Meilen Erstreckung einsäumte... Sein Gesteinsmaterial schlug sich nieder zwischen den dicht beisammenstehenden noch heute aufrechten, verzweigten Stämmchen von verschiedenen, gesellschaftlich lebenden Fenestellen, Acanthocladien und Phylloporen und kam so nicht zur Entwicklung der normalen Schichtung. Nur nesterweise, möchte ich mich ausdrücken, findet sich eine Art Parallelstructur des Niederschlages, der aber fast an die des Kalktuffes erinnert und eine Ablagerung in kleinen, von Bryozoen freien Lücken des Riffs darstellt. Dass unter dem Schutz des verbogenen Polypenäste wie unter einem Dache gegen Dolomitmiederschlag geschützte Hohlräume entstehen müssten, ist von vornherein ersichtlich, und in der That zeichnet sich der Bryozoendolomit durch eine Anzahl von Hohlräumen aus, welche im Gegensatz zu den rundlichen, an Gasblasen erinnernden Formen der übrigen Dolomithohlräume des Zechsteins, sehr rauh und verworrenflächig und tiefwinkelig sind und fast ausnahmslos der drusigen Auskleidung entbehren“.

Leider fehlen uns nähere detaillirtere Beschreibungen dieser interessanten Bildungen, um eine nähere Parallele zwischen denselben und unseren Bryozoenbauten von Kertsch zu ziehen. Jedenfalls scheinen die Structur- und Lagerungsverhältnisse des permischen Bryozoendolomites zu Gunsten ihrer Riffnatur wohl sprechen.

J. Walther („Geologische Heimatskunde Thüringens, 2-te Auflage“. 1903, p. 191) schreibt über thüringische Bryozoenriffe Folgendes: „Blicken wir thalabwärts (Orlathal), so sehen wir im Zechsteingebiet jene ganz charakteristische Kette isolirter Berge den Fuss der Schieferhöhen mit felsigen Steilgehängen und horizontaler Oberfläche, die von Könitz über Ranis bis zur Altenburg bei Pässneck ziehen und die Riffacies des unteren und mittleren Zechsteins darstellen. Der graugelbe Dolomit ist vielfach krystallinisch dicht und von kleinen und grossen Höhlungen durchzogen. Versteinerungsreiche Dolomite greifen mantelförmig an seinen Flanken hinab und enthalten mancherorts überraschende Menge von Meeresthieren, Schalen von *Strophalosia*, *Arca*, *Avicula*, *Gervillia*, *Edmondia*, *Camarophoria*, und *Terebratula* erfüllen oft das Gestein. Dazwischen spinnen sich die gelben Aeste von *Acanthoclalia* und *Fenestella retiformis* bildet zierlich gefaltete Trichter. Die Stieglieder von *Cyathocrinus* liegen oft massenhaft herum, und Ueberreste des kleinen Seeigels *Eocidaris* sind nicht allzu selten. Wegen der Häufigkeit von Mooskorallen hat man das Gestein als Bryozoendolomit bezeichnet, aber der eigentliche Gesteinsbildner ist ein räthselhafter Organismus, *Spongia Schubarti*; seine warzigen Knollen erreichen einen Durchmesser von 1 m. und zeigen an günstig angewitterten Flächen einen feinblättrigen Aufbau“.

II. Die untersarmatischen riffartigen Bryozoenbauten.

Als ein langer Barriereriff des Bryozoenkalkes war lange Zeit der sogennate Zug der Mjodoboren oder Toltry bekannt. Dieser Zug beginnt in Galizien, wo er, eigentlich unter dem Namen von Mjodobory bekannt, bei Dorf Podkamien unweit von Radzivilov und

tritt in das russische Gebiet bei Gusiatin ein. Von hier zieht sich der Toltryrücken durch Podolien bis Kitai-gorod am Dniestr, erscheint dann jenseits des Flusses, bei Chotin in Bessarabien und zieht sich gegen Prut, wo der Toltrakalk zuerst am Ostufer der Dniestr sich zeigt und dann bei Stefanesci auf die rumänische Seite hinübergeht. Die südliche Verbreitungsgrenze des Toltryrückens in Rumanien ist Stanca bei Stefanesci¹⁾).

Nach Michalski ist die Länge des Toltryrückens über 250 Kilometer. Dieser Rücken hebt sich nicht selten bis 200 Fus über der umgebenden Ebene, ist sehr felsig und bietet einen sehr complicierten Relief dar: bald stellt er eine Reihe kleiner miteinander gebundener Rücken, bald besteht er aus vielen kegelförmigen Hügel, welche ohne Ordnung liegen. Ihre Gipfel sind mit ruinenartig aufgehäuften Kalktrümmer bedeckt.

Früher glaubte man, dass es hier sich um eine Abzweigung der Karpathen handelt. Barbot-de-Marny hat aber nachgewiesen, dass Toltry aus einem Kalkstein bestehen, welcher gar nichts mit karpatischen Gesteinen zu thun hat. Er constatirte auch, dass der Totrakalk stellenweise aus einer Anhäufung von Bryozoen besteht. Es kommen auch manchmal viele sarmatische Conchylien und Serpeln vor. Dieser Umstand führte Barbot-de-Marny zum Schluss, dass Toltry nichts anderes als ein sarmatisches Bryozoenriff seien.

Die Bestätigung der Riffnatur des Toltrakalkes schienen die Untersuchungen der österreichischen Geologen in Galizien gebracht zu haben (Hilber, Teisseyre), insbesondere von Teisseyre. Dieser Autor hat nachgewiesen, dass der „Pleuroporakalk“, wie er den Toltrakalk bezeichnet (weil vermeintlich aus *Pleuopera lapidosa* Pall. bestehend), im gleichen Niveau mit den sarmatischen Sanden liegt. Man sieht namentlich an einigen Stellen den Pleuroporakalk, in den anderen sarmatische Sande auf den mediterranen Schichten. Beide Bildungen, der ungeschichtete massive Pleuroporakalk und die geschichteten Sande sind also gleichzeitig, sind isopische Bildungen. Schon dieser Umstand, sowie hypsometrische Verhältnisse des Pleuroporakalkes, welcher immer im höheren Niveau auftritt, als die Sande, spricht zu Gunsten dieser Erklärung. Auch ist es Teisseyre gelungen an einer Stelle den unmittelbaren Contact von Pleuroporakalk und der sarmatischen Sande zu beobachten. Die Grenze zwischen beiden war ganz steil, fast vertikal. Im sarmatischen Sand waren Blöcke von Pleuroporakalk eingebettet, während im Pleuroporakalk seinerseits Linsen von Sandstein vorkamen.

Aus seinen Untersuchungen schliesst Teisseyre, dass die Pleuroporakalkhügel Ueberreste von ursprünglichen Bryozoeninseln bilden, welche von allen Seiten durch sarmatische Sande umhüllt sind

Während Teisseyre und Hilber für die Riffnatur des Pleuroporakalkes sich aussprachen, hoben einige russische Gelehrten ihre Zweifel hervor. Prof. Sinzov glaubte, dass der Relief der Toltry vielleicht auch durch Meramorphisationsprocesse hervorgerufen sein konnte. Ich selbst machte auch einige Einwendungen und sprach einige Zweifel aus.

¹⁾ Contributions à la géologie de la Moldavie par I. Simionescu, p. 13. 1903. Asupra unul calcar sarmatic din nord-estul Moldovei. Buletinul societății de științe. Vol. VIII, № 6. 1900.

Sehr merkwürdig war zum Beisp., dass in Pleuroporakalk, welcher ja ein sarmatischer sein sollte, auch manche mediterrane Versteinerungen constatirt wurden (Teisseyre), dazwischen auch solche Formen, wie *Haliotis*.

Diese sonderbare Erscheinung wurde klar, als Michalski seine Untersuchungen über Toltrakalke anstellte. Es ist ihm gelungen nachzuweisen, dass der Kern des Toltryrückens nicht aus dem sarmatischen Bryozoenkalk, sondern aus einem mediterranen Kalkstein besteht. Das Vorkommen von Korallen macht es wahrscheinlich, dass der Toltryrücken nichts Anderes ist als ein mediterranes Barriereriff. Die Korallen sind aber in diesem Kalkstein nur an wenigen Stellen gefunden. Diese Seltenheit kann aber, wie Autor selbst richtig bemerkt, nicht gegen die Riffnatur sprechen, denn auch in recenten Riffen wird der Korallenkalk so rasch metamorphisirt, dass es sogar noch beim Leben theilweise in einen krystallinen Kalkstein übergeht. Man findet in diesem inneren Kalkstein des Toltryrückens auch Ueberreste von Mollusken, Bryozoen und Lithothamnien, Die Häufigkeit des *Vermetus intortus* lässt Michalski diesen Kalkstein als Vermetuskalk bezeichnen. Manche Stellen dieses Kalksteins bestehen aus einem klastischen Material. Es ist auch kein Widerspruch mit der Riffnatur der ganzen Bildung. Die Untersuchungen Walther's haben nachgewiesen, dass gerade solche klastische Materialien von dem Korallengerüst des Riffes aufgefangen und festgehalten werden und auf diese Weise dem Bau einer dichten Riffmasse beitragen. Michalski constatirt, dass diese klastische Partien des Vermetinskalkes oft in einer geneigten und unregelmässigen Lagerung vorkommen, welche gewissermassen an die Uebergusschichtung in tyrolischen Dolomitriffen erinnert. Somit ist der Toltryrücken kein sarmatisches Bryozoenriff, wie es Barbot-de-Marny und Teisseyre glaubten. Jedoch betheiligen auch sarmatische Gesteine in Bau der Toltryrückens, dieselben aber gewissermassen den Vermetusriff von allen Seiten nur überziehen. Hauptsächlich sind es Serpulakalke, welche auch stellenweise viel Bryozoen enthalten. Diese Bryozoen gehören der *Leprailia (Microporella) terebrata* Sinz., früher identificirte man diese Art mit *Membranipora (Eschara, Pleuropora) lapidosa* Pall.

Im Vermetuskalk kommen andere Bryozoen vor. Die Partien, welche hauptsächlich aus Bryozoen bestehen, wechseln hier mit Partien von Serpulakalk. Stellenweise findet man viele Conchylien (*Modiola*, *Rissoa*, *Cardium*). Die Bivalven sind oft mit beiden Klappen erhalten und liegen ohne bestimmte Orientirung im Gestein. Die Felsen von „Serpulakalk“ erreichen manchmal eine Höhe von 2—3 Sag.

Michalski glaubt auf dem Grund verschiedener Thatsachen, dass die Oberfläche des Vermetusriffes war sehr uneben, weil der Vermetuskalk von dem Sarmatischen ungleichförmig bedeckt wird. Die Verhältnisse des Serpula (*Membranipora*- oder richtiger *Leprailia*-) kalkes zum Vermetuskalk lassen Michalski glauben, dass die Serpeln und Bryozoen das schon vorhandene Vermetusriff als Unterlage benützt haben; sie haben so zu sagen einen Ueberzug auf dem abgestorbenen mediterranen Riff gebildet, welches ihnen einen harten, felsigen Grund darbot. „Dieselben haben, sagt Michalski, wahrscheinlich den Relief dieses Riffes nur etwas verstärkt, indem sie hier in etwas grösserer Menge sich angehäuft haben, als in benachbarten Gegenden, wo es gewisse Andeutungen gibt,

dass die Serpulakalke sich auskeilen und durch thonige Gesteine in horizontaler Richtung ersetzt werden. Die Serpulakalke kommen auf den Abhängen des Vermetusriffes in verschiedenen hypsometrischen Niveau's. In den Schlussworten der interessanten Abhandlung Michalski's scheint der Autor ganz skeptisch zur Riffnatur des Bryozoenkalkes sich zu verhalten. „Die verführerische Hypothese, sagt er, welche hauptsächlich durch die Untersuchung der „Toltry“ erzeugt ist, dass die Bryozoen die Korallen in brackischen Gewässer als Riffbildner ersetzen, muss verlassen werden.“

Toltry rechtfertigen, sagt Michalski, diese Hypothese am wenigsten. Man beobachtet Nichts Aehnliches in den heutigen brackischen (sogar auch in marinen) Becken. Die Riffnatur der Bryozoenkalke ist mehr als problematisch. Diese meine Abhandlung zeigt, dass die letzte Behauptung nicht richtig ist. Alle von mir mitgetheilten und illustrierten Thatsachen beweisen, dass die Kertscher und Tamaner Bryozoenkalke echte Riffe sind. Man muss selbstverständlich anerkennen, dass der Toltryrücken kein reines Bryozoenriff ist, dass die Bryozoen nur eine secundäre Rolle im Aufbau dieses Rückens spielen, es ist aber nicht richtig, ihnen auch hier eine Riffnatur abzusprechen. Ihre Bauten sind im Vergleich mit den Korallenbauten freilich unansehnlich, doch ist die Mächtigkeit des Leprailla (resp. des Serpula-) kalkes stellenweise nicht weniger als 4-6 Meter (genaue Daten fehlen), eine für Bryozoenriffe nicht geringe Ziffer. Der Zusammenhang des Bryozoenkalkes mit der steinigen Unterlage des Vermetusriffes beweist nicht, dass die Bryozoen nicht an und für sich riffartige Bauten ausführen konnten. Der Beweis – die Bryozoenbauten von Kertsch und Taman, welche ja, wie es nachgewiesen ist, auf einem thonigen Boden wuchsen. Wenn in diesen Falle (in dem Toltryrücken) die Bryozoen einen Ueberzug auf einem toten Korallenriff bilden, so stellen auch die Korallenriffe oft nur Ueberzüge auf einem steinigen Grunde.

Ich finde, dass auch im Toltryrücken der Bryozoenkalk eine Riffbildung darstellt. Hier sitzt, so zu sagen, ein Riff auf dem anderen, der untersarmatische Bryozoenriff (richtiger ein Bryozoen-Serpulariff) auf dem mediterranen Korallenkalk, ein brackischer Riff auf einem marinen. Der untersarmatische Bryozoenriff ist ein Fortsetzer des mediterranen Korallenkalkes. Der eine und der andere sind isopische Bildungen. Auch der Bryozoenkalk ist ungeschichtet, bildet unregelmässige Massen. Der Ueberzug des Bryozoenkalkes ist unzusammenhängend, zwischen den Massen des Bryozoenkalkes findet man geschichtete Mergel.

Wenn wir uns den Zustand des sarmatischen Meeres während der Bildung des Bryozoenkalkes vergegenwärtigen, so findet man eine unterseeische steinige Bank, ein altes abgestorbenes Riff und auf beiden Seiten im tieferen bathymetrischen Niveau bildeten sich geschichtete Gesteine. Auf der Felsenbank siedelten sich Bryozoen und Serpeln und wuchsen in grossen Massen aufwärts und verschärften auf diese Weise die schon vorhandene Unebenheit des Bodens. Seitwärts in dem Bereich der thonigsandigen klastischen Sedimenten keilten sich Serpulakalke aus. Michalski bemerkt dazu, dass „der Serpulakalk, bevor er sich ganz auskeilt, unzusammenhängend wird und in einzelne Linsen des Serpulakalkes zerfällt, in Zwischenräumen welcher thonige Schichten liegen, wie es auch den Bryozoengesteinen der Halbinsel Kertsch eigen ist“.

In manchen Hinsichten hat der sarmatische Bryozoen-Serpulakalk mehr Aehnlichkeit mit den Korallenkalken, als der Membraniporakalk der Halbinsel Kertsch. Er wuchs auf einem steinigen Boden, wie es oft die Korallen thun, er ist nicht so homogen, wie der Membraniporakalk von Kertsch. Serpulakalke wechseln hier mit dem Leprailiakalk, ganz wie in den Korallenriffen der Korallenkalk mit Nulliporenkalk oder Serpulakalk wechselt. Auch der klastische zoogene Material ist im Leprailiakalk vorhanden. Er erscheint in Gestalt der Oolithe, des Kalksteins mit kleinen Rissoen und s. w. Serpeln bilden kleine Riffe im Bereich der Koralleninseln von Bermudas und sogar kleine atollförmige Bildungen.

Die Ansichten von Michalski wurden theilweise bestätigt, theilweise corrigirt von Teisseyre in seiner späteren Schrift „Atlas geologiczny Galycyi, tekst do zeszytu osmego. Krakow 1900“.

Hier beschreibt Teisseyre den den Kern des Mjodoborenrückens bildenden mediterranen Kalkstein als „Wapien bohocki“, den Kalkstein von Bohut. Das ist ein halbdichter und mikrokrystallinischer, bald ein deutlich organogener Kalkstein, welcher eine mediterrane Fauna enthält und sich von dem sarmatischen Bryozoen-Serpulakalk durch seine lichtere Farbe unterscheidet. Der Verfasser beschreibt zwei Abarten dieses Kalksteins: a) den organogenen Kalkstein von Bohut. Die Hauptbildner desselben sind nach Teisseyre doch die Bryozoen und theilweise Lithothamnien. Die Korallen kommen nur sporadisch vor. Diesen Umstand durch die Auflösung der Korallen zu erklären ist unmöglich, weil dabei auch die sonst gut erhaltene Ueberreste der Bryozoen verschwinden würden. Der organogene Bohuter-Kalk stellt drei Varietäten dar: a) Bryozoenkalk, b) Nulliporen-Bryozoenkalk und c) Korallenkalk. Alle diese Varietäten enthalten viele mediterrane Conchylien, dazwischen ist es das Vorkommen von Haliotis auffalend, es kommen auch Murex, Conus vor. Nur im Korallenkalk findet man Cypraeen, dabei fehlen hier einige sarmatische Formen, welche man in den Varietäten a und b trifft. Das Vorhandensein dieser letzteren erklärt der Autor durch den allmählichen Uebergang von dem mediterranen Kalk zum sarmatischen.

Die andere Abart des Bohuter Kalkes ist der Detrituskalk — Ablagerungen eines groben Kalksandcs, welcher Nulliporengeröllen bis 1 dcm. im Diameter enthalten. Dieselben umhüllen mantelförmig den organogenen Kalk (Uebergusschichtung) und füllen die Zwischenräume in demselben aus.

Die Massen des Bohuter-Kalkes werden von aussen umhüllt und stellenweise, so zu sagen, durchdrungen durch den sarmatischen Serpulakalk, welcher auch verschiedenartige Varietäten darstellt, und zwar: 1) den eigentlichen Serpulakalk, aus den zusammengewachsenen Serpeln bestend, zwischen welchen eine dichte Masse sich befindet, 2) den Serpula-Bryozoenkalk, mit deutlichen Bryozoenresten, welcher Zwischenräume zwischen den Serpulaagglomeratem ausfüllen, 3) mergeligen Serpulakalk mit wenig zahlreichen Serpeln und einer dichter Masse, welche stellenweise auch Cardien und Modiola enthalten.

Diesen Serpulakalk hält aber Teisseyre ebenso wie wir auch für eine Riffbildung. Die Mächtigkeit des ungeschichteten Serpulakalkes ist keineswegs so klein, wie es Michalski angibt. Man kann darüber nicht nach denjenigen Aufschlüssen urtheilen, wo der Serpulakalk

den Bohuter Kalk bedeckt. In den sog. Toltren („Toutry“ Teiss.) erreichen die felsigen Wände, welche nur aus verschiedenen Varietäten des Serpulakalkes bestehen, eine Höhe von 40—60 Meter. Die Serpulakalke bieten alle Merkmale eines Riffgesteins dar und zwar: 1) steile Wände, 2) eine Uebergusschichtung, 3) das Einkeilen des Riffgesteins in die anliegende Schichten und 4) Anhäufungen von Geröllen des Serpulakalkes in Gestalt von Nestern in den sich einkeilenden geschichteten Gesteinen. Man kann also nicht, sagt Teisseyre, den Serpulakalken eine Riffnatur nur deshalb absprechen, weil dieselben hauptsächlich von Bryozoen und nicht von Korallen aufgebaut sind...

Der ungeschichtete Serpulakalk kommt nur in den Mjodoboren vor. Es hängt augenscheinlich mit dem Umstande zusammen, dass „die strauchartigen dichten Bryozoenanhäufungen die höchsten Gipfel der welligen subsarmatischen Oberfläche bedeckten“. Indem die Bryozoen auf den „Bodenerhöhungen sich ansiedelten, waren sie weniger dem Gefahr ausgesetzt durch klastische Sedimente verschüttet zu werden“, umsomehr, dass die an der Oberfläche existirte leichte Strömung ihrer Fortführung beitragen könnte.

Die Untersuchungen Teisseyre's zeigen also, dass die untersarmatischen Bryozoen-Serpulakalke im Bereich des Mjodoborenzuges in der That, wie wir es schon früher gesagt haben, eine riffartige Bildung darstellen, welche auf einem älteren, mediterranen Riff aufgesetzt ist, aber auch theilweise selbständig auftritt. Der mediterrane Riff ist nur theilweise ein Korallenriff. Die Korallen sind nur selten und mancherorts sogar fehlen. Die Lithothamnien und die Bryozoen spielen im denselben wenigstens ebenso grosse Rolle, wie die Korallen (Teisseyre, Laskarew).

Man kann hier eine Analogie mit den unsrigen Bryozoenriffen von Kertsch finden. Wie wir es illustriert haben, bestehen oft die kleinen Bryozoenriffe von Kertsch aus zwei Theilen: einem Centralkern, bestehend aus wunderlich gefalteten Membraniporakolonien, welcher dem Ende der sarmatischen Zeit entspricht und einer mehr oder weniger dünnen Kruste, welche aus dicht aufeinander aufgewachsenen flachen Colonien der Bryozoen mit oft in derselben eingeschlossenen mäotischen Muscheln besteht. Diese Kruste entspricht schon dem Anfang der mäotischen Zeit. Ebenso wie auf der Halbinsel Kertsch die Riffbildung mit der ältesten mäotischen Ablagerungen angehört hat, ebenso dauerte die Riffbildung im Gebiet von Mjodoboren nur während der ältesten sarmatischen Zeit (Teisseyre).

Man muss bedauern, dass bisjetzt uns keine eingehende Beschreibung der ganzen Mjodoborenkette von Galycien bis nach Moldau vorliegt. Nur eine solche, begleitet mit Bildern und Plänen, würde uns gestatten, weitere Analogieen mit den Kertscher Bryozoenbildungen zu ziehen. Die Arbeiten von Barbot-de-Marny, Teisseyre und Laskarew behandeln in kurzen Zügen noch die interessanten Reliefformen, welche die Riffformationen der Mjodoboren hervorrufen. Zwischen denselben sind die atollartigen Formen, welche schon von Barbot beschrieben worden sind (Njegin) und für Atolle gehalten. „Die sehr seltene Erscheinung eines atollförmigen Hügels, schreibt Laskarew, besteht darin, dass die mächtigen Massen des Serpula-Bryozoenkalkes von Toltry sich in der Art einer fast ununterbrochenen Wand von 1 bis 5 Faden Höhe kreisförmig anordnen, wobei nur ein Stück entweder in SO-lichen (Karačkovcy) oder in NW-lichen Theil ungeschlossen bleibt (Chropotov).

Was die Entstehung der atollförmigen Hügel anbelangt, so bleibt es nur, da wir keine neue Thatsachen für andere Erklärung gefunden haben, sich nur der Vermuthung anschliessen, dass diese seltene Form im Relief der Toltry nur eine zufällige... Combination der Bedingungen während des Wachsens des organogenen Gesteins, von dem Charakter des Meeresbodens, von den Strömungen und vom Wellenschlage abhängig, darbietet“.

Ich gestatte mir inbetreff dieser Frage nur bemerken, dass die atollförmigen Hügel nicht denjenigen Formen der Halbinsel Kertsch entsprechen, welche Abich für Atolle hielt, sondern den Amphiteaterförmigen Rücken des Kertscher Bryozoenkalkes (siehe oben, Seite 22).

Literatur.

1866. Barbot de Marny. Otčet o pojesdkie v Galyciju, Volynj i Podoliju. 1866.

1884. Teisseyre. Der podolische Hügelzug der Mjodoboren als ein sarmatisches Bryozoenriff. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1884, Bd 34, 2 Heft. p. 209.

1909. Atlas geologiczny Galicyi. Tekst do zeszytu osmego, opracował W. Teisseyre.

1895. A. Michalski. Sur la nature de la chaîne de collines de Podolie, nommées „toltry“ (Kwoprosu o geologiczkiej przyrodzie podolskich toltry) Bull. de la Com. géol. t. XIV, N. 4.

1902. id, Mjodobory (toltry) w Bessarabiji. Bull. Gom. XXI. 1902 p. 885.

1904. W. Laskarew. Geologiczkoje izsledowanije jugosapadnoj četverti 17-ago lista geologiczkoj karty Evropejskoj Rossiji. Bull. Com. geol. XXIII. N. 88.

1909. J. Simionescu. Asupra calcareurilor sarmatice din nordul Moldovei. Anuarul Institutului Geologic al Romaniei, vol. II, Fasc. 2.

Kleine Bryozoenanhäufungen von riffartiger Natur kommen auch an verschiedenen Stellen in sarmatischen Ablagerungen. So erwähnt Fr. Katzer (im Geologischen Führer durch Bosnien und Hercegowina, 1903) einen aus „Eschara lapidosa“ bestehenden Kalkstein mit vielen *Serpula gregalis* und *Cardien* aus Bosnien, und nämlich von Oglavanberg bei Celić. Derselbe liegt direkt auf dem Leythakalk, und ist also dem Serpulakalk der Mjodoboren äquivalent.

Th. Fuchs beschreibt einen sarmatischen Bryozoenkalk von Bresnita in der Nähe von Turn-Severin in Rumänien. Dieser Kalkstein ist locker, porös und stellenweise von ästigen Bryozoen durchzogen. Nebst Bryozoen kommen auch kleine Bivalven vor. Einige mündliche Mittheilungen, welche mir Herr Th. Fuchs machte, scheinen darauf hinzuweisen, dass man hier auch mit einer riffartigen Bildung zu thun hat.

III. Die mittelsarmatischen Vincularienriffe der Halbinsel Kertsch.

Zum Gegensatz zu den im Ganzen sehr einförmigen vorwiegend aus den dunklen Schieferthonen bestehenden untersarmatischen (volhynischen) Schichten der Halbinsel Kertsch, bietet die mittlere Abtheilung (bessarabische Unterstufe) derselben eine grosse facielle Verschiedenartigkeit. Einerseits sieht man hauptsächlich im Centrum der Halbinsel die

¹⁾ Geologische Studien in den jüngeren Tertiärbildungen Rumäniens. N. J. für. Min. 1894. Bd. I. p. 116.

im seichten Wasser abgelagerte Sande und Detrituskalke, welche aus einem bald groben, bald sehr feinen Muschelzerreibsel bestehen. Andererseits sind es Schieferthone oder weiche Kalkmergel mit einer zarten Molluskenfauna: *Cardium Barboti*, *Cryptomactra pes anseris*, verschiedene zierliche *Nassa*-arten etc.).

Im engen Zusammenhang mit dieser Tiefwasserfacies stehen hauptsächlich aus Bryozoen bestehende Kalksteine. Die Hauptrolle spielen hier Celleporen, Hemiescharen, Diastoporen und zierliche Vincularien. Nach dem Vorkommen der letzteren habe ich diese Facies als Vincularienkalke bezeichnet. Die Fauna der Vincularienkalke ist sehr reich, viel reicher, als der Thonmergel. Insbesondere reich ist dieselbe an verschiedenartigen Trochiden und Cardiden, im Ganzen entspricht dieselbe der Fauna von Kišinev, beschrieben von Eichwald, d'Orbigny, Nordmann, Döngigk, R. Hoernes und Sinzow.

Während meiner Untersuchungen auf der Halbinsel Kertsch im Sommer 1908 habe ich mich überzeugt, dass der Vincularienkalk von Kertsch solche Structurzüge darbietet, dass man auch ihn in gewissem Sinne als eine Riffbildung betrachten kann. Leider gibt es sehr wenig gute Aufschlüsse, in welchen die Eigethümlichkeiten der Vinculariensichten sich gut beobachten lassen. Grösstentheils tritt er in der Mitte der Halbinsel als einzelne steinige Hügel oder bald kurze, bald lange Hügelzüge hervor. Solche Hügelzüge in ihrem äusseren Aussehen ähneln oft den Zügen des Lapidosakalkes, wie zum Beisp. der Hügelzug von Ćurubas (Kos-kuju-rücken), wie es scheint, es war auch die Ursache, warum Abich auch diesen Rücken zum Bryozoenkalk / zugezählt hat. Der Kalkstein solcher Rücken ist gewöhnlich stark verändert, dicht, manchmal ganz umkrystallisirt, und ich war zuerst geneigt diesem Umstand die Abwesenheit einer Schichtung, welche denselben auszeichnet, zuzuschreiben.

Solche Rücken beobachtet man auf der Halbinsel Kertsch:

- 1) bei Turkmen und zwischen Katerles und Bulganak auf dem Nordrande der Kertscher Synklinale.
- 2) Zwischen Dđerđava und Kuš-ajressy auf dem Südrande derselben Synklinale.
- 3) Zwischen der Kertscher Festung und dem Chaussée Kertsch-Kamyšburun.
- 4) bei Ćurubaš (Koš-kuju)
- 5) bei Ćokrak-babřik.

Bloss an zwei Stellen ist der Vinculariakalk am Meeresufer aufgeschlossen: bei dem Leuchthurm von Jenikale, und am Cap Zjuk (nördlich vom Salzsee Ćokrak).

Diesen letzteren habe ich eingehend im Jahre 1908 untersucht und will hier die Resultate meiner Beobachtungen mittheilen.

Die Cap Zjuk bildet eine kleine Halbinsel, welche mit dem Festland durch eine doppelte sandige Landzunge verbunden ist. Es ist ein kleiner Erosionsrest des stark denudirten nördlichen Flügels der Antiklinale Mama-Tarchan. Die Halbinsel selbst erhebt sich auf 17 Faden über dem Spiegel des Azow'schen Meeres. Die Südseite des Vorgebirges, auf welcher das Fischerdorf Mama liegt, ist von den untersarmatischen Schieferthonen gebildet, welche gegen Norden einfallen. Man sieht einen Aufschluss derselben auf der Fig. A—*Taf. XIII*. In den höchsten Niveaus dieser Thone erscheinen einzelne *Tapes gregaria* Partsch.

Auf der Ostseite der Halbinsel (siehe dieselbe Figur) werden diese Schieferthone durch Detrituskalksteine, grösstentheils durch den Zerreibsel von *Tapes gregaria* zusammengesetzt.

Das nördliche Ende der Halbinsel ist von pittoresken Felsen des Vinculariakalkes gebildet. Man kann leider das direkte Verhältniss des letzteren zum klastischen Tapeskalk nicht beobachten. Betrachtet man das Bild, Fig. A der *Taf. XIII*, so scheint es, dass der Tapeskalk unter die Vincularienkalke sich neigt. Die Felsen des Vinculariakalkes haben eine wunderliche Gestalt und ihre Oberfläche hat einen sehr complicirten Bau.

Auf der Fig. A. *Taf. XIII*. sieht man dicht am Meeresufer eine rundliche Kalksteinmasse mit einer krauseligen Oberfläche. Dieselbe sieht so auch, als ob dieselbe mit zahlreichen sackförmigen Austülpungen bedeckt wäre. Solche sackförmige Ausbildung beobachtet man auch höher auf dem wandförmigen Felsen, welcher die Gipfel der Halbinsel bildet. In der Mitte enthält der Felsen viele kleine und grosse Höhlungen und bietet eine complicirte Structur dar. Man kann darin ungeschichtete und geschichtete Partien beobachten. Die ungeschichteten bestehen aus frei miteinander zusammengewachsenen Bryozoen, vorwiegend aus Vincularien und Celleporen. In das Bryozoengestein sind verschiedene Muschel eingewebt, dazwischen *Cardium Loveni* Nordm., *Cardium Beaumontianum* Orb.

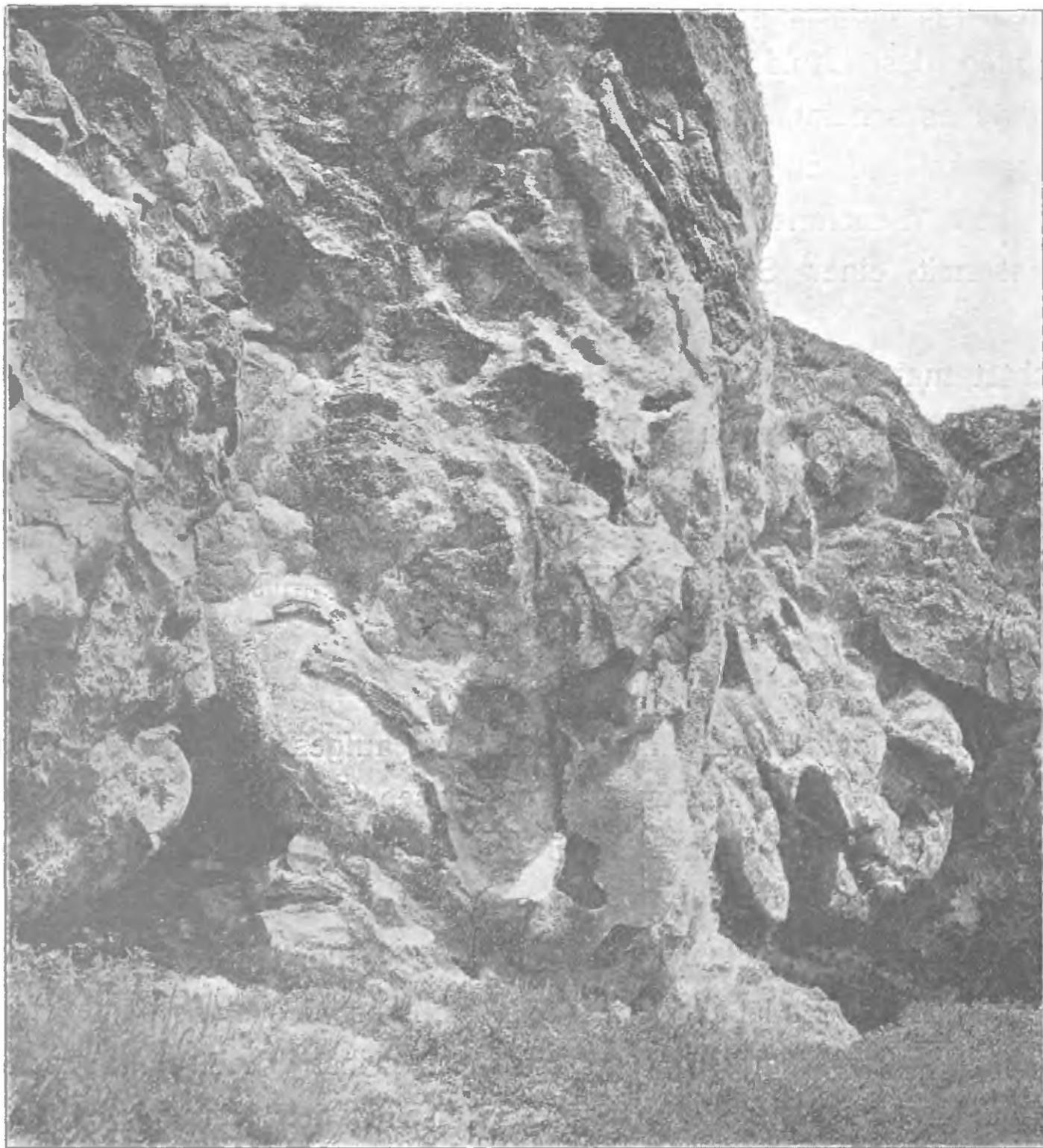


Fig. 65. Die östliche Steilwand des Gipfels der Halbinsel Zjuk. Die sackförmigen Erhöhungen der Wand sind mit den der Oberfläche derselben parallelen, aus *Serpula* und *Spirorbis* bestehenden Krusten bedeckt. Das Innere ist von Bryozoenkalk zusammengesetzt. (Siehe Fig. B. *Taf. XIV*).

und and. In der Bryozoenmasse bemerkt man oft röhrenförmige Höhlungen mit den aus dichter Kalkmasse bestehenden Wänden. Hier kann man beobachten, dass diese Röhren mit

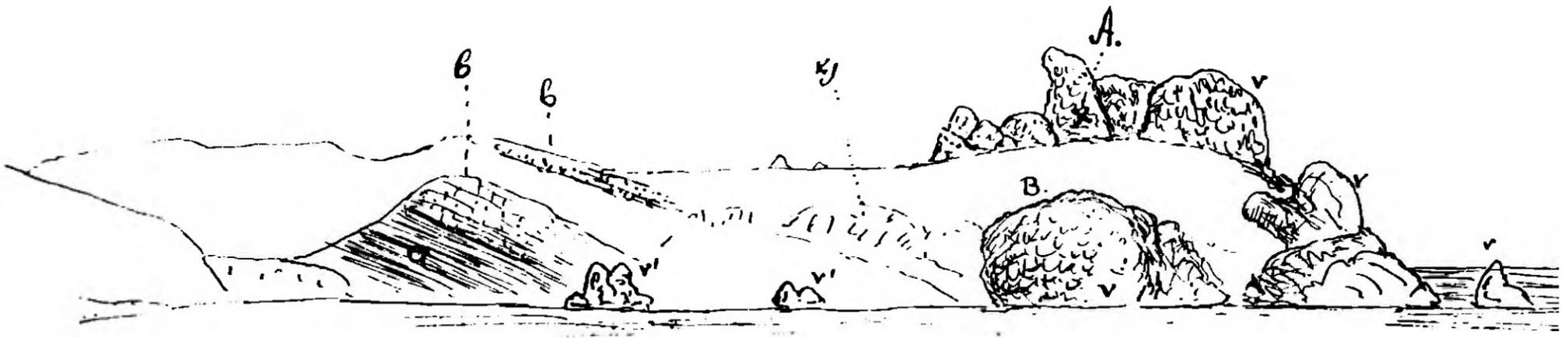


Fig. 66. Die Ostseite des Caps Zjuk. Vergleiche *Taf. XIII A*, a—untersarmatische dunkle Schieferthone, b—mittelsarmatische weisse geschichtete Kalke, v—mittelsarmatischer riffartiger Vincularienkalk, kj—alte Küchenreste (Kjokenmødings), v'—abgestürzte Felsen von Vinculariakalk. B—die Partie des Vinculariakalkes, auf der *Taf. XIII B* abgebildet. A—die wandförmige Gipfel des Caps, siehe *Taf. XIV*.

Die Oberfläche dieser Säcke ist von einer zweiseichtigen Kruste bedeckt. Die äussere besteht aus winzigen Spirorbise, die innere aus ziemlich grossen Serpeln. Das Innere der Säcke besteht, wie der ganze Felsen, aus einem jeder Schichtung entbehrenden Bryozoenkalk.

In den Nischen, welche die manchmal nach der Art schwerer Vorhänge überhängende Säcke bilden, liegen kleine Partien eines unregelmässig feingeschichteten Kalksteins mit kleinen Cardiden.

Wie es scheint, gerade der Entfernung solcher lockerer Parieen ist das absonderliche Aussehen eines Felsens auf der Westseite der Halbinsel, auf der Fig. 67 im Text abgebildet, zuzuschreiben. Die steile Wand desselben besteht aus einzelnen dicken nach aussen

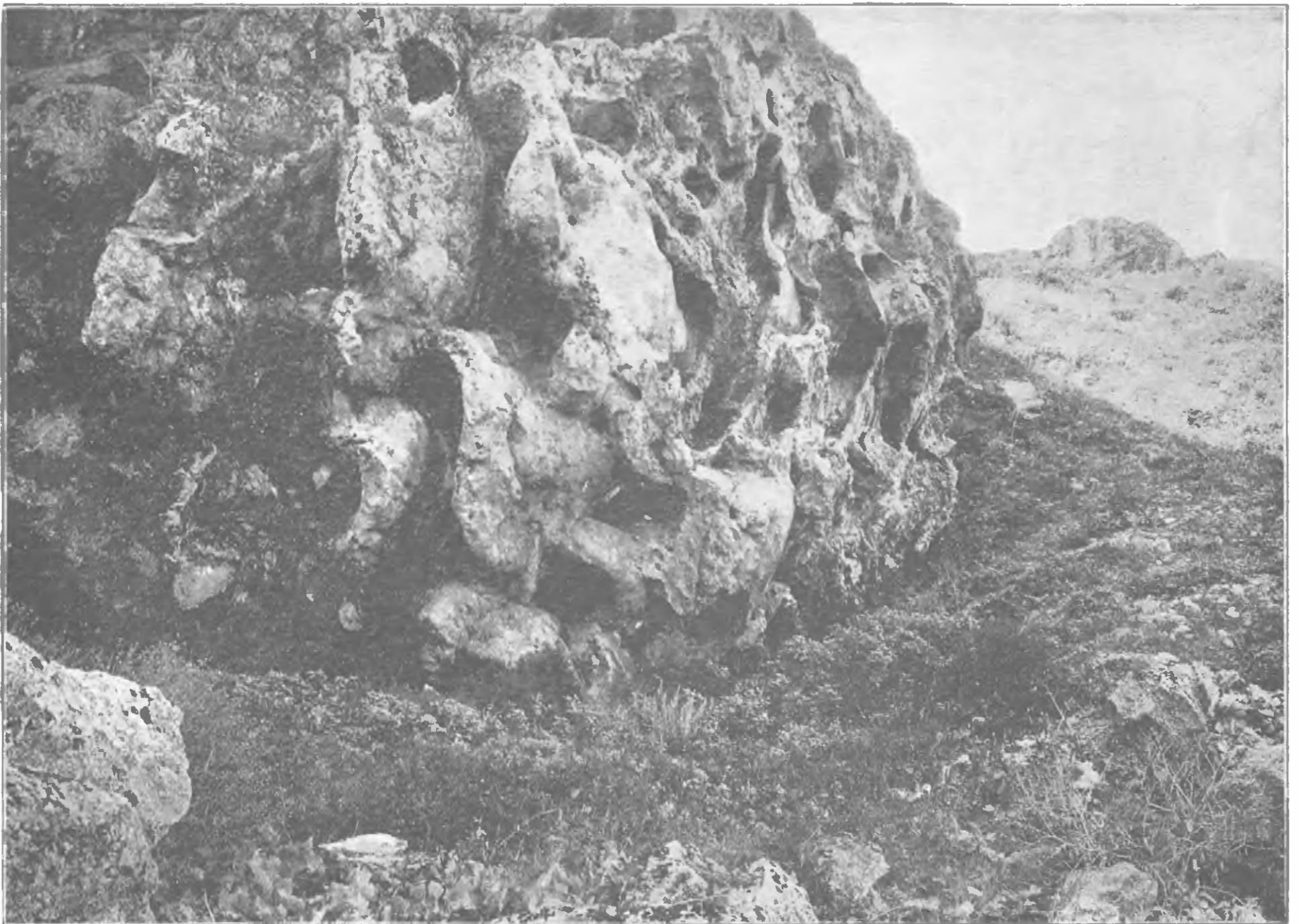


Fig. 67. Die Wand eines Felsens auf der Westseite der Halbinsel Zjuk.

gekrümmten Massen Bryozoenkalkes, zwischen welchen sich ziemlich grosse Höhlungen befinden. Ursprünglich waren dieselben offenbar mit lockerem geschichtetem Kalk ausgefüllt.

Die Serpula- und Spirorbiskruste kann man an vielen Stellen der Halbinsel beobachten. Auf der Westseite der Halbinsel kann man ausserdem an einer Stelle noch andere Krusten beobachten, welche von aussen die Spirorbiskruste bedecken. Dieselben sind dicht und bestehen aus feinsten kalkigen Blättern. Ihre äussere Oberfläche zeigt eine sehr verschiedenartige Sculptur; sie ist bald grob-, bald feinhöckerig, bald runzelig. Wir werden uns später eingehender mit diesen Krusten beschäftigen.

Alle meine Beobachtungen führen mich zu einer folgenden Vorstellung von der Structur des Vincularienkalkes von Zjuk. Als Grundelement desselben kann man eine „Säule“ Bryozoenkalkes, eine mehr oder weniger cylindrische Masse, welche das Resultat eines verticalen Wachstums von Bryozoen darstellt, betrachten. Die Bryozoen, indem dieselben für sich günstige Bedingungen fanden, bildeten kleine höckerförmige Massen, welche den übrigen, aus Muschelanhäufungen oder mergeligem Schlamm gebildeten Meeresboden überragten. Ein einmal gebildetes Bryozoenhöckerchen gab dann den Stützpunkt für eine weitere Ansiedlung der Bryozoenkolonien, während herum das geschichtete Material sich ablagerte. Man darf also nicht denken, dass auf dem mittelsarmatischen Meeresboden grosse „Säulen“ des Bryozoenkalkes sich erhoben; es waren nur ihre oberen Enden, während die Basis sich im Meeresgrunde wurzelte. Die einzelnen „Säulen“ aber treten fast nie auf, sie wuchsen oft



Fig. 68. Ein isolirter Felsen des Vinculariakalkes auf der Nordspitze der Halbinsel Zjuk. Von der linken Seite ist er zerstört und man kann die unregelmässige, ungeschichtete Structur des Bryozoenkalkes sehen. Rechts hat sich die aus glatten Krusten gebildete Seite erhalten.

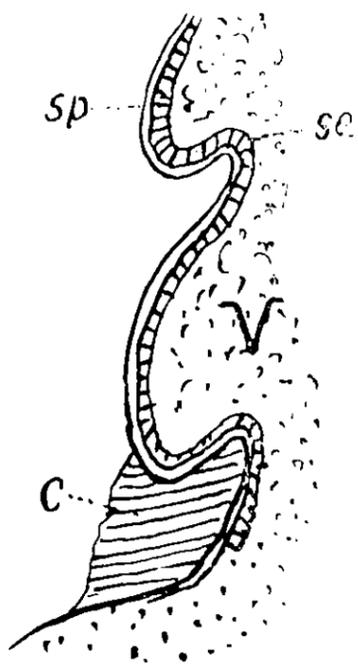


Fig. 69. Schemata der „Säcke“ (vergleiche Fig 65 und Taf. XIV. B). V—Vincularienkalk, se—Serpulakruste, Sp—Spirorbiskruste. C—geschichteter Kalk mit Cardien. Höhe des Profils etwa 2 Meter.

in ansehnliche Massen zusammen, in welchen die säulenförmige Structur nur in dem Vorhandensein der röhrenförmigen Höhlungen und der Structur der äusseren Wände solcher complexen Massen sich äussert. Diese Wände sind mit den obenerwähnten Krusten bedeckt, welche, meiner Meinung nach, das Absterben der Bryozoenbauten bezeichnen. Ein Beispiel einer solchen complexen Masse stellt der einzelne, wahrscheinlich aus seiner geschichteten Hülle freigemachte Bryozoenkalkfelsen, auf der Fig. 68 im Text abgebildet.

Das Zusammenwachsen der „Säulen“ führt oft auch zur Bildung der Rissen und Corridoren.

Es ist wohl wahrscheinlich, dass das Vinculariariff von Zjuk von allen Seiten von geschichteten mittelsarmatischen Ablagerungen umhüllt war, die grösstentheils durch Denudation entfernt wurden. Eine Thatsache weist sogar darauf hin, dass dieses Riff ziemlich hoch über dem mittelsarmatischen Meeresboden hervorragte. Auf der Nordspitze der Halbinsel beobachtet man in den Vertiefungen der Bryozoenkalkfelsen Schichten einen eigenthümlichen, aus glatten Kalksteinstücken bestehender Kalkes, welche sehr an jene eigenthümliche Breccie erinnern, die mit einer grossen Beständigkeit in einem bestimmten Niveau der obersarmatischen lichtfarbigen Schieferthone (c) von Kertsch und Taman auftritt.

Ebendort findet man auch kleine Lagen Kalkstein mit Steinkernen von *Macra caspia* Eichw. Auf diese Weise kommen die höheren Partien des mittelsarmatischen Bryozoenriffes schon in den Contact mit den obersarmatischen Schichten, so dass man glauben darf, dass dasselbe am Ende seiner Existenz ziemlich hoch über dem Boden hinaufragte und dann, im abgestorbenen Zustande, mit *Serpula* und *Spirorbiskrusten* bedeckt, von den Ablagerungen der Abtheilung c (chersonische Unterstufe) begraben wurde.

Zwischen dem Vinculariariff von Zjuk und den Lapidosariffen von Kertsch kann man verschiedene Aehnlichkeiten bemerken. Das „säulenförmige“ Wachsthum, freilich in einer etwas anderen Gestalt, kann man auch bei Lapidosariffen wiederfinden. Man kann bei diesen sogar auch freie „Säulen“, nur plumper und kurzer beobachten: jene brustwarzenförmige Elemente, welche wir vom Azow'schen Ufer beschrieben haben (vergleiche pp. 13, 15 und and.). Auch die Bildung der Krusten ist eine ähnliche Erscheinung. Nur fehlt die Serpulakruste bei Lapidosariffen, hier trifft man nur die Spirorbiskruste. Oberhalb der letzteren bei jenen und diesen liegt oft auch eine besondere glatte und dichte Kruste.

Der äussere Habitus der Hügel des Vincularienkalkes ist manchmal auffalend demjenigen der Lapidosakalkes ähnlich. Als Beispiel kann man auf die Hügelreihe am nördlichen Ende der Schlucht von Čokrak-babčik anführen. Diese Schlucht (siehe meine „Geotektonik der Halbinsel Kertsch“ p, 98–99) schneidet die Synklinale von Čokrak-babčik an ihrer Westende. Diese Synklinale ist von drei Seiten (S, O, N) von einem fast elliptischen Rücken des mittelsarmatischen Kalksteins umgeben. Der nördliche Theil desselben sowie östlich von Kez, als auch zwischen Kez und der Schlucht von Čokrak-babčik ist von gutgeschichteten weissen mittelsarmatischen Kalken zusammengesetzt. Nicht weit von der

Schlucht diese Kalksteine verschwinden; hier zieht sich die heteropische Grenze und westlich von derselben, auf beiden Seiten, erscheinen viele Hügel eines ungeschichteten Vinculariakalkes, welche bis zur Verwechslung an die Hügel des Lapidosakalkes erinnern.

Es ist wohl möglich, dass Bildungen, welche ganz ebenso gebaut sind, wie die Kertscher Vincularienkalke, auch an anderen Stellen, wo die mittelsarmatische Schichten vorkommen, sich finden werden.

Ich gestatte mir die Vermuthung, dass vielleicht verschiedene Eigenthümlichkeiten, welche der berühmte Kišinever Kalk, der ja auch faunistisch mit unserem Vincularienkalk übereinstimmt, dadurch sich erklären werden, dass dieser Kalk wenigstens theilweise auch eine riffartige Bryozoenbildung darstellt.

III. ANALOGIEN MIT ANDEREN RIFFARTIGEN ZOOGENEN BILDUNGEN.

Es ist selbstverständlich, dass die von uns beschriebene und besprochene Bryozoenriffe und riffartige Bildungen viel Gemeinsames mit anderen riffartigen Bildungen haben, es giebt aber natürlich auch Unterschiede je nach der Natur des Bildners. So wissen wir zum Beisp., dass die Bildung grosser Korallenriffe mit gewissen thermischen und somit bathymetrischen Verhältnissen verbunden ist, dieselben wachsen nur in aequatorialen Gewässern in einer geringen Tiefe. Für andere Organismen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dieselben auch im tiefen Wasser Riffe bilden können, leider sind uns solche unterseische Riffe nicht bekannt, infolge der Schwierigkeiten, welche bei der Untersuchungen in grösseren Tiefen im Wege stehen.

In folgenden Zeilen wollen wir einige Eigenschaften verschiedener riffartiger Bildungen, sowie recenter, als auch fossiler schildern, welche uns helfen werden, auch unsere Bryozoenbauten besser zu verstehen.

Zuerst mus man bemerken, dass Gerüst vieler Riffgesteine durch sessile kalkabsondernde Organismen gebildet wird. Diese Organismen bewirken hauptsächlich das vertikale Emporwachsen der Riffe, das Fehlen der geschichteten Structur in ihrer Masse und die Gestalt des Riffes selbst. Auf dem Riffe aber leben oft andere mehr oder weniger freie kalkbildende Organismen, deren Reste schon als geschichtete Massen in den Lücken und Hohlräumen des eigentlichen Riffgesteins zur Ablagerung kommen.

Unsere obersarmatische Bryozoenbauten unterscheiden von diesen Riffen gerade darin, dass auf denselben fast keine andere Kalkbildner gelebt haben. Das Riffgestein ist deshalb sehr arm an den Beimengungen von geschichteten Partien eines zoogenen Kalkes. Die Lücken und Hohlräume des Riffgesteins sind mit klastischen Gesteinen ausgefüllt und deshalb erscheinen die Riffformen mit einer seltener Reinheit.

Die gegenwärtigen zoogenen Riffe sind fast ausschliesslich Korallenriffe. Andere sessile Organismen erscheinen äusserst selten als selbständige Riffe, meistens betheiligen dieselben nur als untergeordnete Riffbildner, wobei die Korallenstöcke ihnen oft nur als feste Unterlage für ihre Entwicklung dienen.

So nehmen oft die Lithothamnien in dem Bau der Riffe Antheil¹⁾. Dann kommen auch Milleporiden, Bryozoen, Serpeln dazu. Bevor wir aber zur Darstellung mehr selbst-

¹⁾ J. Walther. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft Bd. III, p. 928.

ständiger riffartiger Bildungen und ihrem Vergleich mit unseren Bryozoenriffen übergehen, wollen wir uns mit den recenten Korallenriffen beschäftigen. Eine treffliche Darstellung der allgemeinen Verhältnisse der heutigen Korallenriffe bietet uns J. Walther in seiner Einleitung in die Geologie¹⁾.

Wir entnehmen aus dem Buche von Walther folgende Thesen:

- 1) Ein Korallenriff kann nur im Seichtwasser entstehen.
- 2) Die Riffkorallen lieben reines Wasser.
- 3) Die Wasserbewegung beschleunigt das Wachstum der meisten Korallen.
- 4) Für Ansiedelung der Korallen ist meistens ein fester Untergrund nothwendig, es kann aber geschehen, dass auch grosse Muschel oder einzelne grosse Steine als Stützpunkt für Kolonienbildung dienen.
- 5) Das ästige lückenhafte Gefüge der Riffkorallen und der Korallenriffe ist die Ursache der Riffbildung.
- 6) Viele Lücken und Höhlungen in lebenden und fossilen Korallenriffen sind ursprüngliche Sedimentlücken.

Es wäre vergebens alle diese Eigenschaften bei unseren Bryozoenriffen wiederzufinden.

Ohne Zweifel sind auch die obersarmatische Bryozoenriffe von Kertsch und Taman auch Seichtwasserbildungen, wir wissen aber nicht, ob diese Riffe wie die Mehrzahl der Korallenriffe vom Boden bis zur Oberfläche des Meeres reichten. Bei den heutigen Korallenriffen hört das Wachstum des Riffes nur dann, wenn derselbe die Meeresoberfläche erreicht. Auf diese Weise erscheint dann die Riffmasse als Bildung mit fast ebener Oberfläche und steilen Seiten (nach den von Walther gesammelten Daten von 10° bis 63°). Bei unseren Bryozoenriffen beobachtet man eine ziemlich ebene Oberfläche nur in seltenen Fällen und auf kleinen Räumen. Solche Fälle kann man nur am Ufer des Asow'schen Meeres sehen, bei Nasyr und Krasnyi Kut. Es ist aber sehr schwer zu behaupten, dass diese Eigenschaft dadurch erzeugt wurde, dass der Riff die Wasseroberfläche erreicht hat.

Gewöhnlich ist die Oberfläche der Bryozoenriffe sehr uneben (vergleiche Profile von Panagia, zwischen Takylburun und Kazaul, die Formen der entblösten Riffe von Kazantip, Ögene, Čurubas etc). Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, dass unsere Bryozoenriffe in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche des Wassers gedeihten und nur selten dieselbe erreichten.

Es wäre vielleicht möglich, unsere Bryozoenriffe mit jenem Typus der Korallenriffe zu vergleichen, welche Heilprin²⁾ als Patschriffe bezeichnet.

Im Gegensatz zu den Korallenriffen, welche ein stark bewegtes Wasser bevorzugen, lebten unsere Bryozoenriffe in einem sehr ruhigen Wasser, wahrscheinlich in vom Welle-schlag gut geschützten lagunenartigen Becken. Darauf weist vor Allem das fast gänzliche Feh-

1) Ibidem, p. 893–933.

2) Aug. Krämer. Ueber den Bau der Korallenriffe und die Planktonvertheilung an den Samoanischen Küsten. 1897.

len der detritalen Kalkbildungen. Als solche können ja freilich jene dünne Lagen eines aus feinem Zerreibsel der Membraniporen bestehenden Kalkes, welches oft grosse Bryozoenkalkknollen mit einander vereinigen. Wir haben auch kleine Keile eines aus einem gröberem Detritus bestehenden Kalkes unweit von Nasyr beschrieben. Sonst aber fällt uns gleich in die Augen eine ausserordentliche Armuth an detritalen kalkigen Bestandtheilen. Das aber zarte Colonien von Membranipora einen ziemlich starken Wellenschlag vertragen können, beweist das Gedeihen der Membraniporen in der Bucht von Kertsch und im Azowschen Meere, wo, wie wir es beschrieben haben, Anhäufungen von Membraniporen schon in einer Tiefe von etwa 1 Fuss vorkommen und obwohl sehr zart, nicht durch besonders im Herbst starke Wellen vernichtet werden. Dass der Becken oder die Becken, in welchen bei Kertsch und Taman die Membraniporen lebten, ruhig war, beweist auch der Umstand, dass die klastischen Gesteine, welche die Bryozoenriffe umgeben, meistens feinthonig sind. Kleine sandartigen Zwischenlagen, welche ich hie und da beobachtete, sind durch das Wind gebrachte vulkanische Staubpartikel.

Es war auch ein kein ganz reines Wasser für das Gedeihen der Membraniporariffe nothwendig. Es stimmt mit der thonigen Natur der eben erwähnten Sedimente, sowie mit dem Vorkommen von derselben Membranipora im Azow'schen Meere und in der Meerenge von Kertsch. Hier aber wird das Wasser oft sehr unrein, voll mit gelbem Schlamm und erinnert während der Stürme an das Wasser rasch strömender Flüsse.

Dass die Membraniporen für ihre Ansiedelung keinen festen Grund im obersarmatischen Becken von Kertsch und Taman brauchten, hat schon Abich bemerkt. „Diese felsbauenden Mollusken, sagt er (l. c. p. 11), eines steinigen Felsgrundes für ihre Ansiedelung nicht bedürftig, benutzen meinen Wahrnehmungen zufolge jegliches Terrain“. In der Bucht von Kertsch und im Asow'schen Meer aber dienen als Stützpunkt für grössere Anhäufungen der Membraniporen Holzpfähle und Stangen. Ebenso sitzen in der Lagune von Commacchio die sog. „Schiattaroni“ auch auf Baumstümpfen. Also entsteht die Frage, welcher Umstand zur Bildung erster, wennauch kleiner Knollen des Membraniporakalkes herbeiführte. Ich glaube, dass es Algenwiessen waren, welche, von den Membraniporen überwuchert, die erste Anlage für weiteren schnellen Wachsthum der Membraniporen gaben. In der That findet man nicht selten in der Nähe der Bryozoenkalkknollen Zwischenlagen von Schieferthon, überfüllt mit zerdrückten kleinen Kolonien vom *M. lapidosa*. Diese Colonien sind in der Form von kleinen dichotomisch verzweigten plattgedrückten Röhrchen. Manchmal bilden solche Röhrchen dünne (nicht über 1 cm.) Kalkplatten. Die Gestalt dieser Röhrchen weist darauf hin, dass die Membraniporen hier irgendwelche astige Algen incrustirt haben, welche in

¹⁾ C. Sluiter. (Einiges über die Entstehung der Korallenriffe in der Javasee und Brantweinsbai und über neue Korallenbildung bei Krakatau. Naturkundig Tijdskrift voor Nederlandsch Indie. Bd. XLIX. 1889) hat nachgewiesen, dass auch Korallen keinen zusammenhängenden festen Boden für ihre erste Ansiedelung brauchen, dass aber dazu auch einzelne grössere Steine oder Muschel dienen können. Wie können aber solche grössere Steine mitten im weichen Schlamm in solchen Gegenden, wo kein treibender Eis sich bildet, vorkommen? Sluiter erklärt diese Erscheinung durch das Untersinken von durch Vulcaneruptionen ausgeworfenen Bimsteinstücken, welche bekanntlich im Stande sind, lange zu flottiren.

dichten Rasen am Meeresboden wuchsen. Ganz ähnliche Incrustationen beobachtete ich oft im Schwarzen Meer und im Mittelmeer auf Algen.

Die heutigen Korallenriffe erscheinen meistens als Saumriffe, Strandriffe, Barriereriffe und Atolle. Die Form, in welcher die Bryozoenbauten von Kertsch und Taman vorkommen, stimmt mit keiner dieser Formen überein. Es wäre vielleicht möglich einige Analogieen nicht in der allgemeinen Form der Korallenriffe, sondern in Details derselben zu suchen.

Auf der Karte, *Taf. XXXVI* in der Schrift von Agassiz „A visit to great Barrier Reef of Australia in the steamer „Croydon“ (Bull. of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College. Vol XXVIII № 4) sieht man einen langen Riff, bestehend aus kleinen Inselchen, welche eine Vertheilung darstellen ähnlich der Vertheilung der Bryozoenkalkzüge von Kertsch und Taman. Auch die Vertheilung der Korallenbänke auf der Karte, *Taf. XIV* der Schrift von Agassiz „The elevated Riff of Florida“ (Ibidem Vol XXVIII, № 2), welche



Fig. 70. Korallenriffe östlich von Old Rhodes Key. Copie nach Agassiz „The elevated Reef of Florida“.

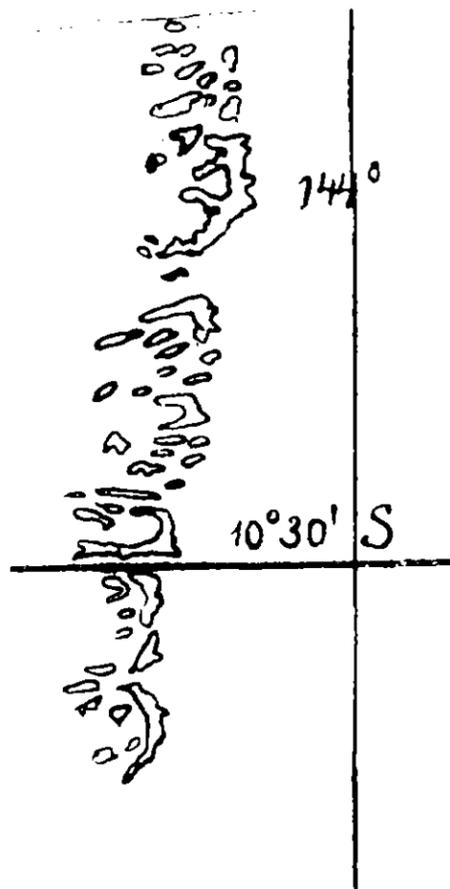
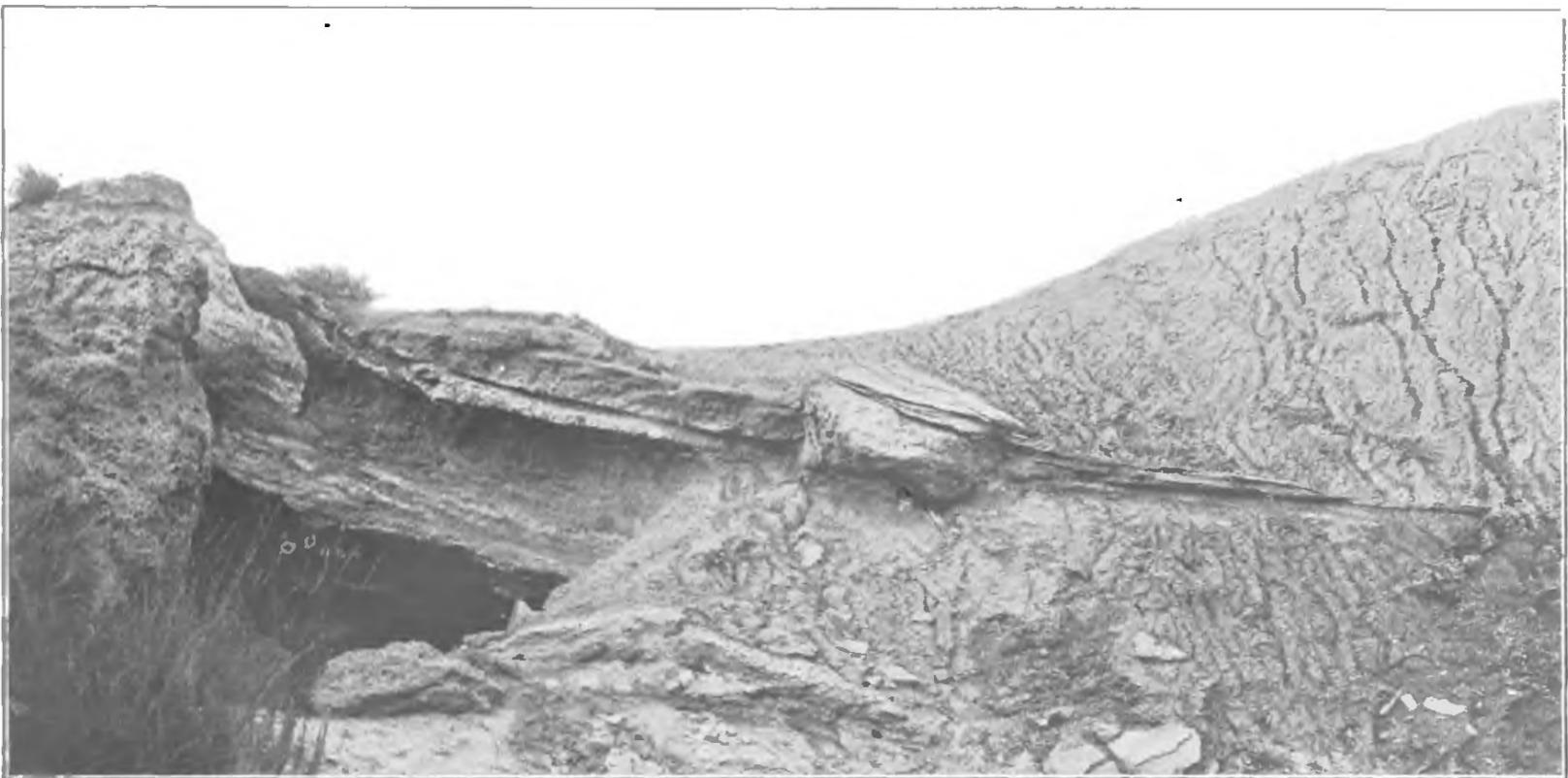


Fig. 71. Koralleninseln bei Warrior Reef. Copie nach Agassiz „A visit to great Barrier Reef“ *Taf. XXXVI*.



A. Der Aufsch'uss, abgebildet auf der Seite 105, Fig. 58.



B. Details des Aufschlusses, Fig. A dieser Tafel.



C. Erosionsformen des Bryozoenkalkes am Ufer des Azow'schen Meeres. W. von Čaločík.



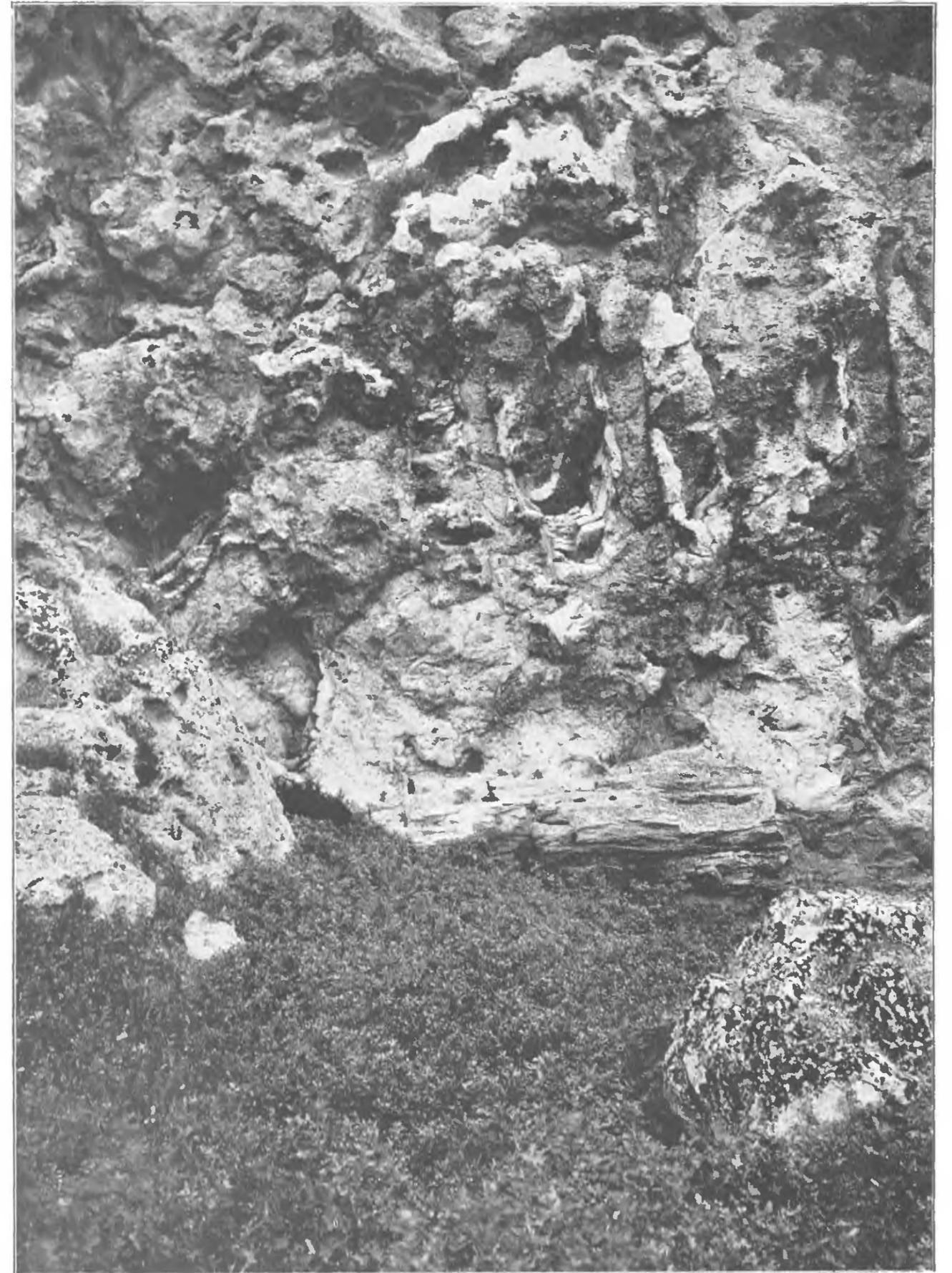
A. Die Westseite der Halbinsel Zjuk (vergleiche das Schema, Fig. auf der Seite). Links—unterscharmatische Schieferthone, in der Mitte—weissliche Falaise—geschichtete mittelsarmatische Tapeskalke Felsen an der Spitze der Halbinsel—Vinculariariffkalke.



B. Der rundliche Felsen des Vinculariakalkes mit sackförmiger Structur der Wand (Vegleiche die Fig. A rechts).



B. Sackförmige Structur mit *Serpula*—und *Spirorbis*kruste auf der östlichen Wand der



A. Röhrenförmige Höhlungen im *Vincularia*kalk. Westseite der Halbinsel Zjuk.