

Die südrussischen Neogenablagerungen

von N. Andrusov.

2-ter Theil.

Die Verbreitung und die Gleiderung der Sarmatischen Stufe.

Wenn die mittelmiocänen Ablagerungen im Westen Russlands einerseits und in der Krim andererseits grosse Verschiedenheiten aufweisen und grösstentheils verschiedenen Typen angehören, so besitzen die darauf sich verbreitenden Schichten eine grosse paläontologische Gleichförmigkeit. Die Art und Weise des Auftretens der sarmatischen Stufe beweist uns, dass der Eintritt der sarmatischen Epoche im pontocaspischen Gebiet durch eine weitgreifende Transgression gekennzeichnet wurde, während im Westen, im mitteldanubischen Becken keine oder sogar negative Strandverschiebungen stattgefunden haben.

Bevor wir zur Uebersicht der sarmatischen Ablagerungen übergehen, scheint es uns nothwendig, einige historische Daten über die Aufstellung des Namens «Sarmatische Stufe» vorzuschicken.

Schon Moritz Hörnes hat, während der Bearbeitung der tertiären Mollusken des Wiener Beckens, von den echten marinen Schichten des letzteren einige Ablagerungen abgetrennt, die

sich durch ihre verhältnissmässige Armuth an Fossilien und besonders durch das Obwalten einiger Cerithien kennzeichnen. Man hat ihnen den Namen von «Cerithienschichten» gegeben und dieselben an mehreren Stellen Oesterreich-Ungarns nachgewiesen. Im Jahre 1860 hat Ed. Süss die Zugehörigkeit des sogenannten «Hernalser Tegels» zu diesen Schichten nachgewiesen und schlug vor, sie als «brackische Stufe» von der tiefer liegenden «marinmediterranen» zu unterscheiden.

Aehnliche Ablagerungen wurden schon längst auch in Russland bekannt und theilweise mit den mediterranen Ablagerungen (in Volhynien und Podolien), theilweise mit den jüngeren Kalkablagerungen Südrusslands (unter dem Namen des Steppenkalces) verbunden. Jedoch schon ältere Autoren haben die Vermuthung ausgesprochen, dass der Steppenkalk mehrere Horizonte darstellt. So glaubte Leplay (1842), dass die sogenannte «pontische Steppenformation» zwei verschiedene Horizonte umfasst, einen unteren (La formation de Taganrog) und einen oberen (Kalkstein von Odessa und Novotscherkask). Murchison hat den Kalkstein von Taganrog mit den (sarmatischen) Schichten von Radkesburg in Styrien verglichen und Abich unterschied zwischen dem jüngeren Steppenkalk im Gouv. Stavropol, den er dem Odessaer Kalke parallelisirte, und dem älteren Steppenkalke mit *Maetra podolica*, welcher seiner Ansicht nach den Wiener Cerithienschichten entspricht. Der Nachweis aber, dass die sogenannten «brackischen» oder Cerithienschichten eine grosse Verbreitung in Südrussland besitzen, wurde von Barbot de Marny geliefert. Er fand aber beide Bezeichnungen für die russischen Ablagerungen unpassend und schlug vor, dieselben als «sarmatische Stufe» zu bezeichnen. Dieser Name wurde von Ed. Suess angenommen und hat eine allgemeine Verbreitung gefunden. In seiner Abhandlung «Ueber die Bedeutung der sogenannten brackischen Stufe oder der

Cerithienschichten» hat er eine genaue Definition der sarmatischen Stufe gegeben und alles Bekannte von ihrer Fauna, Flora, und Verbreitung gesammelt. Er zeigte, dass die Sarmatische Stufe überall auf den marinen Miocänschichten liegt und von den letzteren sich nicht durch das Vorkommen zahlreicher Cerithien, sondern durch eine ganz sonderbare Fauna unterscheidet. Er gruppirt alle ihm bekannte organische Ueberreste aus den Wiener sarmatischen Schichten in drei Gruppen. Die erste derselben umfasst in's Meer gebrachte terrestrische Organismenreste (circa 17 Arten), die zweite—Süsswasserorganismen (5 Arten) und die dritte—Meeresorganismen (einige Säugethiere, 6 Fische, 28 Mollusken, Foraminiferen). Land- und Süsswasserelemente haben sich grösstentheils als mit den marinen Schichten identisch erwiesen, während zwischen den marinen Formen sich viele den älteren Miocänschichten Westeuropa's ganz fremde Elemente gefunden haben.

Indem Süss die Verbreitung der sarmatischen Schichten nach Osten vom Wiener Becken, in Ungarn, an der unteren Donau, in Südrussland und bis zum Aralsee verfolgt, schliesst er, dass das Becken, aus welchem die sarmatische Stufe zur Ablagerung gelangte, eine colossale Länge besass, bei einer beträchtlichen Breite. Der damalige Zustand der geologischen Kenntnisse gestattete nicht, die äusserste östliche Grenze des sarmatischen Meeres zu bestimmen, doch glaubte Süss anfangs, dass es mit dem Eismeere in Communication stand, während eine Verbindung mit dem Mittelmeer aufhörte. Dieser Umstand erklärte, nach Süss, den Charakter der sarmatischen Fauna. Ihre Heimath suchte er «jenseits des Aral im nördlichen Asien», das Eindringen der sarmatischen Gewässer schrieb er einer Senkung in Südrussland zu.

Noch bestimmter bezeichnet Süss die sarmatische Fauna als boreal in seinem Buch «Die Entstehung der Alpen»

(1875): Hier behauptet er, dass die Verbindung der aralocaspischen Depression mit dem Eismeere die Einführung einer neuen, eigenartigen, kalten und armen sarmatischen Fauna und die Verdrängung der mediterranen mit sich führte.

Jedoch schon im Jahre 1887 trat Th. Fuchs gegen die boreale Natur der sarmatischen Fauna entschieden auf. Er zeigte, dass in der sarmatischen Fauna echte nordische Elemente fehlen, und erklärte ihre Eigenthümlichkeiten durch physikalisch-geographische Bedingungen des sarmatischen Meeres, durch die Isolirung desselben und seinen verminderten Salzgehalt. Der Nachweis wurde durch einen Vergleich der sarmatischen Fauna mit jener des heutigen Schwarzen Meeres gebracht, welche letztere gerade durch die genannten Bedingungen sich auszeichnet. Dass aber die sarmatische Fauna auch nicht ein verarmtes Ueberbleisel der vorangegangenen westeuropäischen mittelmioänen Fauna darstellt, war auch Fuchs aus dem Vorhandensein ganz fremder Formen klar. Diese Formen müssten in das sarmatische Meer aus irgend einer andern Gegend hineingedrungen sein. Indem er einen Zusammenhang mit dem Eismeere nicht anerkennt, sucht er einen andern Weg der Einwanderung. In der von mir citirten Abhandlung wird aber diese Frage nicht berührt und nur in der «Geologischen Uebersicht der jüngeren Tertiärablagerungen des Wiener Beckens» äussert Fuchs den Gedanken, dass die sarmatische Fauna einer Zweig der indischen darstellt, obwohl er keine Beweise zu Gunsten dieser Meinung anführt.

Obwohl beide Autoren, Süss und Fuchs, den Ursprung der sarmatischen Fauna an verschiedenen Orten suchen, stimmen sie darin überein, dass dieselbe sich scharf von der vorangehenden unterscheidet und eine Reihe eigenartiger Formen enthält, die in Westeuropa nirgends in den älteren Horizonten vorkommen. Diese Ansicht wird von A. Bittner bestritten.

Indem er sich auf die Literaturangaben stützt, strebt er nachzuweisen, dass die Mehrzahl der typischen sarmatischen Formen schon irgendwo in den mittelmiocänen Schichten Westeuropa's vorkommt oder hier durch nahestehende Arten vertreten ist. Somit glaubt er, dass die sarmatische Fauna in situ aus der vorangegangenen entstanden ist.

Die Behauptung Bittner's wurde stark von Fuchs kritisiert und führte zu einer theilweise sehr persönlichen Polemik zwischen beiden Autoren. Dieser Streit hat, meiner Ansicht nach, nur die Nothwendigkeit weiterer Untersuchungen im sarmatischen Gebiete nachgewiesen, und keineswegs die Frage zur endgültigen Entscheidung gebracht.

Im Jahre 1891 publicirte ich eine Studie über die sarmatische Stufe (im Bergjournal), wo ich meine Ansichten über den Ursprung der sarmatischen Fauna niederlegte. Ich unterlasse hier die Wiedergabe des Inhaltes dieser Schrift, da die vorliegende Abhandlung eine so zu sagen neue erweiterte und beträchtlich veränderte Ausgabe derselben bildet.

I.

Verbreitungsgebiet des sarmatischen Meeres.

Das sarmatische Meer bedeckte eine ungeheuere Fläche, vom Wiener Becken und von den westlichen Alpen, wo das sarmatische Meer einige tiefe Buchten bildete, bis tief in Asien hinein, wo die östlichsten bekannten Vorkommnisse unter 76° O und 46° N in den Schwefelhügeln von Kyrk-Dğulba (Wüste Karakum) und am Tedğen liegen.

In seiner Ausdehnung zerfiel das sarmatische Becken in eine

Anzahl miteinander communicirender Becken. Man kann drei solche unterscheiden:

- 1) das mitteldanubische Becken,
- 2) das pontocaspische oder Hauptbecken,
- 3) das thracische Becken.

A. Das mitteldanubische Becken.

Es bildete ein mit Inseln besäetes Binnenmeer, dessen Küsten reich gegliedert und von zahlreichen Buchten zerschnitten. Mir liegen aber leider hier (in Jurjew) nicht alle nöthigen Literaturquellen, um genauere Umrisse seiner Ufer zu reconstruiren, vor. Da auch dazu der Hauptzweck dieser Schrift die Uebersicht der russischen Neogenablagerungen zu geben ist, so stehe ich hier von der Betrachtung der mitteldanubischen sarmatischen Schichten ab.

B. Das Hauptbecken.

Inmitten dieses Beckens ragten einige Inseln heraus: I. Dobrudža, II. Krim, III. Kaukasus und IV. Karatau. Die ersten drei Inseln trennten die nördliche Hälfte des Beckens von der südlichen ab.

In der nördlichen Hälfte kann man folgende Unterabtheilungen unterscheiden:

- a) den Dacischen Golf,
- b) den Galicischen Golf,
- c) die Konkabucht.

Diese drei Golfe fließen in der Gegend von Odessa zusammen; der Dacische Golf stand im Westen durch eine wahrscheinlich sehr enge Meerenge, deren genaue Lage noch zu ermitteln ist, mit dem mitteldanubischen Becken in Zusammen-

hang, im Osten communicirte er durch die Meerenge von Küstendže mit dem südlichen Becken und im Nordosten durch die breite danubische Meerenge mit dem Galicischen Golf. Der letztere stand in einer offenen Communication mit der Konkabucht, nach Süden hingen die Gewässer beider Buchten durch die Meerenge von Sebastopol (die sich zwischen der Kriminsel und der Dobrudža-Insel befand) mit dem südlichen Becken, nach Westen durch die Azow'sche Meerenge mit dem

d) Azow'schen Antheil des sarmatischen Meeres zusammen.

Dieser letztere communicirte im Süden durch die Meerenge von Kertsch mit dem südlichen Becken und im Westen durch die Meerenge von Stawropol mit dem

e) Kaspischen Antheil des sarmatischen Meeres.

Eine grosse Insel ragte aus diesem letzteren hervor (Karatau). Eine Meerenge zwischen der Insel Kaukasus und der Halbinsel Balchan setzte dasselbe mit dem südlichen Becken in Zusammenhang.

Die südliche Hälfte bestand aus zwei Theilen:

f) einem südcaaspischen und

g) einem euxinischen.

Der südcaaspische Theil stand im Norden mit dem eben erwähnten caspischen Theile des nördlichen in Verbindung.

Im Westen von Tiflis existirte eine sehr enge Meeresstrasse (transkaukasische), welche zum Euxinischen Antheil führte. Mit der transcaspischen Meerenge standen zwei kleine Golfe in Verbindung:

h) der Golf des unteren Rions und

i) der Golf den oberen Rions.

Der euxinische Theil communicirte im Norden durch die schon erwähnten Meerengen von Kertsch, von Sevastopol und von Küstendže mit dem nördlichen Becken, an seiner Westküste bildete derselbe die Golfe von Varna und Burgas und ging

durch eine Meerenge, die unweit nach Westen von Konstantinopol lag, in das Thracische Becken über

II.

Die nördliche Hälfte des Hauptbeckens.

Der neurussische Antheil.

Der Galicische Golf.

Wir beginnen die Betrachtung der sarmatischen Ablagerungen des nördlichen Beckens mit der Galicischen Bucht, da dieselben besser bekannt sind, als die der Dacischen. Ein Theil dieser Bucht befand sich in einem Raum, welcher jetzt im österreichischen Gebiet liegt. Für diesen Theil verweisen wir auf folgende Schriften:

V. Hilber. Geologische Studien in den ostgalizischen Miocängebieten. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt. Bd. XXXII. 1882.

L. Teisseyre. Der podolische Hügelzug der Mjodoboren als ein sarmatisches Bryozoenriff. Ibidem, Bd XXXIV. 1884. Dann die Schriften von Olszewski, Dunikowski, Lomnicki etc.

Was den russischen Theil der galizischen Bucht anbelangt, so finden sich hier die nördlichsten Vorkommnisse der sarmatischen Stufe in den Gouv. Kielce und Lublin.

Im Tertiärgebiet von Kielce folgen über den Gypsschichten der mediterranen Stufe sehr verschiedenartige Gesteine, die sarmatische Conchylien enthalten. (*Cardium protractum*, *Ervilia podolica* = *Eurycina pellucida* Pusch, *Cerithium pictum*, *deforme*, *rubiginosum* und *Nassa duplicata*). Sehr deutlich sind

die sarmatischen Schichten NO vom Wuiczo-Pincow'schen Rücken als Sande und Conglomerata mit untergeordneten grauen Thonen entwickelt. Auch im SW des Rückens fehlen sie nicht, erscheinen aber meistens als dunkelgraue Thone, die bis zur Weichsel sich hinziehen, wo im Schacht Solezkaja über den Gypsen etwa 20 Faden schieferiger Thone liegen, welche *Er-vilia podolica* führen. Herr Michalski betrachtet diese thonigen Sedimente als Absätze eines tieferen Meeres ¹⁾.

Die Kielcer sarmatischen Schichten enthalten viele mediterrane Formen, immer aber im abgerollten Zustande, was auf eine secundäre Lagerstätte und auf eine Erosion, welcher die mediterranen Schichten während der Ablagerung der sarmatischen Stufe unterlagen, hinweist.

Weiter westlich hat Trejdosevicz²⁾ kleine Erosionsreste der sarmatischen Stufe im Gouv. Lublin, nämlich in den Distrikten Janov und Zamojsk entdeckt.

Eine grosse Entwicklung erreicht die sarmatische Stufe in Volhynien, Podolien und Bessarabien. Die Fossilien der sarmatischen Stufe aus Volhynien und Podolien wurden schon von Dubois de Montpereux, Andrzejowski und Eichwald beschrieben, doch trennten diese Autoren nicht scharf die zur sarmatischen Stufe gehörigen Ablagerungen von den tiefer liegenden mediterranen, sodass es mitunter sehr schwer ist, zu entscheiden, ob ein Fossil aus den Gattungen *Cardium*, *Trochus*, *Cerithium* und *Nassa* aus jenem oder diesem Horizont entstammt.

Zum ersten Male wurden die sarmatischen Schichten Volhyniens und Podoliens von Barbot de Marny scharf abgetrennt. Spätere Untersuchungen von Prof. Sinzov, und in

¹⁾ Aperçu géologique de la partie sud-ouest du Gouv. de Kielce Bull. de Com. géol. VI. 1887.

²⁾ Verh. d. Kais. Russ. Min. Ges. (2) XVII. 1892.

letzterer Zeit von A. Iwanov und Laskarev haben sehr viel zum Verständniss der volhynischen, podolischen und bessarabischen sarmatischen Bildungen beigetragen. Wir gehen hier nicht auf Details ein und werden nur einige Versuche der Gliederung der hiesigen sarmatischen Schichten näher betrachten. Schon im Jahre 1882¹⁾ unterschied Prof. Sinzov zwei sarmatische Horizonte in Bessarabien: einen unteren oder Ervilienschichten und einen oberen oder Mactrakalke. Der harte manchmal halbkrySTALLINISCHE Kalk des Toltrarückens (in Bessarabien an beiden Ufern des Dniestr's zwischen Makariewka und Ušiza entwickelt) mit *Membranipora terebrata*, *Cardium protractum* und *Modiola volhynica* bildet vielleicht einen noch tiefer liegenden Horizont.

Die Ervilienschichten bestehen aus den nicht selten oolithischen Kalksteinen und Mergel und kennzeichnen sich durch das Vorkommen von *Ervilia podolica*, *Ceridium pictum* und *Trochus angulatus*.

Der obere Horizont wird aus oolithischem oder Foraminiferenkalk zusammengesetzt, enthält sandige Einlagen und führt massenhaft «*Mactra podolica* und *ponderosa*».

Eine nähere paläontologische Charakteristik gab Prof. Sinzov viel später²⁾. Dabei hat er einen besonderen Horizont des Membraniporakalkes nicht mehr anerkannt. Alle neurussischen sarmatischen Schichten werden jetzt in zwei Abtheilungen gegliedert:

untere Abtheilung oder Ervilienschichten und
obere Abtheilung oder Nubeculariensichten.

Für die Ervilienschichten sind nach Prof. Sinzov charakteristisch:

¹⁾ Geol. Untersuchung Bessarabiens. Mat. zur Geol. Russlands Bd. XI. 1882.

²⁾ Ueber die paläontologischen Beziehungen des neurussischen Neogen. Sap. Novor. Obšč. Est. Bd. XXI, Lief. 2.

<i>Microporella terebrata</i> Sinz.	<i>Cerithium nodosoplicatum</i> Hörn.
<i>Ervilia podolica</i> Eichw.	» <i>disjunctum</i> Sow.
<i>Cardium plicatum</i> Eichw.	<i>Trochus quadristriatus</i> Dub.
» <i>protractum</i> Eichw.	» <i>affinis</i> Eichw.
» <i>latisulcatum</i> Mü.	» <i>angulatus</i> Eichw.
<i>Cerithium Peneckeii</i> Hilb.	» <i>prosiliens</i> Eichw.
» <i>mitrale</i> Eichw.	

Sowohl in den Ervilienschichten, als auch in den Nubecularienschichten kommen folgende Arten vor:

<i>Mactra variabilis</i> Sinz.	<i>Trochus podolicus</i> Dub.
(<i>ponderosa</i> Eichw).	» <i>pictus</i> Eichw.
<i>Tapes gregaria</i> Partsch.	» <i>albomaculatus</i> Eichw.
<i>Solen subfragilis</i> Eichw.	<i>Nassa duplicata</i> Sow.
<i>Cardium obsoletum</i> Eichw.	» <i>duplicata-Vernewili</i> Sinz.
» <i>irregularare</i> Eichw.	» <i>Vernewili</i> Sinz.
<i>Modiola volhynica</i> Eichw.	<i>Bulla Lajonkaireana</i> Bast.
» <i>navicula</i> Dub.	» <i>truncata</i> Ad.
» <i>marginata</i> Eichw.	<i>Hydrobia Frauenfeldii</i> Hörn.

Nur den Nubecularienschichten sind fast 80 Arten eigenthümlich, dazwischen sind am meisten charakteristisch:

Nubecularia novorossica Karr. et Sinz.
Membranipora lapidosa Pall.

und andere Bryozoen.

<i>Cardium Fittoni</i> d'Orb.	<i>Cardium semisquamosum</i> Sinz.
» <i>Loveni</i> Nordm.	» <i>Döngingki</i> Sinz.
» <i>Fischerianum</i> Döng.	» <i>Vernewilianum</i> d'Orb.
» <i>pseudo-Fischer.</i> Sinz.	<i>Modiola Denysiana</i> d'Orb.
» <i>papyraceum</i> Sinz.	» <i>Fuchsi</i> Sinz.

Maetra podolica Eichw. *Donax Hörnesi* Sinz.
» *tapesoides* Sinz. *Pholas pusilla* Nordm.

Zahlreiche *Trochus* (29 Arten, die wichtigsten sind: *Tr. Voronzovi* d'Orb., *Blainvillei* d'Orb., *Rollandianus* d'Orb., *Adelae* d'Orb., *Philippi* Nordm., *angulatiformis* Sinz., *Omaliusi* d'Orb. und and.) *Phasianella elongatissima* d'Orb. und andere Arten (4 Arten).

Delphinula squamosospinosa Sinz.

Nassa duplicata-Hörnesi Sinz.

» *subspinosa* Sinz.

» *substriatula* Sinz.

Cerithium Menestrieri d'Orb.

» *Comperei* d'Orb.

» *Taitbouti* d'Orb.

Acmaea. 6 Arten.

Bulla monstrosa Sinz.

» *plicatilis* Sinz.

Odostomia (2), *Littorina* (2), *Hydrobia substriatula*, *Ammnicola*, *Valvata*.

Im Cherson'schen treten nach Sinzov in höheren Lagen dieser Abtheilung Zwischenlagen auf, welche Land- und Süßwassermollusken zusammen mit *Maetra variabilis* und *Maetra Bignoniana* führen.

Der Versuch einer viel detaillirten Gliederung der sarmatischen Schichten wurde von A. Iwanov gemacht. Dieser Autor hat die podolischen sarmatischen Schichten in eine ganze Reihe eng begrenzter Horizonte abgetheilt, die er paläontologisch charakterisirte. In dem von A. P. Iwanov untersuchten Gebiete (linkes Ufer des Dniestr zwischen Kamenka und dem Dorf Jagorlyk) unterscheidet er folgende Horizonte:

I. Der zu unterst liegende (auf Kreidemergeln) mit *Cerithium mediterraneum* Desh., aff. *rubiginosum* Eichw., *pictum* Bast.

II. Der folgende Horizont enthält: *Cerithium disjunctum* (var. b), *Cer. pictum* Bast.

III. Noch höher folgen die Schichten mit *Cer. nodosoplicatum* Hörn. (var.), *Cer. disjunctum* Sow. (var. und typus), *Cer. pictum* Bast.

IV-ter Horizont enthält: *Cer. rubiginosum* Eichw., *nodosoplicatum* Hörn. (typ.), *Cer. nympha* Eichw., *Cer. mitrale* Eichw. var. *bicostata*.

V-er Horizont enthält: *Cer. mitrale* Eichw. var. *bijuga* Eichw., *Cer. nodosoplicatum* Hörn.

VI-ter Horizont enthält: nur *Cer. disjunctum* var.

Diese sechs Horizonte bilden die untere Abtheilung der podolischen sarmatischen Schichten, die A. Iwanov als Cerithienschichten ausscheidet. Hier fehlt der typische *Trochus podolicus* Dub. *Mactra Fabreana* d'Orb. kommt nur im V-ten Horizont zum Vorschein, *Ervilia podolica* ist sehr verbreitet.

Die höhere Abtheilung vermochte A. Iwanov nicht in enger begrenzte Horizonte abzuthellen. Für diese höhere Abtheilung ist eine überaus starke Entwicklung der *Mactra Fabreana* d'Orb. und das Auftreten von *Trochus podolicus* charakteristisch, *Ervilia podolica* fehlt. *Nassa duplicata* kommt in viel grösseren Exemplaren vor, als in den Cerithienschichten. Zu der *Tapes gregaria* typ., die schon in den letzteren zu Hause ist, gesellen sich in den höheren Schichten noch *Tapes Vitaliana* und *Tapes Menestrieri* d'Orb.

A. Iwanov vermuthet, dass in der oberen Abtheilung die Anzeichen von zwei Horizonten sich vorfinden: eines unteren, wo der typische *Trochus podolicus* vorkommt, und eines obe-

ren, wo *Turbo Omaliusi*, *Turbo chersonensis* und sehr grosse *Nassa duplicata* sehr verbreitet sind*).

Ich gestatte mir die Bemerkung, dass eine so weit gehende Eintheilung in Horizonte, wie sie A. Iwanov vornimmt, wohl eine locale Begründung haben kann, doch können diese Horizonte keine allgemeine Bedeutung darstellen. Erstens sind sie auf Cerithien gegründet, die keineswegs eine ubiquitäre Verbreitung in den sarmatischen Schichten geniessen. Sie fehlen zum Beisp. vollkommen in den Krimokaukasischen sarmatischen Schichten. Dann gelten sie ausschliesslich für kalkige Seichtwasserablagerungen, zu welchen ja fast alle bessarabisch-podolische sarmatischen Bildungen gehören. Endlich sind mehrere der genannten Cerithien keine typische sarmatischen Arten, weil sie auch in den tiefer liegenden mediterranen Schichten vorkommen.

Die Gliederung Sinzov's scheint eine allgemeinere Bedeutung zu besitzen. Die Ervilienschichten Sinzov's entsprechen den Cerithienschichten Iwanov's und die Nubecularienschichten den höheren Horizonten desselben. Es ist aber nicht rathsam, diese Namen (Ervilien- Cerithien- und Nubecularienschichten) als Horizonte zu behalten, denn sie sind nur auf gewisse Facies der unteren und der oberen sarmatischen Schichten anwendbar. So habe ich in den untersarmatischen Thonen von Kertsch nur an einer Stelle und nur ein Paar Exemplare *Ervilia podolica* gefunden.

Wohl fehlt auch die *Nubecularia novorossica* in der Krim, bei Kertsch und am Mangyschlak nicht²⁾, doch ist sie nicht

¹⁾ Paläontologische Daten zur verticalen Gliederung der Podolischen sarmatischen Stufe. Bull. de Soc. des Natural. de Moscou. 1893. N. 2—3. (russ.)

²⁾ In einer neulich erschienenen Schrift (Bemerkungen über Nubecularien-Kalkstein von Kasperowka-Nikolaewka. Schr. d. neuruss. Naturf. Gesellschaft XXXI. Lief. 2) bemerkt Prof. Sinzov: «Diese Thatsache weist darauf hin, dass

überall vorhanden. So enthalten zum Beisp. die Vincularienkalke und Mergel von Kertsch, die ihrer Fauna nach dem Kalkstein von Kischenev vollkommen entsprechen, keine Nubecularien. Das Vorkommen der letzteren scheint an gewisse bathymetrische Verhältnisse gebunden zu sein.

Auch scheint es mir besser, die oberen Lagen der sarmatischen Schichten des Cherson'schen Gouvernements mit Beimengung der Süßwasserformen, als eine besondere dritte Abtheilung der sarmatischen Stufe zu betrachten. Sie scheint im bessarabisch-podolischen Antheile zu fehlen oder schwach vertreten zu sein. Sie ist sehr gut im Cherson'schen Gouvernement, sowie weiter nach Osten entwickelt. Bevor wir aber zu den sarmatischen Ablagerungen im Cherson'schen und am unteren Dniepr übergehen, scheint es nothwendig, noch Einiges über die gegenseitigen Verbreitungsverhältnisse der beiden in Volhynien, Podolien und Bessarabien vorkommenden Horizonte, sowie über die Frage vom Toltrakalke zu sagen.

Ueber die ersten giebt uns die letzt erschienene Arbeit Laskarev's Bescheid¹⁾. Er zeigte, dass im nördlichen Theil der Galizischen Bucht, etwa von 48° N. Breite übersarmatische

der Nubecularienkalk nicht nur an der westlichen Grenze Südrusslands (Bessarabien, Volhynien und Podolien) vorkommt, sondern dass er wenigstens das Gebiet des Cherson'schen Gouvernements erreicht d. h. den Nebenfluss des Ingul, Gromokleja. Er hat dabei übersehen, dass ich schon mehrmals auf das Vorkommen des Nubecularienkalkes in der Krim (Aisch, Kronenthal, Aibar, Suja, siehe «Die Schichten mit *Spaniodon Barboti* Stück. Schr. d. St. Petersburger Naturforscherges. 1887», auch K. K. von Vogdt) bei Kertsch (Djautepe, siehe «Geologische Beobachtungen in der Westhälfte der Halbinsel Kertsch. Schr. d. euruss. Naturforscherges. XI, 2, p. 86; Dđermaj-Kačik, siehe «Neue geologische Untersuchungen auf der Halbinsel Kertsch. Ibid. XIV, 2, p. 195) und endlich am Nordabhang des Karatau (Mangyschlak) (Compte rendu préliminaire sur les recherches géologiques à l'est de la mer Caspienne. Travaux de l'expédition Aralocaspienne, Kivr.) hingewiesen habe.

¹⁾ Laskarev. O sarmatskich otloženjach njekotoryh mjest Volynskoj gubernii. Sap. Novoross. Obšč. Est. XXI, 2.

Schichten fehlen; hier sind nur Ervilienschichten vorhanden. Der südliche Theil zerfällt in zwei Bänder: das westliche Band zieht sich durch westliche Distrikte Volhyniens und Podoliens durch Galizien, den nördlichen Theil Bessarabiens, durch die Bukowina und West-Moldau, das östliche, zuerst eng, fängt etwa bei Rowno an und zieht sich, immer breiter werdend, gegen Süden.

Im westlichen Band sogar in den höchsten Punkten, fehlt der obere (Nubecularien-) Horizont gänzlich. Nur Ervilienschichten, bis 50' Meter mächtig, sind vorhanden. Ausser den von Sinzov als für Ervilienschichten charakteristischen Fossilien führt Laskarev noch *Syndesmia reflexa* und *Donax dentiger* an. Ausserdem kommen in den tiefsten sarmatischen Schichten von Zalisze *Lucina Dujardini*, *Crisia eburnea* und zahlreiche, Foraminiferen vor (*Rheophax*, *Miliola*, *Spirillina*, *Haplophragmium*, *Nodosaria*, *Polystomella*, *Rosalina*, *Truncatulina*, *Cornuspira*, *Thuramina*, *Allomorphina*, *Globigerina*, *Pulvinulina* und *Pullenia*).

Im östlichen Band sind die Ervilienschichten durch Nubecularienschichten überlagert. Ob die östliche Grenze der Verbreitung der Nubecularien- und Ervilienschichten zusammenfällt, oder die Grenze der Nubecularienschichten östlicher lag, bleibt noch dahingestellt: die Nubecularienschichten sind längs dieser östlichen Grenze denudirt.

Im Bereich der Ervilienschichten haben Serpulenkalke grosse Verbreitung. Insbesondere interessant ist das Verhältniss dieser Serpulakalke zu dem sogenannten Toltra-rücken oder den Mjodoboren. Wir haben schon diesen Rücken im ersten Theil dieser Uebersicht erwähnt. Wie wir wissen, haben Barbot de Marny und andere Autoren den massiven Kalkstein, welcher diesen Rücken aufbaut, für Ueberreste eines sarmatischen Bryozoenriffes gehalten. Man stützte sich dabei

auf das Vorkommen der «*Eschara lapidosa* Pall.» und einiger sarmatischen Conchylien in Toltrakalken. Da das Liegende derselben, wo man dasselbe beobachten konnte, die mediterranen Schichten bilden, so glaubte seinerzeit I. Sinzov¹⁾, dass die Toltrakalke vielleicht das unterste Niveau der sarmatischen Stufe darstellen. Zu gleicher Zeit zweifelte er, dass diese Kalke ein wahres Bryozoenriff vorstellen, weil sie nicht überall aus Bryozoen bestehen, an manchen Stellen sind es Serpeln oder Bivalven, an der Kamenka findet man sogar *Pecten*, *Ostrea* und andere mediterranen Arten. Aehnliche Vorkommnisse wurden auch in Galizien von Olczewski bemerkt. Da der letztere oftmals mediterrane Versteinerungen hoch am Toltrarücken, in einem höheren hypsometrischen Niveau, als seitwärts liegende typische sarmatische Schichten, beobachtete, so glaubte er, dass in Galizien eine besondere «marine übersarmatische» Stufe existire. Die Herren Hilber und Teisseyre bestätigten das Vorkommen von *Haliotis*, *Pecten*, *Lima* und *Lithodomus* im Pleuroporakalkstein, wie sie den Toltrakalk bezeichnen²⁾. Da Teisseyre wichtige Gründe anführte, nach welchen es schien, dass der Pleuroporenkalkstein eine heteropische (riffartige) Entwicklungsform der seitwärts liegenden sarmatischen geschichteten Sande ist, so betrachtete er das angeführte Vorkommen als ein Ueberleben der mediterranen Formen in der sarmatischen Riffacies. Das hohe hypsometrische Niveau, in welchem man mediterrane Conchylien am Toltrarücken findet, und welches Olczewski Veranlassung gab, seine übersarma-

¹⁾ Sinzov. Geologičeskoje izsledovanie Bessarabii. Mat. dlja Geologii Rossii. XI. 1882. (russ.)

²⁾ Nach *Pleuropora lapidosa*, welcher Name jedoch zu streichen ist, erstens weil *Pleuropora lapidosa* eine *Membranipora* ist, zweitens: weil die im Toltrakalke häufige Bryozoe einer von der Kertscher Art verschiedenen Form angehört (Nach Sinzov, *Microporella terebrata*).

tische Stufe zu creiren, wurde auch von diesem Standpunkte verständlich, da die Riffgesteine obwohl mit den benachbarten geschichteten gleichzeitig, nicht im gleichen Niveau mit denselben zu liegen brauchen. Doch war die Anzahl mediterraner Arten, die im «Pleuroporenkalk» gefunden waren, zu gross. (In der letzten Arbeit von Teisseyre¹⁾ sind 38 mediterrane Conchylien, Korallen, Krabben und Echiniden angeführt). Dieser Umstand stimmt sehr wenig mit dem allgemein anerkannten halbmarinen Charakter der sarmatischen Stufe überein. Sowohl dieser, als auch viele andere Umstände erregten Zweifel, welche durch Untersuchungen von Michalski²⁾ gelöst wurden. Dieser Geologe wies nach, dass der Kern des Toltra-Rückens nicht aus dem sarmatischen, sondern aus mediterranem Korallenführendem Kalk besteht (als Vermetuskalk bezeichnet). Dieser Kern bildete sich nach Michalski schon zur Mediterranzzeit in der Art eines wahren Barriere-riffes. Mit dem Eintritt der sarmatischen Epoche hörte das Leben der Korallen und auch der riffliebenden Organismen (*Haliotis*, *Lithodomus*, *Conus*, *Cypraea*, *Vermetus*) auf, und das abgestorbene Riff wurde von verschiedenartigen sarmatischen Ablagerungen umhüllt. Unten an den Flanken (an der Ostseite der Barriereriffes) breiteten sich unmittelbar auf den geschichteten mediterranen Schichten ebenso geschichtete, weiche oolithische Kalke mit *Ervilia podolica* aus. Manchmal findet man dieselben auch auf der Rückenlinie des Toltramassivs, in den Vertiefungen des Vermetuskalkes, wo sie auch Rissoen, *Trochus (sannio* Eichw.) und *Serpula gregalis* enthalten. Gewöhnlich aber wuchsen auf dem Rücken des Toltramassivs (also näher zur Meeresoberfläche), auf der felsigen Bank des ehemaligen Riffes *Serpula* und Bryozoen-

¹⁾ W. Teisseyre. O charakterze fauny kopalnej Mjodoborow. Krakow. 1895.

²⁾ A. Michalski. Sur la nature géologique de la chaîne de collines, nommées Toltry Bull. Com. géol. XIV, Nr. 4. 1893.

Anhäufungen (von *Microporella terebrata* Sinz.), in welchen auch *Cardium protractum*, *Modiola navicula* und *Rissoa angulata* sich nisteten. Hier und da werden sie vom Vermetuskalk durch den Ervilienkalk getrennt und, wie es scheint, keilen sie sich mit der Entfernung von dem Riffe aus, dabei gehen sie sogar in geschichtete mergelige Gesteine über. Die Serpula- (Bryozoen-) kalke sind also isopische Analoga des Vermetuskalkes: die Serpeln und Bryozoen setzten in der sarmatischen Epoche jene Arbeit fort, welche die Korallen während der mediterranen Zeit ausführen, und haben also zur Verschärfung jener Reliefzüge beigetragen, welche das mediterrane Barriereriff bedingt hat. Da die Serpulakalke die höchste Lage im Toltrarücken annehmen, so rechnet sie Herr Michalski zu den obersten sarmatischen Schichten und vergleicht sie mit dem Bryozoenkalk von Kertsch. Diese Ansicht kann nicht bestehen, schon die Verbreitung der Ervilienschichten spricht dagegen. Auch die darin vorkommenden Versteinerungen, wie zum Beisp. *Cardium protractum*, gehören den untersarmatischen Schichten an.

Kehren wir jetzt zu den Nubeculariensichten zurück. Sie bedecken also gegen Westen und Südwesten die Ervilienschichten und nehmen grosse Flächen in Podolien und Bessarabien ein. In Bessarabien liegen auf den Nubeculariensichten concretionenführende Sandsteine und dunkelgrüne Thone, ohne Versteinerungen, welche Prof. Sinzov schon zu seiner Dosinienstufe, d. h. zur mäotischen Stufe (mihi) zurechnet. Da die Fossilien fehlen, so ist diese Zurechnung nur auf der Vermuthung gegründet, dass die Nubeculariensichten den jüngsten sarmatischen Horizont darstellen. Da man jedoch im Cherson'schen und weiter gegen Osten noch eine weitere höhere Abtheilung der sarmatischen Schichten unterscheiden kann (die Schichten mit *M. caspia*), und nur auf dieselben die mä-

otische Stufe folgt, so können wir wenigstens einen Theil der bessarabischen fossileeren Schichten noch als obersarmatisch betrachten. In der That treffen wir SW von Kišinev am Lopušna-fluss über den typischen sarmatischen Schichten Sande, in welchen neben einer Anzahl mariner sarmatischer Arten (*Maetra podolica*, *Donax lucida*, *Tapes vitaliana*, *Cardium Fittoni*, *Solen subfragilis*, *Nassa duplicata*, *Trochus Omaliusi* etc.) auch folgende nicht marine Formen vorkommen:

Congeria sub-Basterotti Sinz. non Tourn.

Anodonta unioides Sinz.

Planorbis cornu Brong.

Micromelania laevis Fuchs.

Neritina crenulata Klein.

» *Pseudograteloupana* Sinz.

Melanopsis Sinzovi Brus.¹⁾

» *Andrusovi* Brus.

Valvata biformis Sinz.

Prof. Sinzov betrachtet diese Schichten als Uebergangsschichten, d. h. als zu der mäotischen Stufe gehörig. Zu Gunsten dieser Meinung scheint, nach Sinzov, die Mischfauna und hauptsächlich das Vorkommen von «*Congeria sub-Basterotti* Tourn.» zu sprechen. Prof. Sinzov glaubt, dass die hier auftretende *Congeria* mit einer Kertscher Form identisch ist, die in den oberen mäotischen Ablagerungen vorkommt und früher auch als *Cong. sub-Basteroti* bestimmt wurde. Es zeigte sich aber später, dass die Kertscher *Congeria* mit dem französischen Prototypus nicht identisch ist. Die Form von Lopušna ist auch weder mit der Kertscher noch mit der fran-

¹⁾ Brusina. Verhandlungen d. K. K. Geol. R. A. 18.

zösischen Form gleich. Was die marinen Elemente der Lopusnaer Fauna anbelangt, so sind es nur typisch sarmatische Arten, die bezeichnenden mäotischen Formen fehlen (wie *Dosinia exoleta* etc.). Wir sind deshalb geneigt zu glauben, dass die Lopusnaer Sande noch den obersarmatischen Schichten angehören und sogar nicht den obersten Horizonten derselben.

Mit den Schichten von Lopusna sind ohne Zweifel die Ablagerungen von Raducaneni¹⁾ identisch (Moldau, Distrikt Falceu, Pruth-thal), wo nach Sabba Stefanescu folgendes Gemisch der marinen und Süßwasserformen sich findet:

- Cerithium lignitarum* Eichw.
- » *disjunctum* Sow.
- « *rubiginosum* Eichw.
- Buccinum baccatum* Bast.? (*Nassa duplicata* Sow.)
- Turbo Neumayri* Cob. (= *Omaliusi* d'Orb.)
- Mactra podolica* Eichw.
- Tapes gregaria* Partsch.
- Cardium Fittoni* d'Orb.
- » *obsoletum* Eichw.
- Modiola marginata* Eichw.
- Dreissensia polymorpha* Pall. (= *Cong. Sub-Basteroti* Sinz?).
- Melanopsis Sinjana* (Brus.) (= *Sinzovi* Brus.)
- » *Bouei* Fer.
- Neritina Constantiae* Sabba (= *crenulata* Sinz.)
- Limnium moldavicum* Sabba.
- Hydrobia vitrella* Brus.

In dem westlichen Theil des Cherson'schen Gouvernements, der an Podolien und Bessarabien grenzt, besitzen die sarmati-

¹⁾ Sabba Stefanescu. Les terrains tertiaires de la Roumanie. Mém. Soc. Géol. France. 1896, p. 6.

schen Bildungen noch dieselbe Entwicklung, wie dort. Im Distrikte Tyraspol am Dniestr und am Jagorlyk sieht man mittelsarmatische Oolithe mit der gewöhnlichen reichen Fauna, in welcher die Cerithien häufig sind. Höher liegen in dieser Gegend, nach Sokolov, unregelmässig geschichtete Sande mit Geröllen des Karpathensandsteins und schwarzen Feuersteins. Im Odessaer Distrikte treten an der Stelle dieser fluviatilen Ablagerungen kalkigmergelige oder thonige Gebilde auf. Grüne und blaue Thone¹⁾ walten im Westen, Kalke und Mergel im Osten des Distriktes ob.

Sie enthalten massenhafte Anhäufungen von zwei *Maetra*-arten, die Prof. Sinzov als *Maetra variabilis* und *Maetra Bignoniana* bestimmt. Zusammen mit denselben, vermischt oder in besonderen Lagen kommen Süßwasser- und Landmollusken (*Vivipara novorossica*, *Planorbis cornu* Brong., *Limnaea*, *Melanopsis*, *Unio atavus* Partsch, *Partschii* Sinz., *Neumayri* Sinz., *Anodonta*, *Helix Duboisi* Bailly, *pseudoligata* Sinz.) vor. An manchen Stellen findet man Kalksteine mit einer eigenthümlichen Structur, welche Prof. Sinzov den Kalkalgen (*Lithophyllum*) zuschreibt. Diese Schichten sind in den Thälern mehrerer kleiner Flüsse (Kujalnik, Tiligul etc.) und am Bug aufgeschlossen, am Meeresufer sieht man sie nicht mehr; in den Bohrlöchern bei Odessa aber trifft man unter den mäotischen Schichten zuerst Ablagerungen (grüne und schwarze Thone und Mergel) mit *Maetra*, *Unio* und *Vivipara novorossica*, tiefer erscheinen verschiedenartige thonige Sedimente mit Kalkstein- und Mergellagen, welche Repräsentanten der gewöhnlichen sarmatischen Fauna (*Cardium Fittoni*, *Solen subfragi-*

¹⁾ Welche den höher liegenden mäotischen Thonen so ähnlich sind, dass ihre gegenseitige Unterscheidung sehr erschwert wird (Sinzov). Das bestätigt unsere Vermuthung, dass die Sande und grünen Thone Bessarabiens nicht mäotisch, sondern obersarmatisch sind.

lis, *Bulla Lajonkaireana*, *Cardium* cf. *obsoletum*, cf. *plicatum*, *Membranipora*) enthalten. Unter den sarmatischen Schichten liegen wahrscheinlich paläogene Schichten mit Ostracoden und Foraminiferen, und zu unterst mit *Ostrea prona* und *Pecten bellicostatus*. Die Angaben sind meistens noch ungenügend und theilweise unzuverlässlich, um die Eintheilung der sarmatischen Schichten unter Odessa in Horizonte vorzunehmen. *Cardium Fittoni* weist auf Nubecularienschichten, *Cardium* cf. *protractum* auf Ervilienschichten hin.

Jedenfalls erscheinen im Odessaer Districte die Schichten mit *Maetra Bignoniana* (= *caspia*), *M. Fabreana* var. *crassicollis* Sinz. und *Unio*, *Vivipara*, *Helix* als die oberste Abtheilung der sarmatischen Schichten, welche wir als besonderen, an und für sich charakteristischen Horizont, und nicht als eine Facies der Nubecularienschichten, wie Prof. Sinzov zu glauben scheint, zu betrachten geneigt sind. Diese obere Abtheilung scheint im nördlichen Theil des galizischen Golfes ganz zu fehlen, ist in Central-Bessarabien durch fossillere Sande und Thone, im westlichen Theil des Cherson'schen Gouvernements durch die eben betrachteten Schichten mit einer Mischfauna vertreten. Die Selbstständigkeit dieser Abtheilung bestätigt sich durch weite Verbreitung derselben. Man findet dieselbe, immer in denselben stratigraphischen Verhältnissen, in der Krim, am Tschalonchamur (Ergeni), und an beiden Seiten des nördlichen Kaspischen Meeres wieder. Hier fehlen überall die Süswasserelemente und als charakteristisches Fossil gilt *Maetra caspia*, weshalb ich diese Abtheilung weiterhin als Schichten mit *Maetra caspia* bezeichnen werde.

Es ergibt sich also für die galizische Bucht folgende, Dreitheilung der sarmatischen Stufe:

1) Obere Abtheilung. Fehlt im Norden. In Central-Bessarabien als grüne fossillere Thone entwickelt. Ein Theil

der sogenannten «Balta'schen» Ablagerungen gehört auch wahrscheinlich hierher. Im Cherson'schen als Thone und Kalke mit *Maetra caspia*, *Maetra bulgarica* Toula, *Unio*, *Vivipara Helix* etc.

2) Mittlere Abtheilung. Nubecularienschichten. An einigen Stellen in höheren Horizonten mit Beimengung der Süßwasserformen (Lopušna und Raducaneni).

3) Untere Abtheilung. Ervilienschichten; Serpula- und Membraniporakalke des Toltrarückens.

Dieses Schema lässt sich gut auf einige Gebiete anwenden, wie wir aus der weiterhin folgenden Uebersicht sehen werden.

Bug- und Dniepr-Becken (Konka-bucht).

Von den oberen sarmatischen Schichten am unteren Bug haben wir schon berichtet. Gegen Norden findet man tiefere Horizonte; so bei Vosnesensk (Kantakusovka) treten Kalke auf, die nach Barbot (Geol. Skizze des Cherson'schen Gouvernements p. 72—73) *Maetra podolica*, *Cardium Fittoni*, *obsoletum*, *Buccinum duplicatum*, *Trochus podolicus* führen und mit weissen Sanden wechsellagern. In derselben Localität findet sich auch eine interessante Thonschicht mit *Unio* und *Paludina*, welche Prof. Sinzov anfangs zur mäotischen Stufe zählte, welche aber später von N. Sokolov und von ihm selbst zu den uns schon bekannten obersten Horizonten der sarmatischen Schichten gestellt wurde. Nach N. Sokolov (Hydrogeologische Untersuchungen im Cherson'schen Gouv. p. 17) liegen über der Schicht mit Süßwasserconchylien hier noch Sande mit den Lagen jener hochbuckeligen Varietät von *Maetra Fabreana*, welche für die oberen sarmatischen Schichten des Cherson'schen und Jekaterinoslaw'schen Gouvernements charakteristisch ist (wahrscheinlich var. *crassicollis* Sinz.) Am

Ingul beobachtet man eine directe Auflagerung der weissen Kalke mit «*Mactra podolica*» auf dem Granite (Annowka). Etwas südlicher (Belaja gora) beobachtet man (Barbot, l. c. p. 84—85) lithographische Kalke und gelbliche Mergel mit *Cardium protractum* und *Mactra podolica*, darunter grünliche Mergel mit *Mactra podolica*, *Cardium Fittoni*, *obsoletum* *Tapes gregaria*, *Turbo chersonensis*.

Am Unterlauf des Dniepr's sind die sarmatischen Schichten stark entwickelt und füllen eine breite Bucht aus, welche nach Norden bis zu Jekaterinoslav und nach Osten bis zum Meridian von Berdiansk reicht. Von Südosten bildet die Grenze dieser Bucht das Azow'sche krystallinische Massiv. Zwischen der Halbinsel, welche dasselbe im sarmatischen Meere bildete und der Krim'schen Insel setzte eine breite Meerenge diese Bucht, welche ich im ersten Theil dieser Uebersicht als Konkabucht bezeichnete, mit dem Azow'schen Theil des sarmatischen Meeres in Zusammenhang.

Die sarmatischen Schichten dieses Gebietes sind dank den Untersuchungen von N. Sokolov am besten bekannt. (Frühere Autoren, welche über dieses Gebiet geschrieben haben, sind Kontkiewicz, Klemm und and.). Im Bereiche des 48. Blattes der allgemeinen geologischen Karte Russlands welches einen grossen Theil der Konkabucht umfasst, stellt die sarmatische Stufe zwei verschiedene Facies dar: eine kalkige und eine thonig-sandige. Die Kalksteine sind im Westen und Südwesten des Blattes, thonig-sandige Ablagerungen im Nordosten und Osten entwickelt. Dieser Umstand erklärt sich dadurch, dass von der östlichen Seite das Ufer des sarmatischen Meeres von krystallinischen Gesteinen gebildet war. Die verticale Vertheilung der organischen Reste ist noch ungenügend bekannt. Nach N. Sokolov kommen in den untersten sarmatischen Schichten an dem Konkfluss fast ausschliesslich *Syndesmia*

cf. *apelina* und *Mactra Fabreana* d'Orb. var., zu welchen noch eine stark verlängerte Varietät von *Tapes gregaria* sich gesellt, sowie eine *Bulla*. In den höher liegenden Sanden wird *Syndesmia* seltener, die eben erwähnte Varietät waltet ob und mengt sich mit *Cardium* cf. *plicatum*, cf. *obsoletum*, *praeeplicatum* Hilb. (?) und *Bulla Lajonkaireana*, *Bulla* sp., *Valvata* sp., *Trochus Rollandianus* d'Orb. Noch höher (in den Sanden) wird die Fauna reicher: hier erscheinen typische sarmatische Formen, wie *Cardium obsoletum*, *plicatum*, *Modiola volhynica*, *marginata*, *Donax lucida*, typische *Tapes gregaria*, *Nassa duplicata*, *Solen subfragilis* und *Pholas* aff. *dactylus*. Die noch höher folgenden Schichten enthalten grosse *Cardium Fittoni*, *obsoletum*, *Tapes gregaria*, *Mactra Fabreana*.

Weiter nach Südwesten kommt hauptsächlich nur *Mactra Fabreana* sowohl in typischer dicker, gekielter Form, als auch in zwei Varietäten vor, deren eine dickschalig und hochbuckelig, die andere dünnschaliger, in die Länge gezogen und mit wenig vorragendem Wirbel versehen ist (*Mactra caspia*). Die Zwischenlagen von weissem Mergel in den grünen Thonen, welche die höchsten Horizonte der sarmatischen Stufe bilden, bestehen nur aus Steinkernen und Abdrücken von *Mactra*.

An dem Konkaffluss liegen die sarmatischen Schichten auf marinmediterranen, gegen Südwesten werden dieselben, wie schon gesagt, kalkiger, obwohl stellenweise auch hier im sarmatischen Meere Untiefen existirten, an welchen, wie zum Beisp. zwischen Käiry und Klostendorf am Dniepr, Grand- und Sandbildungen zur Ablagerung kamen.

Die oben betrachtete Aufeinanderfolge der organischen Reste in den sarmatischen Schichten von Konka und südwärts stimmt ziemlich gut mit der angenommenen Dreitheilung der Stufe überein. Die höchsten Lagen zeichnen sich durch fast aus-

schliessliches Vorkommen der Mactren, dazwischen von *Maetra caspia* und wahrscheinlich von *M. Fabreana* var. *crassicollis* Sinz. aus. Tiefer erscheint die gewöhnliche sarmatische Fauna, mit den für die mittleren sarmatischen (Nubecularien-) Schichten charakteristischen Arten (*Cardium Fittoni*, typische *Maetra Fabreana*) und zu unterst sieht man Syndesmien (wie in Podolien und bei Kertsch), kleine abweichende Cardien und eine dünne Varietät von *Maetra Fabreana*. *Ervilia podolica* kommt nur selten vor, was noch einmal die Unbequemlichkeit der Bezeichnung «Ervilienschichten» für untersarmatische Schichten beweist.

Südwärts vom Dniepr, zwischen Dniepr, Moločnaja und den Küsten des Azow'schen Meeres, des Siwaš und des Golfes von Karkinit sind die sarmatischen Schichten durch jüngere Bildungen bedeckt und werden nur in Bohrlöchern gefunden (Melitopol, Atmanaj, Preobraženka). Während die sarmatischen Schichten an der Nordgrenze ihrer Verbreitung bis zu einer Höhe von etwa 150 Meter aufsteigen, sinken sie gegen Süden immer tiefer und tiefer. Nach Sokolov liegt die obere Grenze der sarmatischen Stufe am Konkafluss in 117 M. über dem Meeresspiegel, und die untere in 104 M.; bei Timošewka befindet sich die obere Grenze in der Höhe von etwa 20—25 M. im Meeresniveau liegen hier dunkelgraue Thone mit *Ervilia podolica*, in den Bohrlöchern von Melitopol in der Höhe von 10—15, während die untere Grenze in 50 M. unter dem Meeresniveau angetroffen wurde. Bei Preobraženka liegt auch die obere Grenze des Sarmatischen tief unter dem Meeresspiegel (120 M. unter der Oberfläche).

Die Unterlage der ganzen Krim'schen Steppe wird durch die sarmatischen Ablagerungen gebildet; an die Tagesoberfläche treten sie: am Tarchankutplateau, längs des Nordfusses des Taurischen Gebirges und auf der Halbinsel Kertsch.

Am Tarchankutplateau liegen dieselben zwischen den mäotischen und den Oligocänschichten. Nach Konst. von Vogdt stellen die sarmatischen Kalksteine des Tarchankutplateau's zwei Horizonte dar:

a) einem unteren — oolithischen, mit *Nubecularia novorossica*, *Mactra ponderosa*, *Cardium obsoletum*, *Tapes gregaria*, *Trochus podolicus*, *Blainvillei*, *Voronzowi*, etc.;

b) einen oberen, mit *Mactra podolica*, *ponderosa* und *caspia*.

Denselben Horizont mit *Mactra caspia* beobachtete ich bei Aiš, N. von Sevastopol. Hier liegen halbkristallinische, gelbliche cavernöse Kalksteine mit *Mactra caspia* und der hochbuckeligen Varietät von *Mactra Fabreana* (wie bei Nikolaew). Darunter liegen dichte, weissliche Kalksteine mit *Nubecularia*, grossen *Mactra Fabreana* (var. *ponderosa*), *Cardium obsoletum*, *Fittoni*, *Trochus*. Wir constatiren also hier dieselbe Aufeinanderfolge, wie auf dem Tarchankut: man hat hier und dort oben *Mactra caspia*-Schichten und tiefer *Nubecularia*-Schichten. In dem Bande sarmatischer Aufschlüsse, welches von Sevastopol nach NO gegen Simpheropol sich hinzieht, gesellen sich von unten noch zwei andere Horizonte hinzu (nach K. von Vogdt). Nach diesem Autor kann man die sarmatischen Schichten der südwestlichen Krim folgenderweise einteilen:

a) unten Kalke mit *Ervilia podolica*:

b) darauf sandige Kalke, die in Quarzconglomerate übergehen. Hier findet man: *Mactra podolica*, *ponderosa*, *Cardium obsoletum*, *protractum*, *Fittoni*, *Tapes Vitaliana*, *Modiola marginata*, *volhynica*, *Ervilia podolica*, *Solen subfragilis*, *Pholas* sp., *Buccinum duplicatum*, *Verneuili*, *Trochus podolicus*, *Blainvillei*, *Omalusi*, *affinis*, *pictus*, *puber*, *Voronzowi*, *Bulla Lajonkairanana*, *Cerithium* sp.

c) Nubecularienkalke mit derselben Fauna;

d) Kalke mit *Maetra podolica*, *ponderosa*, *caementorum* Andrus. (= *caspia* Eichw).

Solche Zusammensetzung hat die sarmatische Stufe im Kača-Thal und in der Wasserschlucht (Owrag) Adđi-ibram — Ilez. Am Bulganak liegen zwischen den Horizonten b und c Conglomerate und Sandsteine. An der Alma fehlen beide oberen Horizonte (c und d).

Diese Gliederung stimmt ziemlich gut mit dem Schema für Südrussland überein. So entspricht der Horizont a den Ervilienschichten, c den Nubeculariensichten und d dem oberen Horizont mit *Unio* und *M. caspia*. Nur wegen des Horizontes b bleiben wir im Zweifel, ob man denselben zu dem unteren oder zu dem mittleren Horizonte zählen muss, weil in demselben Faunenelemente beider vermischt sind.

In der centralen Krim habe ich verschiedene Kalksteine beobachtet, die den Horizonten b und c entsprechen.

Sehr vollständig sind die sarmatischen Schichten auf der Halbinsel Kertsch entwickelt. Abich hat sie in vier Abtheilungen getheilt (Etagen):

a) untere Abtheilung — mächtige, einförmige dunkle Schieferthone mit Sphärosideritconcretionen. Arm an Fossilien, welche nur in einzelnen Lagen und in Concretionen vorkommen.

Die charakteristischen Formen dieser Abtheilung nach meinen Beobachtungen sind:

Modiola navicula Dub.

Tapes vitaliana d'Orb.

**Ervilia podolica* Eichw.

Maetra vitaliana d'Orb. var. *minor*.

Maetra nov. sp.

Cardium protractum Eichw.

Bulla Lajonkaireana Bast.

Syndesmia sp.

Trochus sp.

Serpula Jusobae nov. sp.

In den Grenzsichten mit der folgenden Abtheilung gesellen sich noch einige Formen dazu, die für die Bryozoenfacies (b_2) der folgenden Abtheilung charakteristisch sind (*Cardium Barboti* R. Hörnes, *papyraceum* Sinz., *archiplanum* Andrus., *Nassa Verneuli*, *snbstriatulum*, *Trochus papilla*);

b) Die folgende Abtheilung ist petrographisch und paläontologisch sehr veränderlich. Am meisten sind zwei Facies verbreitet:

b_1) Sandige Schichten und mit ihnen verbundene Detrituskalke.

b_2) Mergelige Schichten und mit ihnen verbundene Bryozoenkalke.

Die Sande sind hauptsächlich im Centrum und im NW-lichen Theile der Halbinsel, bei Petrovsk, Adži-eli, Tašly-jar und Kazan-tip entwickelt. Bei Tašly-jar und Adži-eli gesellen sich zu den Sanden wohlgeschichtete, gelbliche Kalksteine, die aus grobem Muscheldetritus bestehen. Die Hauptmasse dieses Kalksteines, der mitunter in ein loses Muschelhaufwerk übergeht, liegt bei Adži-eli unter den Sanden; bei Tašly-jar wechselagert er mit den Sanden. Aehnliche Detrituskalke treten auch bei Kočan, Konrama und, als eine dünne Schicht an der Basis der Abtheilung, am Cap Akburun auf.

Zu derselben Facies gehört auch weisser cavernöser Kalk (aber kein Detrituskalk) der Synclinale von Čokrak-Babčik.

Faunistisch zeichnet sich diese Sand- und Detrituskalkfacies durch das Vorkommen folgender⁷ Arten aus:

Maetra Vitaliana d'Orb. var. *ponderosa* Eichw.

Tapes gregaria Partsch.

Donax Hörnesi Sinz.

Solen subfragilis Eichw.

Cardium Fittoni d'Orb.

» *Döngingki* Nordm.

» *cr. Karreri* Fuchs.

Nassa duplicata d'Orb.

Rotalia Beccarii d'Orb.

Nonionina depressula Walk. et Jones

Polystomella striatopunctata d'Orb..

Bei Petrovsk liegen in einem etwas höheren Niveau, als Sande weisse, diagonalgeschichtete, feine Detrituskalke (Muschelsandkalke), wo ausser *Maetra Vitaliana* und *Cardium* noch folgende, sonst in den sarmatischen Schichten von Kertsch fehlende Formen gefunden sind:

Modiola volhynica Eichw.

Trochus chersonensis Barb.

» *podolicus* Dub. typ.

» *Philippii* Nordm.

Littorina bessarabica Sinz.

Was die andere Facies anbelangt, so besteht sie hauptsächlich aus grauen Kalkmergeln mit Zwischenlagen dunklen Schieferthones oder aus dichten Bryozoenkalken.

Die Mergel sind hauptsächlich an der Ostküste der Halbinsel entwickelt, bei Kaz-aul, am Cap Takyl-burun, am Cap Akburun, bei Kertsch, beim Leuchtturm von Jenikale, am Berg Achtiar und in der Umgegend von Ossoviny. Durch Zurücktreten des thonigen Elementes und durch die Vermehrung der Muschel- und Bryozoenreste gehen diese Mergel in die,

mitunter stark veränderten organogenen Kalke über. Diese Bryozoen- (*Vincularia*-) kalke treten oft als isoklinale Kämme in der östlichen Hälfte der Halbinsel auf, so am Mithridateszug zwischen Alty-oba und Dğankoi, bei Dđerjav und im Juz-obarücken, im Kesselthal von Buraš, bei Katerless, Bulganak, beim Leuchthurm von Jenikale, im Rücken von Koškuju. Stellenweise findet man sie auch am nördlichen Ufer der Halbinsel: bei Misyr, Kysylkuju (Siebenbrunnen) und in der Mitte der Halbinsel (Kajalysart, Kara-sidğeut).

Charakteristisch für diese Facies sind:

- Tapes Vitaliana* d'Orb.
- Modiola volhynica* Eichw.
- » *Denysiana* d'Orb.
- Cryptomactra* (nov. g.) *pes anseris* C. Mayer.
- Cardium Barboti* R. Hörn.
- » *papyraceum* Sinz.
- » *Loveni* Nordm.
- » *pseudosemisulcatum* Andrus.
- Nassa Verneuili* d'Orb.
- » *subsriatula* Sinz.
- » *pl.* sp.
- Trochus pl.* sp.
- Phasianella Kischeneviae* d'Orb.
- Delphinula squamosospinosa* Sinz.
- Acmaea angulata* Orb.
- » *compressiuscula* Eichw.
- Schizoporella sanguinea* Norm.
- » (*Vincularia*) sp.
- Diastopora primigenia* Eichw.
- Vertebralina sarmatica* Karr.

Die dritte Facies — Nubecularienkalke — ist auf der Halbinsel

Die sarmatischen Schichten des Kuban'schen Gebietes sind noch wenig untersucht. Im Sommer 1898 habe ich sarmatische grobe Detrituskalke mit eingeschlossenen Geröllen am Berge Ozekutan nördlich von Anapa beobachtet. Am Flusse Kudako traf ich sandige Kalksteine mit *Cardium obsoletum*, *Maetra Vitaliana* var. *Fabreana*, *Modiola volhynica* und anderen gewöhnlichen mittelsarmatischen Formen. Wahrscheinlich der Abtheilung *c* der Kertscher sarmatischen Schichten entsprechen weisse Schieferthone mit Kalkmergelschichten, welche eine etwa 2 M. dicke Gypsschicht einschliessen und kleine Clupeidenabdrücke führen. Solche Schieferthone sind zwischen der Staniza Krymskaja und dem Dorfe Moldovanskoje künstlich aufgeschossen.

Ohne Zweifel gehören der sarmatischen Stufe die sog. Dolomite der naphthaführenden Zone von Ilskaja u. s. w. Diese Dolomiten sind stellenweise sehr reich an Versteinerungen und an einem Stück solchen Gesteins, welches ich von Herrn Bergingenieur Kuzmin in Suvorovskaja (N. von Anapa) erhielt, konnte ich *Modiola marginata*, *Cardium obsoletum*, *Loveni*, *Nassa duplicata*, *Bulla Lajonkaireana* und mehrere Trochidenarten unterscheiden. Im Ganzen erinnert das Gestein sehr an einige Varietäten des Vinculariakalksteins der Halbinsel Kertsch. Das Gestein von Ilskaja scheint zu gleicher Zeit auch reich an Nubecularia sein. In jeder Hinsicht entspricht diese Bildung der Abtheilung *b* von Kertsch.

Auf diese Weise wird es wahrscheinlich, dass die grünlichen Schieferthone und Thone, welche nach Korschin die Dolomite von Ilskaja von den naphthaführenden (mediterranen) Sandsteinen trennen, untersarmatisch sind.

Besser sind die sarmatischen Schichten des Stawropol'schen Gouvernements bekannt. Die Schichten mit *Maetra caspia* müssen hier, nach Abich, 30 Werst NO von Stawropol vorkommen, in der Art eines marmorartigen «Steppenkalke», welcher

Die Grenzschichten der unteren dunklen Schieferthone sind reicher an Fossilien, ihre Fauna stimmt aber mehr mit der der kalkigen Mergel (b') der folgenden Abtheilung, so dass wir geneigt sind, diese Grenzschichten schon den unteren Lagen des Nubecularienhorizontes Bessarabiens zu parallelisiren. Demselben gehört auch die Abtheilung b. Die Vincularienkalke stimmen sehr gut ihrer Fauna nach mit dem Kalkstein von Kišinev (einige Formen sind bisjetzt nur von Kišinev und von Kertsch bekannt, wie zum Beisp. *Cardium papyraceum* Sinz., *Trochus angulatiformis* Sinz., *Delphinula squamosospinosa* Sinz. etc.). Hier fehlt die bei Kišinev massenhaft vorkommende *Nubecularia novorossica*, sie tritt aber bei Dđermaj-Kačik zusammen mit der Fauna der Vincularienkalke auf. Die Fauna der Sand- und Detrituskalke enthält typische mittelsarmatische Formen, wie *Maetra podolica* Eichw., *Donax Hörnesi* Sinz., *Cardium Fittoni* d'Orb., *Döngingki* Sinz., *Trochus Omaliusi* d'Orb., *Voronzovi* etc. Das ist einer der am weitesten verbreiteten sarmatischen Ablagerungs-Typen.

Die Abtheilung c führt die charakteristische Form *Maetra caspia* Eichw., entspricht also der oberen Abtheilung der westlichen sarmatischen Schichten. Hier fehlen aber Süßwasserbeimengungen.

Den Bryozoenkalk (d) sind wir genöthigt als eine besondere Facies der oberen Lagen der Abtheilung c zu betrachten.

Die sarmatischen Ablagerungen des westlichen Theiles des Nordabhanges des Kaukasus scheinen petrographisch und paläontologisch mit jenen von Kertsch zu stimmen. Die sarmatischen Schichten der Halbinsel Taman bilden die Fortsetzung jener von Kertsch, nur scheint es, dass hier die Facies der Sande und Detrituskalke ganz fehlt und nur die mergeligen Schichten der Abtheilung b entwickelt sind. Der Bryozoenkalk ist auch wenig entwickelt.

complicirte, aus mehreren Kugelabschnitten zusammengeschmolzene Körper, die manchmal sehr an die von Challenger aus grossen Tiefen gedrehten Concretionen erinnern.

Auf die Schichten mit *Mactra caspia* folgt jetzt auf der Halbinsel Kertsch eine eigenthümliche Bildung — der riffartige Membraniporenkalk. Diese vierte Abtheilung hat nur eine locale Bedeutung. Jedoch stellt diese Bildung, in verschiedenen Richtungen, ein besonderes Interesse dar, weshalb wir ihre Eigenschaften im Capitel über physikalische Verhältnisse des sarmatischen Meeres betrachten werden. Hier beschränken wir uns nur auf die Bemerkung, dass ausser der diesen Kalkstein zusammensetzenden Bryozoe — der *Membranipora reticulatum* var. *lapidosa* (*Eschara lapidosa* Pall., *Pleuropora lapidosa* Eichw.) andere Fossilien sehr selten sind: kleine Hydrobien und *Valvata pseudoadeorbis* Sinz. sind die einzigen Conchylien, die man im Gesteine findet. In den thonigen Zwischenlagen trifft man nicht selten Knochen von *Phoca pontica* Eichw.

Wenn wir jetzt die Gliederung der Kertscher sarmatischen Schichten mit der bisjetzt betrachteten vergleichen werden, so werden wir sehen, dass sie ganz gut mit denselben übereinstimmt. So entspricht die Hauptmasse der dunklen Schieferthone (a) den Ervilienschichten Sinzov's. Freilich kommt *Ervilia podolica* nur als eine grosse Seltenheit vor (ich habe sie nur einmal in 3—4 Exemplaren am Cap Akburun gefunden), nur aber hier; höher wurde sie niemals gefunden. Diese Seltenheit erklärt sich leicht dadurch, dass *Ervilia podolica* nur in den Seichtwasserbildungen häufig ist, während die dunklen Thone eine Tiefseebildung zu sein scheinen. Wir finden aber hier sehr häufig eine andere typische Versteinerung der untersarmatischen Schichten, und zwar *Cardium protractum* Eichw. (auch *Trochus angulatus* scheint hier vorzukommen).

zu unterst thonige Mergel mit *Maetra caspia*, dann gelblich-weiße dichte oolitische und dichte Kalksteine mit derselben Muschel. Auf dem Berge Opuk treten auch stark kalkige Sandsteine mit *Maetra caspia* auf. Was die Fossilien anbelangt, so ist die oft erwähnte *Maetra caspia* die einzige hier vorkommende Muschel, die stellenweise ganz und gar das Gestein zusammensetzt. Von sonstigen Fossilien findet man hier:

Diatomaceen. Diese kommen recht oft in den tieferen Lagen (lichte Schieferthone) der Abtheilung vor, welche auch dabei nicht selten den Charakter echter Diatomeenschiefer (Tripel) annehmen. Die Diatomeenflora ist leider nicht bearbeitet. Von den hier vorkommenden Gattungen kann man folgende citiren: *Grammatophora*, *Surirella*, *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Epithemia*.

Coniferenreste. Abdrücke von Coniferenzapfen habe ich im Cementmergel von Berg Achtiar (am Salzsee Tobečik) beobachtet.

Spongiennadeln kommen mit Diatomeen zusammen vor.

Fischreste. Kleine Clupeiden im Diatomeenschiefer. Grosse Fischschuppen fand ich im breccienähnlichem Mergel am Mithridatesberg.

Vogelfedern. Ein Abdruck einer Vogelfeder wurde einmal am Mithridatesberg gefunden.

Säugethiere. Die Abtheilung c ist der Hauptfundort der Cethotheriumknochen, die ich beim Leuchthurm von Jenikale, am Akbururn, am Tobečiksalzsee und an anderen Orten sammelte. Auch Knochen von *Phoca maeotica* findet man hier.

Sehr interessant ist das Vorkommen eigenthümlicher Manganconcretionen. Man findet dieselben am Cap Akburun in den mittleren Lagen der Abtheilung. Es sind abgeplattete, mannigfaltig gestaltete, bald kuchen-, bald nierenförmige, bald sehr

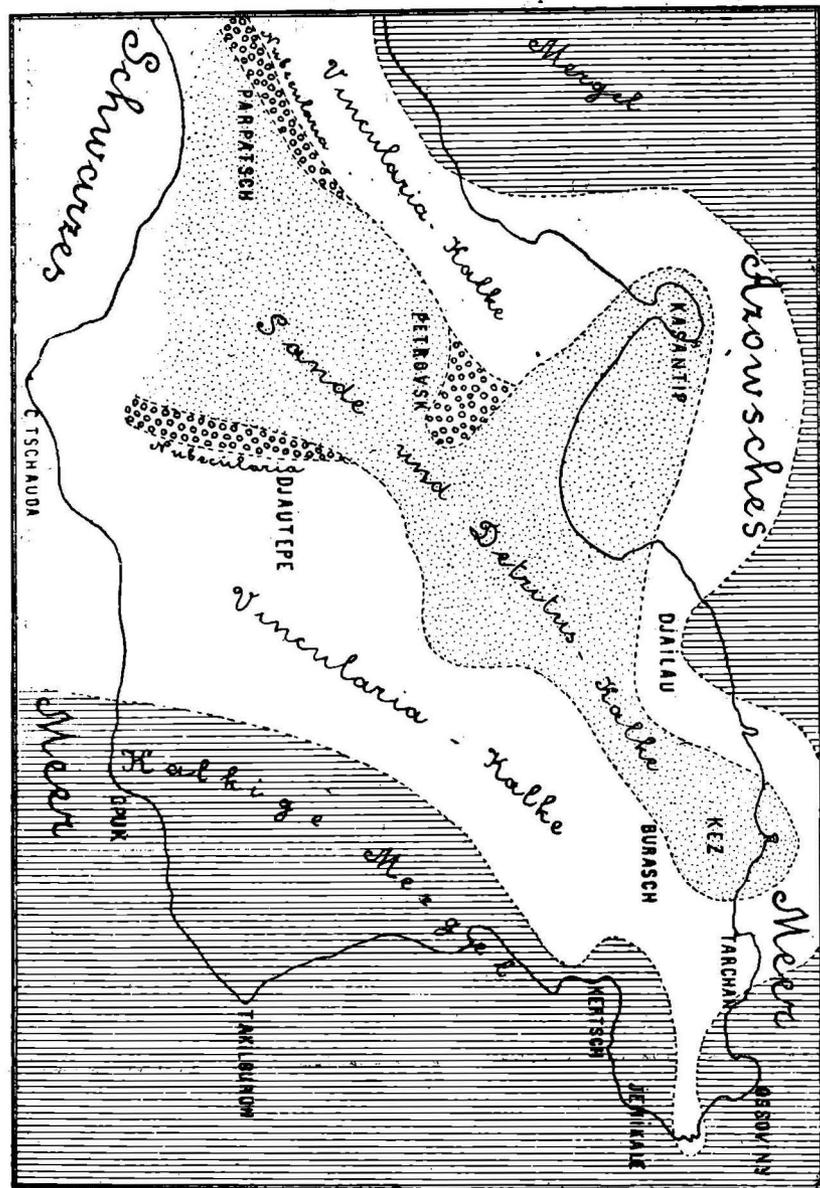


Fig. 1. Kartchen, darstellend die Verbreitung von verschiedenen Facies in der Abtheilung b der sarmatischen Stufe auf der Halbinsel Kertsch.

Kertsch schwach entwickelt. Ich habe den Nubecularienkalk nur bei Parpač, am Berge Dđermaj-kačik und bei dem Schlammvulk an Dđau-tepe als kleine, isolirte Reste beobachtet. Diese Kalke sind mit *Nubecularia*-schalen erfüllt. Was die sonstige Fauna anbelangt, so ist es schwer bei dem mangelhaften Erhaltungszustande der Fossilien an allen drei Orten zu entscheiden, zu welcher der beiden oben betrachteten Facies die Nubecularienkalke von Kertsch näher stehen. Bei Parpač kommen grosse *Maetra Vitaliana* und *Trochus Omaliusi* vor, was an die Dętrituskalke erinnert. während bei Dđermaj-kačik die Fauna mit jener des Vincularienkalke, übereinstimmt. Der Nubecularienkalk von Dđautepe enthält auch *Nassa Verneuli* und kleine Trochiden.

Die Verbreitung der verschiedene Facies der Abtheilung b ist schematisch auf der Karte, fig. 1 dargestellt.

Auf diese so verschiedenartig gestalteten Abtheilung folgen jetzt sehr fossilienarme Schichten, die gröstentheils als leichte, lichtgraue bis weissliche dünngeschichtete Schieferthone, welche mit Cementmergeln wechsellagern, erscheinen. Noch höher liegen oft bräunliche und graue, gypsreiche Schieferthone, die manchmal Lagen eines sonderbaren breccienähnlichen Mergels enthalten. Die lichten Schieferthone enthalten Diatomaceen, Spongienadeln und Clupeidenreste. In den Cementmergeln sind Steinkerne und Abdrücke von *Maetra caspia* häufig. In den mittleren Horizonten findet man oft *Cethotherium*-knochen. Diesen Charakter haben die Schichten der Abtheilung c bei Ossovinj und Jenikale, bei Kertsch und an beiden Ufern des Tobečiksalz-sees, sowie zwischen Janyš-takyl und Kazaul. Hier erscheinen übrigens noch Lagen eines oolitischen Mergels mit *Maetra caspia*. Aehnliche Mergel habe ich auch bei Kuš-ajresy, W. von Kertsch gesehen, in der Mulde Čokrakbabčik aber ist fast die ganze Abtheilung c als Kalksteine entwickelt. Hier stellen sich

Maetra deltoides in Verbindung mit *Maetra truchmena* oder *M. caspica* Eichw. führt». Das ist aber der einzige Nachweis der Schichten mit *M. caspia*, die übrige sarmatische Schichtenreihe im Stawropol'schen zerfällt in zwei grosse Abtheilungen: eine obere, aus Sanden und Kalksteinen und eine untere, aus Schieferthonen bestehend¹⁾. Der unteren Abtheilung ist ein beständiger Horizont der Kieselmergel und Gypse untergeordnet.

Für die obere Abtheilung führt D. L. Iwanov folgende Fossilien an:

Maetra podolica u. *ponderosa*, gr. Form.

Tapes gregaria und *Vitaliana*.

Cardium Fittoni D'Orb.

» *obsoletum* Eichw.

» *papyraceum* Sinz.

Modiola nov. sp.

Solen subfragilis. Eichw.

Buccinum duplicatum Sow.

Turbo chersonensis Barb.

Trochus cf. *cordierianus* d'Orb.

» *Philippi* Nordm.

» *anceps* Eichw.

» *Blainvillei* d'Orb.

Bulla Lajonkaireana Bast.

Phasianella Blödei Eichw.

Eschara compressa Eichw.

Für die untere:

Maetra podolica var. n. (kleine Form mit stark nach vorne vorgeschobenen Wirbel).

¹⁾ D. L. Iwanov. Geolog. izsledovanija w Stavropolskoj guberniji w 1886. Gornyi Journal. 1887. № 7 (russ.).

Tapes vitaliana var. n.

Cardium protractum Eichw.

» *Loveni* Nordm.

» *Barboti* R. Hörnes.

» *pseudosemisulcatum* Andrus.

Cryptodon pes anseris C. Mayer (*Card. pentagonale*
Abich).

Buccinum Verneuili d'Orb. (sic.)

Nassa Akburunensis Andrus. (sic.)

Turbo Romanowski Barb.

Die Fauna der oberen Abtheilung Stawropol's stimmt gut mit der Fauna der mittleren Abtheilung des Schema's (*Cardium Fittoni*, *papyraceum*, *Trochus Blainvillei*, *Philipii*, *Phasianella Blödei*), die für die untere Schichtenserie angeführten Arten sind theilweise für die untersarmatischen Schichten charakteristisch (*Cardium protractum*), im Ganzen aber stimmen sie mehr mit jenen Fossilien, die in den oberen Horizonten der dunklen Thone (*a*) und in der Mergelfacies der Abtheilung *b* von Kertsch vorkommen. Das lässt uns vermuthen, dass diese Fossilien meistens aus den höchsten Grenzlagen der Stawropol'schen Schieferthone entstammen.

Oestlich von Wladikaukas beobachtete die sarmatischen Schichten N. Karakasch. Sie bilden hier Berge Il, Katschduk, Prima, Longi-kort, Kori-lam und den Bergrücken Seivenduk. Es sind Conglomerate, mit Mergeln wechsellagernd, die sarmatische Conchylien enthalten. Die von Karakasch angeführten Bestimmungen bedürfen einer Revision, weil wir in einer und derselben Liste *Mactra podolica* und *Mactra caspia*, sowie *Cardium obsoletum*, *protractum* und *gracile* vorfinden.

Unter den unzweifelhaften sarmatischen Schichten liegen grünliche Thone mit *Helix*.

Noch weiter nach Osten erscheinen die sarmatischen Schichten in der Mulde Alchančurt und im vorderen Daghestan.

Die sarmatischen Schichten der Mulde Alchantschurt sind noch wenig bekannt. Nach Koschkul bestehen sie aus

1) schieferigen, thonigen und mergeligen Sandsteinen mit untergeordneten Thon- und Mergelschichten mit *Cardium obsoletum*, *Tapes gregaria* und *Cerithium bicostatum* und

2) darauf liegenden porösen Muschelkalken mit *Cardium obsoletum*.

Im Daghestan zerfallen die sarmatischen Ablagerungen nach meinen Beobachtungen am Sulak, in zwei petrographische Abtheilungen:

1) die obere besteht aus gelben, mitunter sehr harten Sandsteinen, welche stellenweise ganz mit Schalen von *Mactra caspia* erfüllt sind.

2) die untere ist thonig. Zuoberst stellen sich blaugraue sandige Thone, unten dunkelbraune Schieferthone mit dünnen Zwischenlagen eines dunkelgrauen Sandsteins. In der unteren Abtheilung habe ich keine Versteinerungen gefunden. Das Liegende der sarmatischen Schichten bilden mächtige Sandsteine, in deren obersten Lagen *Spaniodon Barboti* gefunden wurde. Das Hängende der *Mactra caspia*-Sandsteine bilden oolithische Kalksteine in Wechsellagerungen mit blaugrauen sandigen Thonen, welche kleine Ervilien, *Modiola volhynica* var. *minor*, *Cerithium* und *Spirorbis* führen und welche ich geneigt bin, mit darauf liegenden Sanden zusammen für mäotisch zu halten.

Eine ähnliche Zusammensetzung scheint die sarmatische Stufe auch im übrigen nördlichen Daghestan zu haben (nach Barbot de Marny junior). So besteht der Berg Tarku-tau (NO von Petrovsk) aus dunklen Sandsteinen und Kalksteinen mit *Mactra caspia*.

Von den sarmatischen Schichten des westlichen Daghestans

(Tabasseran), wo sie nach Abich einen grossen Umfang gewinnen, wissen wir nur wenig. Abich theilt uns Folgendes mit: «Die durch *Mactra ponderosa* und *biangulata* vorzüglich kenntlichen Schichten dringen, man könnte sagen überwältigend, in das Innere der kaukasischen Thäler, östlich vom Schach-dagh bis zum Meere und bedecken daselbst weite Räume zwischen dem centralen Schiefergebirge und den Kreide-Vorbergen». *Mactra biangulata* Abich «bildet bisweilen beinahe ausschliesslich ganze Muschelbänke» und «findet sich auch am Systeme der Schagh-Dagh, wo die sarmatischen Schichten «die allerdings überraschende und bedeutende absolute Höhe von 7170 engl. F. erreichen».

Die letzte Fundstelle der sarmatischen Stufe am Nordabhange des Kaukasus gegen Osten liegt bei Chydysinde, N. von Baku, wo dieselbe von Kwitka constatirt wurde¹⁾.

Dieselben Schichten mit *Mactra caspia*, welche eine so bedeutende Entwicklung im Daghestan aufweisen, erscheinen auch nördlich von der Manytschlinie, wo am Tschalon-chamur schon Barbot de Marny Kalksteine mit «*Mactra podolica*» Eichw.» beobachtete. Nach mir zugänglichen Stücken von Tschalon-chamur ist aber diese *Mactra* — *Mactra caspia*. Unter dem Kalkstein mit *Mactra caspia* liegen auf Ergeni fossilleere Sandsteine; ob sie der sarmatischen Stufe angehören, bleibt noch unbewiesen. Im Süden stehen sie in einem so nahen Zusammenhange mit den Kalksteinen, dass ihr sarmatisches Alter wenigstens hier sehr wahrscheinlich ist.

Bisjetzt haben wir die sarmatischen Sedimente längs den nördlichen Ufern der Krim und der Kaukasus-Inseln verfolgt; kehren wir jetzt zum nördlichen Ufer des sarmatischen Meeres

¹⁾ S. K. Kwitka. Wie veränderte sich *Cardium trigonoides* während der Epoche der Aralocaspiischen Ablagerungen. Bergjournal. 1895. № 1.

zurück, welches wir im Gebiete des Unterlaufes vom Dniepr verlassen haben.

In den Gegenden, welche vom Norden an Siwaš und das Azow'sche anliegen, bis zu Berdiansk, kommen die sarmatischen Schichten nicht an der Oberfläche vor; man trifft sie aber überall in den Bohrlöchern. Nicht selten findet man darin *Ervilia podolica*, (Tašcenak, Atmanaj). Die im Bohrloch von Tjujuški gefundenen grossen *Maetra Vitaliana* weisen auf die höheren Horizonte. Im Melitopol'schen Bohrloch liegen sarmatische sandigthonige Schichten mit *Ervilia podolica*, *Cardium obsoletum*, *Tapes gregaria* auf den ähnlich zusammengesetzten Schichten mit *Pholas ustjurtensis*. Tiefer folgen echte Spaniodonschichten.

Oestlich von Berda-fluss beginnen die sarmatischen Schichten an der Tagesoberfläche hervorzutreten und ziehen sich längs der nördlichen Küste des Azow'schen Meeres und am Unterlaufe des Don bis Zymljanskaja hinauf.

Wie die nördliche Uferlinie des sarmatischen Meeres östlich von Ergeni verlief, ist noch nicht möglich festzustellen. Wir finden sichere sarmatische Ablagerungen jenseits des Kaspischen Meeres am Mangyschlak und Ustjurt.

Sehr gut und vollständig sind die sarmatischen Schichten am Tüb-karagan (W-liches Ende der Halbinsel Mangyschlak) entwickelt.

Zu oberst stellen sich hier

1) Kalksteine ein, welche aus einem Haufwerk der Schalen von *Maetra caspia* bestehen (zwischen Fort Alexandrovsk und Changa-baba). Sie gehen nach unten in die

2) groben oolitischen Kalksteine mit Abdrücken von *Maetra Fabreana*, *Cardium* etc. über.

3) Zu unterst liegen dunkle Schieferthone mit Zwischenlagen von Sand und Muschelschichten, in welchen ich bei Ujratam folgende Fossilien gesammelt habe:

Modiola volhynica Eichw.
Mactra Vitaliana var. *minor*.
Ervilia podolica Eichw.
Tapes gregaria Partsch.
Cardium obsoletum Eichw.
» *plicatum* Eichw.
Syndesmia sp.
Nassa duplicata Sow.
Trochus nov. sp.
Bulla Lajonkaireana Bast.
Serpula sp.
Pachyacanthus cf. *Süssi* Br.

Diese Schichten liegen auf den Mergeln und den Thonschichten mit *Pholas ustjurtensis*.

In dem Längsthal, welches Karatau von Nord-Aktau (Mangyschlak) trennt, befinden sich einzelne Erosionsreste der sarmatischen Schichten in Gestalt kleiner Tafelberge. Die sarmatischen Schichten tragen hier meistens einen littoralen Charakter. Am Berg Ajrakty findet man *Limnaea* mit *Mactra*, *Tapes gregaria* und *Nassa duplicata* zusammen. Interessant aber ist das Vorkommen des Nubecularienkalkes mit *Modiola*, *Tapes* und grossen *Trochus* am Barys-Berg unweit von Dğarmys. Stellenweise enthält er Gerölle von Karataugesteinen.

Das ganze südliche Mangyschlak, zwischen dem Kaspischen Ufer, dem südlichen Aktau, und der Sandwüste Karyn-jaryk besteht auch aus den sarmatischen Schichten. Profile derselben kenne ich bei Bischakty und bei Sak-sorkuj. An beiden Stellen scheinen nur untersarmatische Schichten vorzukommen. Bei Bischakty liegt zu unterst, discordant auf der weissen Inoceramenkreide:

1) ein Conglomerat der Geröllen eines krystallinischen Kalk-

steins, welches in einen gelben Kalkstein mit *Tapes* und *Cardium* cf. *obsoletum* übergeht.

2) Darauf liegt ein grauweisser Mergel mit einer Zwischenlage dunkelbraunen Schieferthones, die *Tapes gregaria* enthält und zu oberst

3) Kalkstein mit *Cardium*-Steinkernen.

Reicher an Fossilien ist die sarmatische Stufe bei Sak-sor-kuj. Hier auf den Spaniodonschichten liegt eine Serie dünner Schichten Kalkstein, weisser und gelber Mergel und grauer Thone. Diese Serie enthält:

Modiola navicula Dub.

Cardium aus der Gruppe *C. plicatum*.

» cf. *obsoletum* Eichw.

» *Fittoni* d'Orb. var.

» *protractum* Eichw.

» cf. *Barboti* R. Hörn.

Maetra sp. cf. *podolica* Eichw.

Tapes gregaria Partsch.

» *vitaliana* d'Orb.

Syndesmia sp.

Bulla sp.

Nassa duplicata Sow.

Das ganze Ustjurtplateau ist von den sarmatischen Schichten gebildet, es sind aber nur wenige gute Profile bekannt.

Bei Kia-dğol (SW-Ustjurt) beobachtete ich an der Basis der sarmatischen Schichten weisse cavernöse Kalke mit Abdrücken sarmatischer Conchylien, an der Höhe des Plateau oolitische Kalksteine mit *Maetra Vitaliana*, *Cardium* cf. *plicatum*, *Cardium obsoletum*, *Bulla*, *Hydrobia* etc.

Bei Kara-saj wiederum an der Basis der Stufe Kalksteine mit *Maetra* cf. *podolica* Eichw., *Modiola* etc.

Am NW-lichen Ustjurt bilden, nach Barbot-de Marny, den oberen Theil des Steilrandes (Tschink) bei Karatüe rosafarbene, grünlich-weiße, gelbe und weiße Kalksteine, die aus Muschel-detritus bestehen. (Es kommen Steinkerne von *Maetra podolica*, *Ervilia podolica*, *Cardium obsoletum* und *Trochus pictus* vor).

Bei Irmak — grünlichweißer fossilere Kalk und lithographischer Stein mit *Maetra podolica*, *Modiola marginata*, *Cardium obsoletum* und *plicatum*.

Bei Koj-su fand Barbot ein schönes Profil, welches an die Schichtenreihe von Tüb-karagan erinnert. Auf dem oolithischen Kalken mit *Pholas* liegen hier:

1) grünlichgraue thonige Sande mit *Tapes gregaria*, *Ervilia podolica*, *Cardium obsoletum*, *Nassa duplicata*, *Bulla Lajokaireana*, und *Trochus pictus*. Darauf liegt

2) concretionärer grauer Kalkstein mit *Tapes gregaria*, *Maetra podolica*, *Ervilia podolica*, *Cardium obsoletum*, *protractum*, *plicatum?*, *Fittoni*, *Trochus pictus*, *quadristriatus*, *Nassa duplicata*, *Bulla Lajonkaireana*, *Cerithium pictum*, *rubiginosum*, *Rissoa* aff. *mitreola*.

Es sind ohne Zweifel nur untersarmatische Schichten.

Nähere Eigenschaften der sarmatischen Schichten, welche den gegen den Aralsee gewendeten Steilrand (Tschink) Ustjurt's zusammensetzen, sind uns wenig bekannt. Von Kaska-dğul citirt Barbot de Marny Oolithe mit *Tapes gregaria*, *Ervilia podolica*, *Maetra podolica*, *Cardium obsoletum*, *plicatum*, *Nassa duplicata*, *Trochus pictus*.

Am Südrand von Ustjurt beschreibt Obručev von Balašiem (sog. «am Ustjurt») in den Ufern des Usboj («Oxusbett») einen Kalkstein mit *Cerithium disjunctum*, *Maetra podolica*, *Ervilia podolica*, *Solen* sp., *Cardium protractum*. Bei Igdy liegt ein weißer Kalk «mit *Cardium protractum*, *obsoletum*, *Tapes gre-*

garia» auf den gelben Sanden. Noch tiefer erscheinen thonige Kake und Mergel. Ueber dem weichen Kalk liegt ein gelblicher Kalkstein mit *Mactra*, *Ervilia*, *Solen*, Gasteropoden.

Der Tschink von Kaplan-kyr besteht aus Kalksteinen mit *Cardium protractum*, *obsoletum* und *Tapes*.

Nach Konschin bestehen aus den sarmatischen Schichten auch die einzeln stehenden tafelförmigen Erhöhungen von Butentau, Tarym-kaja und Išek-kankren, welche einen Theil der östlichen Begrenzung des Sarykamyschbeckens bilden.

Gegen den Aralsee bilden die sarmatischen Schichten Steilwände; es fiel also die Ostgrenze des sarmatischen Meeres nicht mit der Westküste dieses Sees zusammen, es breitete sich das sarmatische Meer weiter nach Osten aus, wie weit aber, das bleibt uns unbekannt. An der Ostküste des Aral kennen wir keine sarmatische Schichten. Ob in der mächtigen Serie tertiärer Sandsteine Thone und Conglomerate zwischen dem Aralsee und den Tianschan-Vorbergen, insb. am Amudarja, irgendwelche Aequivalente der sarmatischen Stufe sich finden werden, das zu entscheiden bildet die Aufgabe der künftigen Untersuchungen.

Westlich von Amudarja hat man sarmatische Schichten in den Hügeln von Kyrk-dğulba entdeckt. Diese Hügel liegen 200 Werst N. von Geok-tepe, unter 40 N. und 76 O. bei den Brunnen Šiich und Damly. Die Basis dieser Hügel ist nach Konschin von den geschichteten weissen Mergeln und Kalksteinen mit *Mactra podolica* gebildet. Darauf liegen schwefelführende Sandsteine und Mergel ohne Versteinerungen.

Gegen Süden breitete sich das sarmatische Meer im transkaspischen Gebiet bis zum Fuss des Turkmeno-Chorassanischen Gebirges aus, wo die sarmatischen Schichten gefaltet sind und einige parallele kleine Ketten am SO-lichen Ende des Gebirges (am Tedğen) und am NW-lichen zwischen Atrek und Kürendagh bilden (Bogdanowić). Man kann diese sarmatischen

Falten fast ununterbrochen von Ušak (NW von Kysyl-Arvat) bis Lutfabad (77° O — 37° 30' N.) verfolgen.

Hier bestehen die sarmatischen Schichten nach Bogdanović aus rosafarbenen grünlichgrauen Thonen und Mergeln und thonigen, oolithischen Muschelkalken von weisser und gelber Farbe. In den antiklinalen Bergen Diodži und Ak-dagh bei Kysyl-Arvat liegen die mergeligen Gesteine (a) mit den muschelführenden Zwischenlagen (α) auf den dichten thonigen Kalken (b). Auf der Grenze zwischen a und b wechsellagern poröse Kalke mit den thonigmergeligen Gesteinen. Von den Fossilien sammelte Bogdanović:

	a	α	b
<i>Cardium obsoletum</i>	+	+	—
» <i>protractum</i>	—	+	—
» <i>plicatum</i>	—	—	+
<i>Tapes gregaria</i>	+	+	+
<i>Ervilia podolica</i>	+	—	—
<i>Mactra ponderosa</i>	—	—	+
» <i>podolica</i>	—	—	+
<i>Cerithium distinctissimum</i>	+	+	—
» <i>sp.</i>	+	—	—
<i>Trochus sp.</i>	—	—	+

(In den Sandsteinen von Sarin-kuh unweit von Askhabad wurde ein Unterkiefer von einem Raubthiere aus der Familie Felidae gefunden).

Am Tedžen bestehen die sarmatischen Schichten aus den thonigen Sandsteinen mit untergeordneten Lagen rosafarbenen Thones mit Gyps. Einige Gypsschichten erreichen 12 Fuss Mächtigkeit (Kette Düna-Germab und Gök-Gjaduk). Darunter liegen Kalksteine mit sarmatischen Fossilien, die mit rothem eisenschüssigen Sandstein wechsellagern.

Möglicherweise standen die sarmatischen Gewässer am nördlichen Fusse des Kopet-dagh's in einer direkten Verbindung (durch eine Meerenge zwischen dem grossen und dem kleinen Balchan) mit dem grossen sarmatischen Golf, welcher sich zwischen den Kürjanyn-kürre und Gr. Balchan einerseits und den letzten Ausläufern des Turkmeno-Chorassanischen Gebirges ausbreitete. Auf das Vorhandensein dieses Golfes lassen uns jene isolirten Vorkommnisse der sarmatischen Ablagerungen schliessen, die Bogdanović an den Ausläufern der Kulmač-kette, N. von Sumbar und bei Duzolum am Sumbar beschrieben hat. Hier treten Kalksteine mit *Card. obsoletum* Eichw., *Cerithium disjunctum* Sow., *distinctissimum* Eichw., *Ervilia pusilla* Phil., *Hydrobia* sp. auf. Darüber liegen Conglomerate.

Jene sarmatischen Vorkommnisse, die längs des nördlichen Abhanges des Alburnsgebirges (südliche Küste des Kaspischen Meeres) von Tietze¹⁾ nachgewiesen wurden, vermitteln zwischen diesen am Sumbar und jenen Transkaukasiens.

Die transkaukasischen sarmatischen Ablagerungen ziehen sich als ein nur an einer Stelle jetzt unterbrochener Streifen vom Kaspischen zum Schwarzen Meere hin. Diese Unterbrechung befindet sich bei Suram, ist wahrscheinlich aber secundär: die sarmatischen Schichten sind hier durch Erosion entfernt worden.

Jedenfalls können wir in Transkaukasien zwei grosse Becken unterscheiden:

- 1) das Kurabecken,
- 2) das Rionbecken mit dazugehörigen Nebenbecken von Tzchenis-Tzchali und von Quirila.

Die Neogenablagerungen des Kurabeckens sind noch ungenü-

¹⁾ Tietze. Bemerkungen über die Tektonik des Alburnsgebirges in Persien. Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anstalt, Bd. XXVII, Heft 10, p. 385. «Eine Partie sarmatischer Schichten sah ich in Masenderan». Nichts Weiteres wird über diese sarmatischen Schichten mitgetheilt. 1877.

gend bekannt, obwohl wir hier noch manches Interessante zu erwarten haben.

An dem nördlichen Rande der Kuraniederung sind die ersten Spuren der sarmatischen Schichten bei Schemacha bekannt, wo ich im Jahre 1895 einen kleinen Aufschluss der grünenlichen Thone mit zerbrochenen sarmatischen Conchylien auffand.¹⁾ Oestlich davon zwischen Šemacha, Adžikabul und Baku liegen ganz junge (pliocäne) Apscheronschichten mit *Cardium intermedium* Eichw. direkt auf den zu dem Oligocän zugezählten petroleumführenden Schichten.

Südlich von Šemacha bei Achsu beginnen jene Vorfalten des Kaukasuskammes, die ein tektonisches Gegenstück zu der sogenannten Mulde Alchančurt und der sie umgrenzenden Antiklinalrücken bei Grosnyi darstellen. Es sind im Ganzen zwei lange unsymmetrische Antiklinalrücken, welche zuweilen bis zu einer Höhe von über 600—700 Meter sich erheben und ein weites Synklinalthal zwischen sich umfassen, welches südlich von Signach unter dem Namen der Steppe Širaki bekannt ist. Die südliche Grenze dieses Antiklinalpaares bildet der Fluss Jora und theilweise Kura, die nördliche wird theilweise vom Flusse Alazan, überhaupt aber durch jene merkwürdige Niederung gebildet, welche von Telav fast bis Achsu den Fuss des Südabhanges des Kaukasuskammes begleitet. Sie ist von NO gegen SW geneigt und durch eine Reihe paralleler kleiner Ströme benetzt, welche alle gegen SSO fließen (wir erwähnen Chabala, Ulgan, Achmass, Churmuch, Adžigan-tschai, Turjan-čaj, Gök-čaj und and.).

Vom Oberstrome des Alazan bis zum Churmuchflusse münden alle diese Flüsschen in den am Fusse der nördlichen Antiklinale in SO-licher Richtung fließenden Alazan ein. Nach dem Zusam-

¹⁾ Andrusov. Bericht über die im Sommer 1895 im Gouvernement Baku und an der Ostküste des Kaspischen Meeres ausgeführte geologische Untersuchungen.

mentreffen des Alazan mit dem Churmuch, nimmt derselbe den in entgegengesetzter Richtung auch am Fusse der nördlichen Antiklinale fließenden Airyčai auf und durchbricht das Antiklinallpaar, in fast südlicher Richtung in den Jora einmündend. Weiter gegen Westen ist dieser Durchbruch eine Regel für alle vom südlichen Rand des Kaukasuskammes fließenden Flüsse. Alle dieselben fließen gegen SSW ganz unbekümmert um die tektonischen Verhältnisse des Landes.

Zwischen Achsu und Šachnasyr bestehen beide Antiklinallrücken, die unsymmetrisch gebaut sind (starkes Einfallen gegen Süden und ein ganz flaches gegen Norden), aus ganz jungen Tertiärconglomeraten, ohne Fossilien.

Im Distrikte Signach (Gouv. Tiflis) beschreibt Herr Batzevič zwischen dem Thal «Kleine Širaki»¹⁾ und Jorafluss ein Profil, in welchem kalkige Sandsteine mit *Cardium* cf. *obsoletum*, *Donax dentiger*, *Cerithium* sp. und Ostracoden mit Zwischenlagen des Conglomerates (Kalkgerölle), durch blaue Mergel und Sandsteine bedeckt sind. Unter den kalkigen Sandsteinen liegen: Conglomerate und Sandsteine. gypshaltige Sandsteine, bunte Mergel und Sandsteine. Noch tiefer folgt wiederum ein kalkhaltiger Sandstein mit *Venus* (Dubois)²⁾, *Tellina* vielleicht *reflexa* und *Solen* sp. und darunter petroleumführende Sandsteine und Mergel.

Bei Kapiči am rechten Ufer des Jora, SSW von Signach, erscheinen auch dieselben Schichten: Sandsteine und Gyps, bunte Mergel und helle Sandsteine mit Lignit, welchen unten *Tapes*, *Tellina* und «*Venus* (Dubois)» enthalten.

Der Autor ist geneigt, die von ihm untersuchten Neogen-

¹⁾ Batzevič. Geologische Beschreibung der Theile des Signach'schen und des Tiflis'schen Distriktes (Gouv. Tiflis). Mat. zur Geologie des Kaukasus für 1878. Tiflis.

²⁾ Wahrscheinlich Spaniodon.

schichten des Signach'schen Distriktes der sarmatischen Stufe zuzuzählen, was paläontologisch schlecht begründet ist. Die Schichtenfolge ist sehr mächtig und enthält zwei paläontologische Horizonte. Entspricht die von Batzević als *Venus* (Dubois) bezeichnete Form jener von *Quirila*, so haben wir möglichere Weise hier noch Spaniodonschichten vor uns, die dann beide Ufer des Jora von Eldar bis Baida zusammensetzen würden, während der Antiklinalzug der kleinen Schiraki — Nabambre-bis-mta hauptsächlich aus sarmatischen Cardienschichten bestände. Westlich von Signach (SW von Telav) im Rücken von Gombory bei Muchravani sind schon sichere sarmatische Schichten bekannt. Herr Simonović beschreibt von hier Sandsteine und Muschelconglomerate mit *Tapes gregaria*, *Cardium obsoletum*, *plicatum*, *Maetra podolica*, *Modiola marginata*, *Solen subfragilis*, *Trochus podolicus*, *Cerithium rubiginosum*.

Die sarmatischen Schichten sind hier übergekippt und fallen unter die als unteres Miocän oder Oligocän bezeichneten Ablagerungen (Thone, Sande Sandsteine, Mergel, zu unterst sogar kieselige Kalke).

Nach Zulukidze ¹⁾ bilden die sarmatischen Schichten bei Navtlug eine Synklinale. Er erwähnt von hier eine Schicht mit *Pseudina* und *Lymnaea*, welche die Muschelschichten mit *Tapes gregaria* von den Quarzsandsteinen mit *Serpula*, *Spirorbis* und *Cardium plicatum* trennen. Die Quarzsandsteine enthalten Gerölle.

Dieselben sarmatischen Schichten (kalkigsandige Bildungen) setzten auch die Gegend zwischen Kura und Jora zusammen, welche gegen den Zusammenfluss beider Ströme den Namen Karajasy-steppe trägt ²⁾.

¹⁾ Zulukidze. Geologische Beschreibung von Navtlug. Mat. zur Geologie vom Kaukasus 1881. (russ.)

²⁾ Simonović und Gavrilov. Geologische Beobachtungen in den Thälern von Jora und Alazan. Mat. zur Geologie vom Kaukasus, (2) X. 1895. (russ.)

Südlich von Kura sind keine unzweifelhafte sarmatische Schichten am Fusse des armenischen Hochlandes bekannt. Jedenfalls treten bei Geranj (SO von Elisavetpol) in der Gegend von Naphtalan sicher miocäne Schichten auf. Jedoch weisen die mir von Herrn Sorokin übergebenen Fossilien aus Naphtalan auf die von mir als Aktschagyl-Schichten bezeichneten Ablagerungen, welche ich schon der mäotischen Stufe zuzurechnen geneigt bin¹⁾.

Westlich vom Meridiane von Telav setzten sich die sarmatischen Schichten längs der Kura und am Unterlaufe ihrer nördlichen Zuflüsse (Aragva, Ksan, Rechula, Liachva) fort. Ausserdem werden weiche kieselige Sandsteine mit untergeordneten Schieferthonen am Alget, SW von Tiflis auf der Karte von Fournier²⁾ als sarmatisch bezeichnet. Herr Zulukidze³⁾, welcher diese Gegend beschreibt, hat in diesen Schichten keine Fossilien gefunden. Er rechnet dieselben zu dem Neogen nur wegen ihrer stratigraphischen Verhältnisse.

Nördlich und nordwestlich von Tiflis bedecken die sarmatischen Schichten eine grosse Fläche. Die südliche Grenze derselben zieht sich die Kura entlang in geringer Entfernung nach Süden von derselben.

Fournier bezeichnet auf seiner Karte und an dem Profil (p. 194) eine Mulde sarmatischer Schichten, die in der Gestalt eines Synklinalkammes (Berg Kadoevi) W. von Avtschaly und N. von dem Flüsschen Digamis-tzchali erscheint. Diese Mulde vereinigt sich bei Avtschaly mit dem langen Streifen sarmatischer Schichten, die von Mzchet bis Gori am Südufer der Kura den Abhang des Trialet-Gebirges begleiten. Sie fallen hier gegen Nor-

¹⁾ Andrusov. Bericht über die im Sommer 1895 im Gouvernement Baku und an der Ostküste des Kaspischen Meeres ausgeführten geologischen Untersuchungen.

²⁾ Fournier. *Caucase Central*.

³⁾ Zulukidze. *Geol. Unters. in den Thälern von Alget und Chram. Mat. zur Geol. des Kaukasus* (2). II. 1887.

den und liegen discordant auf den Kreide- und Eocänschichten. Nach Simonović¹⁾ bilden die «Miocänablagerungen» des Trialetgebirges folgende Horizonte (von oben nach unten):

- 1) Sandsteine und Conglomerate mit Lignit,
- 2) gebänderte Thone und mergelige Sandsteine,
- 3) mergelige Sandsteine, Kalksteine und Mergel mit zahlreichen sarmatischen Conchylien,
- 4) untere mergelige Sandsteine,

Die Fossilien des dritten Horizontes sind sehr zahlreich.

Simonović führt folgende Arten an:

Tapes gregaria Partsch.

Mastra podolica Eichw.

Cardium obsoletum Eichw.

» *plicatum* Eichw.

Modiola marginata Eichw.

» *volhynica* Eichw.

Solen subfragilis Eichw.

Cerithium rubiginosum Eichw.

Rissoa elongata

«*Paludina protracta* Eichw.»

» «*nympha* Eichw.»

Trochus podolicus Eichw.

» *Cordierianus* Eichw.

» *papilla* Eichw. (*dilatata* Eichw.)

Corbula ibera Eichw.

In dieser Liste²⁾ ist das Vorkommen von *Corbula* bemerkenswerth.

¹⁾ Simonović. Geologische Beobachtungen auf dem Nordabhange von Trialeti. Mat. zur Geologie vom Kaukasus. 1878. Tiflis (russ.)

²⁾ Im Trialetgebirge befindet sich die Localität Dzegwi, welche von Dubois

Am Nordufer der Kura tauchen die unter den Kuraalluvien verschwundenen sarmatischen Schichten wieder auf und bilden eine Antiklinale, die sich als eine Reihe Hügel (Skhalbas-kedy, Samarchilis-kedy, Tagaty; Quernaki) von Mzchet nach Gori hinziehen. Sorokin¹⁾, welcher die sarmatischen Schichten dieser Gegend sehr eingehend beschreibt, theilt dieselben in 6 Horizonte (von oben nach unten).

1. Sandsteine und Conglomerate mit Ligniten.
2. Obere Sandsteine mit fossilen Baumstämmen und Lignit.
3. Bunte Thone mit *Tapes*, *Cardium*.
4. Mittlere Sandsteine mit Fragmenten von *Tapes* und *Cardium*.
5. Mergel mit *Cardium obsoletum*. Mergelige Sandsteine mit zahlreichen Fossilien und Ostracodenkalke²⁾. Polystomellenmergel³⁾.
6. Untere Sandsteine.

Herr Fournier zählt (p. 192) zwei obere Horizonte der

de Montpereux und Eichwald besucht wurde. Eichwald führt in seiner *Lethaea rossica* (p. 512) folgende Arten von Dzegwi an:

<i>Trochus podolicus</i> Dub.	<i>Venus incrassata</i>
» <i>Cordierianus</i> d'Orb.	» <i>dissita</i>
» <i>papilla</i>	» <i>tricuspis</i>
<i>Paludina protracta</i>	» <i>obliqua</i>
» <i>nympha</i>	<i>Cardium obsoletum</i>
» <i>exigua</i>	<i>Tellina reflexa</i>
» <i>zonata</i>	<i>Donax dentiger</i>
<i>Rissoa elongata</i>	<i>Crassatella concinna</i>
<i>Tornatella conspicua</i>	<i>Corbula dilatata</i>
<i>Mactra podolica</i>	» <i>ibera</i>
» <i>ponderosa</i>	

¹⁾ Sorokin. Geol. Beobachtungen zwischen Ksan und Liachva und am Oberlauf der Quirila. Mat. zur Geologie vom Kaukasus. 1879.

²⁾ *Cardium obsoletum*, *plicatum*, *Tapes gregaria*, *Corbula ibera* var. *dilatata*, *Mactra podolica*, *Modiola volhynica*, *Solen subfragilis*, *Cerithium rubiginosum*, *Pleurotoma (Cerithium) costata* Eichw., *Trochus podolicus*, *papilla*, *Bulla Lajonkaireana*, *Paludina nympha*, *stagnalis*, *Cellepora wuiformis*, *Serpula*, *Ostracoda*.

³⁾ *Quinqueloculina*, *Rotalia*, *Polystomella rugosa* nov. sp., *Nodosaria*.

pontischen Stufe, Horizonte 3 und 4, in welchen nach seiner Angabe *Cardium obsoletum* und *Modiola volhynica* in Gesellschaft mit Land- und Süßwassermollusken vorkommen — der mäotischen, und nur zwei untere — der sarmatischen zu. Diese Classification ist ungenügend begründet.

Nördlich von der beschriebenen Hügelkette verschwinden die sarmatischen Schichten wiederum unter den jüngeren Bildungen, um von Neuem in Gestalt eines Bandes zwischen Dušet und Dğava im Mittellauf von Aragva, Ksan, Rechula, Medğuda, Liachva und Ptzis-tzchali zu erscheinen.

Jedenfalls ist noch sehr wenig über den Charakter der sarmatischen Schichten dieses Bandes bekannt. Herr Sorokin rechnet zur sarmatischen Stufe Sandsteine und Conglomerate, welche Pflanzenreste und Land- und Süßwasserconchylien enthalten (*Zonites*, *Helix*, *Paludina*)¹⁾. An der Rechula (bei Čala) ist dieser Conglomeratbildung eine Schicht des Polystomellenkalkes untergeordnet, welcher dem Kalke von Tetrat-chevi (Quernaki) entspricht. Nach Fournier²⁾ sollen die sarmatischen Schichten dieser Gegend bei Dğava viele Fossilien enthalten, leider theilt er nichts Näheres darüber mit.

Rionbecken. Dieses sarmatische Becken ist gegen das Schwarze Meer sehr breit, verengt sich aber beträchtlich gegen Osten und bildet an der Quirila zwei kleine Buchten. Ausserdem findet man noch am oberen Rion und im Oberlauf seines Nebenflusses Tzchenis-tzchali ein ganz isolirtes kleines sarmatisches Becken, welches in keinem Zusammenhang mit dem Hauptbecken steht. Die Schichten sind stark gefaltet, sie bil-

¹⁾ Geologische Beobachtungen zwischen Ksan und Gr. Liachva. 2-ter Theil. Geologische Structur des Ksan-thales. So viel ich weiss, ist der dritte Theil, in welchem gerade die Beschreibung der sarmatischen Ablagerungen von Medğuda und Liachva versprochen wurde, nicht erschienen.

²⁾ Fournier, p. 195.

den eine enge, schief eingeklemmte Synklinale. Nach Simonović, Batzević und Sorokin¹⁾, kann man hier zwei Horizonte unterscheiden:

1) eine Suite mergeliger Sandsteine mit *Tapes gregaria* etc. (an der Wasserscheide zwischen Ladžanuri und Tzchenis-tzchali), der Sandsteine von Godogani und der Mergel von Ozkaria.

2) eine untere Suite der Sandsteine von Usachelo und Potzcho.

Wir haben schon an einer anderen Stelle²⁾ gesehen, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass die untere Suite den Spaniodonschichten entspricht. Die obere Suite enthält eine typische sarmatische Fauna³⁾.

An der Quirila liegen die miocänen Schichten theilweise auf dem Oligocän, theilweise auf der Kreide und oft direkt auf den Graniten. Die miocänen Aufschlüsse findet man an den rechten Zuflüssen der Quirila (Češura, Dzerula, Dsusa, Budža), an der Quirila selbst, (bis Speti), im Thale von Sadzalichevi (linker Nebenfluss der Quirila) und im Dualathale. Ich sage «miocäne» und nicht sarmatische, weil die hiesigen, von den Autoren als sarmatisch bezeichneten Schichten jedenfalls zwei ver-

¹⁾ Geologische Beschreibung der Theile der Distrikte Lechtschum, Seanaki und Zugdidi (Gouv. Kutais). Mat. zur Geol. vom Kaukasus, 1875.

²⁾ Die südrussischen Neogenablagerungen, I-ter Theil, p. 225.

³⁾ *Cardium obsoletum, protractum, plicatum, Mactra podolica, Donax lucida, Tapes gregaria, Solen Orbelii* Sim., *Modiola marginata, Bulla Lajonkaireana, Paludina Orbelii, Pupa, Cerithium Hörnesi, scalare, Trochus* sp. — Herr Fournier führt eine längere Liste an, die aber ganz aus dem Erklärungstext zu der geologischen Karte der Kutais'schen Gouvernements von Simonović und Sorokin entnommen ist. Diese Liste aber ist für das ganze Gouvernement gegeben, ohne die beiden Becken zu unterscheiden. Herr Fournier behauptet, dass die oberen «sarmatischen» Schichten von Tzchenis-tzchali *Cardium obsoletum, Licina nivea* und *Modiola volhynica* («qui sont des espèces méotiques») und Süßwasserschnecken ((*Paludina pupa, Orbeli, stagnalis* Sim. (sic!), *Ancylus marginatus*) führen.

schiedene Horizonte darstellen, wovon der untere durch das massenhafte Vorkommen von «*Venus pulchella*» Dubois (*Spaniodon*) sp. sich auszeichnet. Dieser Horizont wird von den kaukasischen Geologen als «Ostracodenkalk» bezeichnet¹). Er besteht ausschliesslich aus Ostracoden und «*Venus*»schalen. Mit demselben steht in engem Verhältniss der sog. «mittlere Muschelkalkstein, wo man zusammen mit «*Venus*» manchmal auch *Corbula dilatata* und *Paludina Speti* (sicher eine *Rissoa* oder *Mohrensternia*) findet.

Der obere Horizont, der sogenannte «grobe Muschelkalkstein» ist reicher an Fossilien. Man führt an:

<i>Cardium protractum</i>	<i>Lucina nivea</i>
» <i>obsoletum</i>	<i>Trochus varius</i>
» sp.	<i>Ancylus marginatus</i>
<i>Tellina reflexa</i>	<i>Cerithium colchicum</i>
<i>Venus</i> sp. indet.	

Herr Fournier giebt eine längere Liste, welche aber eine grosse Vorsicht erfordert: wir finden darin: *Venus pulchella* und *Astarte pulchella* Baily, unter welchen Namen die kaukasischen Geologen eine und dieselbe Form verstehen (= *Spaniodon* sp.), als besondere Arten, ebenso *Venus incrassata* Eichw. und *Tapes gregaria* Partsch, weiter *Cardium trigonoides* (!).

Wie es auch sein mag, überzeugen uns die schon bekannten paläontologischen Thatsachen nicht, dass die «miocänen» Schichten des Quirilabeckens alle der sarmatischen Stufe angehören.

Keine sichere sarmatischen Fossilien sind in dieser Gegend gefunden und die tieferen Horizonte gehören ja ohne Zweifel

¹) Simonović, Batzević und Sorokin. Geologische Beschreibung der Theile der Distrikte von Kutais und Šaropanj (Gouv. Kutais. Mat. zur Geologie vom Kaukasus. 1874.

dem Spaniodonhorizont an (*Spaniodon*, *Mohrensternia*, *Corbula*).

Dieselben «*Venus pulchella*-Schichten», d. h. die Spaniodonschichten, kommen auch, in Gestalt einer liegenden Synklinale in dem Längsthal von Quirila-Marilisi vor. Die Mergel dieser Synklinale führen: *Venus pulchella*, *Tapes gregaria* und *Cerithium rubiginosum*¹⁾.

Nach Osten von Kutais ziehen sich die «sarmatischen» Schichten am Nordrande der Colchisniederung nach Mingrelien hin, zwischen Tzchenis-tzchali und Ingur und weiter bis an's Schwarze Meer²⁾.

Am Südrande der Niederung sind die sarmatischen Schichten durch Erosion vernichtet und treten nur in Gurien, am Unterlauf der Supsa auf. Hier, nach Bärman³⁾ treten Mergel, Sandsteine und Conglomerate aus krystallinischen Gesteinen mit *Cardium protractum* (?), *Hydrobia stagnalis* (?), auf. Am Berge Nazechoar (an einem Nebenfluss der Supsa) sind Mergel mit *Tapes gregaria*, *Modiola* sp., *Cardium obsoletum* und *protractum* und *Hydrobia stagnalis* aufgeschlossen.

An der Südküste des Schwarzen Meeres sind bisjetzt keine sichere sarmatische Aufschlüsse bekannt. Jedoch gehören hierher wahrscheinlich die Ablagerungen am Isthmus von Sinope. Schon Hamilton wies auf das Vorkommen junger Tertiärablagerungen bei Sinope hin⁴⁾. Murchison hat dieselben zu den aralokaspischen gerechnet. Eine eingehende Beschreibung der Halb-

¹⁾ Sorokin und Simonović. Das Thal von Çkheremela. Mat. zur Geologie vom Kaukasus. 1886.

²⁾ Siehe Geologische Karte von Russland, herausgegeben vom Geologischen Comité.

³⁾ Gornyj Journal. 1888. N. 11. Zur Geologie der Petroleumlagerstätte in Gurien.

⁴⁾ Hamilton. Observations on the Geology of Asia minor. Qu. J. of Geol. Soc. vol. V. 1849, p. 375.

insel Sinope haben wir von Brauns¹⁾. Die Halbinsel selbst wird durch eine Kuppe von Andesit gebildet, welche von den nach WSW fallenden Schichten eines dichten Kalksteins mit marinen Bivalven bedeckt wird. Dieser Kalkstein gehört nach Brauns der Kreide an. Der enge Isthmus, welcher die Halbinsel mit dem kleinasiatischen Continent verbindet, besteht aus horizontalen Schichten, deren «Uebereinstimmung mit Murchison's Steppenkalk von Hamilton nachgewiesen ist». Das ist eine Bivalvenbreccie und ein thoniger lockerer Sand. Am Südufer der Halbinsel findet sich ein isolirtes Vorkommen von Lehm mit einer Lage von *Astraea* (sic!). Man muss sehr bedauern, dass wenigstens annähernde Bestimmungen von Fossilien aus der Muschelbreccie fehlen. Sie liegt in einer geringen Höhe von 15—20 Fuss über dem Meeresspiegel. Brauns äussert sich folgendermassen: «Die jüngeren, über Kreide und Andesit sich lagernden Strandbildungen sind aus der jüngeren Tertiärperiode und setzten sich bis in die Jetztzeit fort». Hamilton und Murchison nennen diese Schichten aralocaspisch.

Lagen Murchison in der That die Fossilien von Sinope vor, dann haben wir hier ohne Zweifel mit brackischen Ablagerungen vom kaspischen Habitus zu thun, doch dürfen wir keine weitere Schlussfolgerungen machen. Sehr sonderbar ist das Vorkommen von *Astraea*. (Liegt hier nicht ein Druckfehler, statt *Ostrea* or?). Jedenfalls bleibt dieses Vorkommniss isolirt und stellt eine abweichende petrographische Entwicklung vor.

Hamilton citirt²⁾ aus den Schichten von Sinope *Cyrena* und *Cardium*. Vielleicht wurde hier *Mactra* für *Cyrena* gehalten, dann liegt die Vermuthung nahe, dass diese Schichten

¹⁾ Brauns. Sinope. Zeitschrift für allgemeine Erdkunde. Neue Folge. 2-ter Band. Berlin. 1857. P. 27—34.

²⁾ On the Geology of Asia minor. Quarterly Journal of Geol. Soc. of London V. 1849, p. 375.

der sarmatischen Stufe angehören. Nach Hamilton kommen ähnliche Schichten bei Platana, W. von Trebizond vor.

Die sarmatischen Schichten am Marmarameere und am Aegeischen Meere. Dass jedenfalls eine Verbindung quer über das heutige tiefe euxinische Becken während sarmatischer Zeit existirte, bezeugen die sarmatischen Ablagerungen bei Varna, Burgas, am Marmara- und am Aegeischen Meere.

Am Marmarmeer¹⁾ erscheint die sarmatische Stufe W. von Konstantinopel am Nordufer des Meeres. Nach Hochstetter ist sie bei Makrikioi, Widos, Kuçuk-Çekmedge als *Maetra*- und *Erviliakalke* ausgebildet. «Tiefere Bänke der sarmatischen Stufe mit *Tapes gregaria* etc. fehlen ganz» (Hochstetter).

Die sarmatischen Sichten sind von Süßwasserkalken und Süßwassermergeln überlagert, die mit Melanopsiden, Neritinen, Paludinen und Planorben gefüllt sind. An einigen Localitäten kommen auch Congerien vor²⁾. Die in den hiesigen sarmatischen Schichten vorkommende *Maetra* scheint mit *Maetra caspia* identisch zu sein, wenigstens ist die als *Maetra subtruncata* von Tchichatcheff angeführte Form, wie ich mich bei Durchmusterung der Tchichatscheff'schen Sammlung in Paris überzeugte, mit *Maetra caspia* identisch.

Nicht nur aber über, sondern auch unter den sarmatischen Schichten liegen bei Konstantinopel Süßwasserschichten. R. Hörnes³⁾ führt von hier *Melanopsis trojana* und and. an.

Die Süßwasserschichten über den sarmatischen Bildungen sind längs der nördlichen Küste des Marmarameeres von Bijuk-

¹⁾ Hochstetter. Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. Jahrb. d. k. k. g. R. A. XX. 1870, p. 376.

²⁾ *Congeria byzantica* Andrusov. Fossile und lebende Dreissensiden Eurasiens. p. 557. Die Schichten scheinen den unteren Congerenschichten Oesterreich-Ungarns zu entsprechen.

³⁾ R. Hörnes. Süßwasserschichten unter den sarmatischen Ablagerungen am Marmarameer. Sitzungsberichte d. Kais. Akad. d. Wiss. II-te Abth. Bd. XXIV. 1876.

Çekmedge bis zum Fusse des Tekir-dagh's aufgeschlossen. Sarmatische Schichten treten hier am Ufer nicht auf, nur von Aşiklar und Nebilkiöi werden die Mactrabänke von d'Archiac (in Viquesnel) angeführt. In das Innere des thracischen Beckens dringen sie nicht ein.

In grosser Mächtigkeit und schön entwickelt kehren die sarmatischen Schichten an beiden Ufern der Dardanellen wieder. Nach Calvert und Neumayr¹⁾ bildet das hiesige Neogen (bis 600' mächtig) folgende Abtheilungen:

1) rothe Mergel ohne Fossilien;
2) Gerölle und Sande mit *Dinotherium bavaricum*, *Mastodon angustidens*. Dann folgen

3) Thone, Mergel, Gerölle und Sande mit Pflanzenresten, Knochen von *Cethotherium priscum*, *Phoca pontica* und Süswassermollusken (*Anodonta hellespontica* Fisch., *Unio Steindachneri* Neum., *Spratti* Neum., *Dardanus* Neum., *Neritina Scamandri* Neum., *Melania hellespontica*, *Melanopsis buccinoides* Ol., *Trojana* R. Hörnes, *acanthicoides* Hörn., *Abichi* Neum., *pergamena* Neum., *Vivipara Hectoris* R. Hörnes).

Auf das Vorkommen von *Cethotherium* und *Phoca* sich stützend, rechnet M. Neumayr die Süswasserschichten unter den Mactrakalken noch zu den untersarmatischen Ablagerungen. Die tieferliegenden Säugethierschichten gehören etwa hierher oder zu der 2-ten Mediterranstufe.

Die sarmatischen Schichten ziehen sich als ein ununterbrochener Aufschluss von Gallipoli, wo ich in den *Melanopsis acanthicoides*-Schichten auch Reste einer dünnschaligen *Mactra* gefunden habe, bis zur südlichsten Spitze der Halbinsel hin. Die Ostseite ist nicht so steil und hier ziehen sich die sarmatischen Schichten bis in die Umgegend vom alten Troja hin.

¹⁾ Calvert und Neumayr. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien Math.-naturw. Cl. Bd. 40.

Nach Diller (Notes on the Geology of the Troad. Qu. J. of the geol. Soc. of London, Vol. XXIX, 1883) ziehen sich die sarmatischen Schichten von dem südlichen Ende der Dardanellen als ein enger Streifen am Ufer des Meeres, fast bis zum Cap Baba (etwa unter $39^{\circ} 39'$ N) hin. Im Westen grenzt dieser Streifen an eruptive und archaische Bildungen. Es sind Mactrakalke, Sande und Thone und darunterliegende Conglomerate aus den Fragmenten des Andesits und des Liparits.

Auf der Halbinsel Chalkidike sind die sarmatischen Schichten von L. Burgerstein studirt (Geologische Untersuchungen im südwestlichen Theile der Halbinsel Chalkidike. Denkschr. d. K. Akademie der Wissenschaften Bd. XL). Im südwestlichen Theil dieser Halbinsel und auf dem südlichen Ausläufer desselben, der Halbinsel Kassandra, sind tertiäre Bildungen entwickelt, meistens aber versteinungsleer. Zu unterst liegen Tegel, dann folgen Sande und endlich Kalke. Tegel und Sande haben bisjetzt keine Versteinerungen geliefert, in den Kalken hat Burgerstein bei Athylos (Halbinsel Kassandra) schlecht erhaltene Fossilien gefunden, welche theilweise als sarmatische, theilweise als pontische Arten bestimmt sind. Hier liegt also, nach dem Verfasser eine Mischfauna der sarmatischen Stufe und der Congerienschichten. Jedenfalls gestatte ich mir einen Zweifel an der Richtigkeit der Bestimmung gerade jener Formen auszusprechen die als «pontisch» bestimmt sind. Es sind Formen, deren genaue Bestimmung sogar bei dem gutem Erhaltungszustand erschwert ist, während sie sich hier als Steinkerne und Abdrücke finden. Unter dem Namen der «*Congeria simplex*» zum Beisp. hat man eine ganze Reihe verschiedenartiger Formen zusammen. Mir scheint es, dass es sich hier vielmehr um die echten sarmatischen Schichten handelt, welche unter dem starken Einfluss des Süßwassers abgelagert sind. Im Grossen und Ganzen stellt das Profil von Athylos folgende Reihenfolge dar:

- 1) Kalk mit «*Congeria simplex*», *Modiola volhynica*, *Maetra*, *Tapes*, darunter
- 2) Kalk mit undeutlichen Versteinerungen;
- 3) Cardienbank mit «*Cardium littorale* Eichw.», *C. prae-tenue* Mayer, *C. Partschi* Mayer, *C. novorossicum* Barbot, *Buccinum duplicatum* Sow.;
- 4) Congerienkalk;
- 5) Kalk mit undeutlichen Versteinerungen.

An der Westküste des Schwarzen Meeres findet man sarmatische Schichten bei Burgas und Varna.

Bei Burgas ist ein isolirtes Vorkommniss der sarmatischen Stufe am Nordufer des Burgasgolfes bekannt. Wir sehen auf Toula's Karte¹⁾ sarmatische Schichten an der Küste zwischen Burgas und Achiolo sich hinziehen, sowie am Nordrande von Athanassee.

Etwas nördlicher, bei Mesemvria treten am Meeresufer Kalke, Tegel und Sandsteine mit *Cardium plicatum*, *Maetra* und *Tapes* auf²⁾.

Diese Vorkommnisse liegen südlich vom eigentlichen Balchan. Etwas grössere Verbreitung haben die sarmatischen Schichten bei Varna. Sie bedecken hier die Fläche zwischen Varna und Devnosee einerseits und Hadži-oglu-bazardğik und Balğik andererseits.

Bei Varna³⁾ liegen sie auf den Spaniodonschichten. Zuerst (Bujuk-Franga) folgen Diatomeenschiefer, welche nach Pan-

¹⁾ Geologische Karte des östlichen Balkan in «Geogische Untersuchungen im östlichen Balkan. Abschliessender Bericht. Denkschriften der kais. Akad. der Wissenschaften. Wien. Bd. LXII. 1896. Vergleiche auch Viquesnel. Note sur la Collection de roches, recueillie en 1885 par feu Hommaire de Hell, sur le littoral de la mer Noire. Bull. de la Soc. géol. de France. (2) t. VII, p. 527.

²⁾ Geol. Untersuchungen im östlichen Balkan. Ibidem. 1-ter Theil. Bd. LVII. 1890, p. 389.

³⁾ ddo. II-ter Theil, p. 425—426.

tocsek eine Flora enthalten, die mit jener von Dolje, Elesd, Karacs, Nyermegy, Kavna, Bresnia, Borostelek, Inopalaja und Bory (Ungarn) übereinstimmt. Hier findet sich auch die schöne *Surirella Baldjiki*.

Höher erscheinen weisse Mergel mit Cardien und zuoberst Oolithe, Kalke und mürbe Sandsteine mit *Maetra*, *Tapes*, *Cardium obsoletum*, *Turbo* etc.

Auf der Plateauhöhe zwischen Varna und Balcik findet man in Steinbrüchen kleine Aufschlüsse und in den Brunnen sarmatische Kalke, Oolithe und Sandsteine mit *Maetra podolica*, *Cardium obsoletum*, *Tapes gregaria*, *Trochus pictus* etc.¹⁾

Am Meeresufer beschreibt Toula bei Balcik²⁾ folgende Schichtenserie.

Zu oberst liegen feste, weisse Kalkmergel mit *Maetra podolica*, tiefer erscheint eine rothgefärbte Kalkbank unter welcher eine Wechsellagerung von festen Kalkbänken mit mürbem, dünnplattigen Mergel lagert. Mergel enthalten: *Cardium Michailovi* Toula, *Modiola* sp., *Bulla* cf. *Lajonkai-reana*, *Phasianella* cf. *elongatissima*. Diese Mergel sind blendend weiss und erreichen bis 110 Meter Mächtigkeit. Die darunter liegende Schichtenserie lässt nach Toula folgende Glieder unterscheiden:

1. Mürbe Mergel.
2. Dünnplattige Mergel mit Cardien.
3. Mergel mit *Turbo Barboti* Toula.
4. Weisse schiefrige Mergel und
5. Mürbe Schicht mit *Maetra bulgarica*.
6. Sandige Schicht mit Cardien.
7. Mürbe Mergel mit einer festen Bank, die folgende

¹⁾ Ibid. p. 420, 432, 433.

²⁾ Ibid. p. 434

Formen enthält: *Mactra podolica*, *Cardium plicatum* (*gracile*), *Tapes gregaria*, *Cardium obsoletum*, *Modiola* cf. *marginata*, *Turbo Baldjikensis*, *quadristriatus*, *Bouei*, *Paludina* cf. *Frauenfeldi*, *Buccinum angustatum*, aff. *duplicatum*, aff. *Verneuili*.

8. Schiefrige Letten und

9. Etwas bituminöse sandige Mergel mit Cardien und Polystomellen (*Pol. crispa* und *annulata*).

Der Dacische Golf.

Die sarmatischen Bildungen am unteren Donau sind stark dislocirt. Eine lange Verwerfung, welche längs dem Donau verläuft, theilt das hiesige Verbreitungsgebiet der sarmatischen Schichten in zwei Regionen: die nördliche oder walachische, und die südliche oder bulgarische. In der nördlichen Region sind die sarmatischen Ablagerungen am Fuss der Karpathen stark gefaltet und hoch gehoben, treten hier theilweise insel-förmig zwischen den jüngeren Ablagerungen auf und dann sinken nach Süden unter das Meeresniveau. In der bulgarischen Region liegen sie flach tafelförmig und hoch über Donau auf den älteren Schichten.

Nach Sabba Stefanescu bilden die walachischen sarmatischen Schichten drei oder vier abgesonderte Verbreitungsbezirke.

Erstens setzten sich die moldauischen sarmatischen Schichten, welche eine grosse ununterbrochene Fläche bedecken, als ein enges Band in die Distrikte von Putna, Ramnicu-Sarat, Buzau und Prahova fort.

Als die westliche Grenze dieses Bandes bezeichnet Sabba Stefanescu Bustenari, N.W. von Ploesci; doch hier, sowie bei Coda-malului (Valeni-di-Munte) sind nach meinen Beobachtungen nur mäotische Schichten entwickelt (welche Sabba Stefanescu

als obere Abtheilung der sarmatischen Stufe betrachtet), so dass die westliche Grenze der echten sarmatischen Schichten etwas östlicher liegt, als es die Karte S. Stefanescu's angiebt.

Es ist sehr interessant, dass in dieser Gegend, insbesondere aber in Milcov und Ramnicu-Sarat-thälern unmittelbar unter den Dosinienschichten der mäotischen Stufe ein sarmatischer Horizont sich befindet, welcher durch das massenhafte Vorkommen einer *Macra* sich auszeichnet, welche Sabba Stefanescu als *Macra cumulata* oder *truncata* beschrieben hat ¹⁾. Diese Erscheinung erinnert sehr an das massenhafte Vorkommen von *Macra caspia* im südlichen Russland, welches wir schon besprochen haben. Es scheint, dass wir auch in der Walachei denselben höheren Horizont der sarmatischen Stufe, wie in Südrussland besitzen. *Macra cumulata* ist freilich nach der Abbildung nicht mit *Macra caspia* identisch. Jedenfalls während im fernen Osten (Mangyschlak) und bei Kertsch in den oberen sarmatische Schichten nur *M. caspia* vorkommt, mischt sich zu derselben in der westlichen Krim noch eine andere Form *Macra* zu, welche Sinzov als *Macra variabilis* var. *crassicollis* bezeichnet. Sie kommt auch bei Nikolahew und Varna und scheint eben mit *Macra cumulata* Sabba identisch zu sein.

Weiter westlich in Buzeu- und Prahova-Distrikten scheinen auch ältere sarmatische Bildungen mit *Cerithium pictum*, *Ervilia podolica* und *Nassa duplicata* aufzutreten. Bei Manesci und Manzalesci im Slanic-thal enthalten diese Schichten viele Süswasserconchylien und *Chara*, bei Isvorul-Ursului (Saratzeluthal) kommt eine Dreissenside mit *Nassa duplicata* zusammen.

Südlich von diesem Streifen sarmatischer Bildungen treten

¹⁾ Siehe S. Stefanescu. Études sur les terrains tertiaires de Roumanie, 1897, prt. II, p. 116.—Auch Bull. de la Soc. Geol. de France. 1897, p. 313.

sie noch einmal in Gestalt einiger Antiklinalen auf, die von allen Seiten von jüngeren Gebilden umgeben sind. Die Mehrzahl derselben vereinigt sich zu einem Bergrücken, welchen *Cobalcescu* als Istritza-rücken bezeichnet hat ¹⁾. Hier kommen Kalksteine mit *Maetra* «*podolica*», *Cerithium rubiginosum*, *pictum* und *Nassa duplicata*.

Westlich von Prahova-distrikt verschwinden die sarmatischen Bildungen, um wiederum in der Gegend zwischen Ramnicu-Valcei und Tergu-Jiu aufzutauchen (Distrikten Valcea und Gorju). Von hier hat Fontannes in der Sammlung von Gregoire Stefanescu gewöhnliche sarmatische Conchylien bestimmt, wie *Nassa duplicata*, *Cerithium rubiginosum*, *pictum*, *Tapes gregaria*, *Maetra podolica*.

Noch westlicher erscheint die sarmatische Stufe als eine kleine Insel bei Bresnizza in der Umgebung von Turn-Severin, wo Th. Fuchs *Maetra podolica*, *Tapes gregaria* und *Modiola volhynica* entdeckt hat.

Die sarmatischen Schichten der bulgarischen Region sind von Fötterle, Toula, Hochstetter, von Rodovanovič und Pavlovič untersucht. Toula hat die sarmatischen Schichten zwischen Donau und Timok beobachtet. Die sarmatischen Ablagerungen erscheinen hier als oolitische Kalke, weiche kreidige Kalke, Thone und Sande mit bezeichnenden Fossilien. Bei Koilova sind mehrere Foraminiferen gefunden (*Pclystomella crispa* d'Orb., *subumbilicata* Cz., *aculeata* d'Orb., *Midhati* Karr., *Nonionina granosa* d'Orb., *punctata* d'Orb.). Ausser der gewöhnlichen sarmatischen Arten (*Buccinum duplicatum* Sow., *Cerithium pictum* Bast., *rubiginosum* und *disjunctum*, *Trochus podolicus*, *Tapes gregaria* Partsch, *Cardium plicatum* Eichw., *obsoletum* Eichw., *protractum*) sind von Toula auch einige neue

¹⁾ Verhandl. d. k. k. geol. R. A. 1884. № 11.

Arten erwähnt (*Turbo Barboti*, *Cardium Timoki*, *Lepralia dichotomia* und *orthostichia*). Die Fauna wird durch das zahlreiche Cerithien charakterisirt, was auf untersarmatische Schichten Russlands erinnert. Rodovanović und Pavlović beschreiben die sarmatischen Ablagerungen des unteren Timok-Beckens. Nach diesen Autoren «beschränkt sich die sarmatische Stufe bloss auf die nordöstliche Partie desselben». Ausserdem sind nur kleine Reste in der Umgebung von Knjaževac bekannt. Im unteren Timok-Becken stellt die sarmatische Stufe das hauptsächlichste Glied des Tertiärs, und liegt diskordant auf verschiedenartigen Gebilden (Kreide, krystallinische Schiefer und Eruptivgesteine). Das Hängende bilden gewöhnlich Diluvial-Ablagerungen, an der Visoka aber Schichten mit *Congerina exigua* Rad. et Pavl., welche die Autoren zur mäotischen Stufe zuzählen. Petrographisch stellt die sarmatische Stufe der serbischen Partie den unteren Timok-Beckens zwei verschiedene Niveaux, die paleontologisch aber nicht unterscheidbar sind.

Das untere Niveau besteht aus Sanden, Thonen und Mergeln. Im Jagnijilski Potok, wo sarmatische Schichten unmittelbar die krystallinische Schiefer bedecken, sind auch Schotter und Conglomerate entwickelt. Am Rande des Beckens sind diesen sarmatischen Schichten oft dünne Lignitflötze eingelagert.

Das obere Niveau wird von verschiedenen, gewöhnlich fossilreichen Kalksteinen zusammengesetzt.

Die Fauna beider Abtheilungen besteht aus zahlreichen Gerithien, Trochus-arten (*pictus*, *podolicus*, *papilla* und *serbicus* Rad. et Pavl.), *Murex sublavatus*, *Pleurotoma Doderleini*, *Turbo Hörnesi* Barbi. *Nerita Grateloupana*, *picta*, *Rissoa inflata*, *Paludina Frauenfeldi*, *Melania Escheri*, *Bulla Lajonkaireana*, *Solen subfragilis*, *Tapes gregaria*, *Cardium obsoletum*, *plicatum*, *Modiola volhynica* und *Ervilia podolica*. Nach dieser

Liste sollen hier hauptsächlich untersarmatische Schichten vorkommen.

Die sarmatischen Ablagerungen des Timok-Beckens sind gefaltet, während weiter gegen Osten auftretende sarmatischen Schichten der bulgarischen Ebene bilden horizontale an das ältere Gebilde angelehnte Decke. Man kennt solche sarmatische Schichten in den Thälern von Isker, Vid und Osam. Fötterle, Hochstetter und Toula beschreiben die sarmatischen Aufschlüsse dieser Gegend. Nach Hochstetter treten dieselben bei Nikopoli unmittelbar am Rande der Donau unter dem Löss, bei Plevna liegen sie nach Fötterle über den mediterranen Schichten. Nach Fötterle besteht die sarmatische Stufe hier aus sandigen Kalbänken und sandigen Letten mit Steinkernen und Abdrücken von Cerithien, Cardien u. s. w. An beiden Ufern des unteren Isker beobachtete Zlatarski Thone, Mergel und sandigoolitische Schichten mit *Modiola volhynica*, *Mastra podolica*, *Cardium obsoletum*, *Cerithien* etc.¹⁾.

Nach Osten von Sistova ist das Ufer der Donau schon direkt von den kretacischen Ablagerungen gebildet und die sarmatischen Schichten erscheinen nur bei Tschernavoda, dort wo die Donau sich nach Norden biegt und ziehen sich von dort gegen Küstendže.

¹⁾ Fötterle. Die geologischen Verhältnisse der Gegend zwischen Nikopoli, Plevna und Jablanitzta in Bulgarien. Verhandlungen d. k. k. geol. R. A. 1869, № 9, 187. Hochstetter. Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. Jahrb. d. k. k. R. A. 1870, p. 491. Toula. Die sarmatischen Ablagerungen zwischen Donau und Timok. Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Math. naturwissensch. Classe, I-te Abth. 1877, Bd. LXXV. Rodovanović und Pavlović. Ueber die geologischen Verhältnisse des serbischen Theiles des unteren Timok-Beckens. Annales géologiques de la peninsule Balkanique. Tome IV. 1893. Fr. Toula. Geologische Untersuchungen im centralen Balkan. Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften. Math. naturw. Cl. Bd. LV, p. 57.