

Über die Natur der sarmatischen Stufe und deren Analoga in der Jetztzeit und in früheren geologischen Epochen.

Von **Th. Fuchs.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 1. März 1877.)

Nach den zahlreichen Arbeiten, welche im Verlaufe der letzten Jahre über die sogenannte „sarmatische Stufe“ des südöstlichen Europas erschienen sind, unter denen ich nur auf diejenigen von Suess, Barbot, Hörnes, Hochstetter, Sinzow, Karrer u. a. hinweisen will, darf wohl vorausgesetzt werden, dass die Eigenthümlichkeit dieser in jeder Beziehung so abweichenden und abnormen Formation auch in weiteren Kreisen bekannt ist.¹

Umsomehr hat es mich daher Wunder genommen, dass bisher so vollkommen übersehen werden konnte, dass bereits in früheren geologischen Epochen eine Reihe von Formationen vorkommt, welche sowohl in Bezug auf ihre Verbreitung, als den Charakter ihrer Fauna, die Beschaffenheit ihres Sedimentes und ihr Verhalten zu anderen normalen Ablagerungen auf das vollständigste mit der sarmatischen Stufe übereinstimmt, und

¹ Ich führe zur Orientirung folgende Quellen speciell an:

Hommaire de Hell. Les steppes de la mer caspienne. Paris 1844.
(Paléontologie par D'Orbigny.)

Murchison. Geologie des europäischen Russlands. Stuttgart 1848.

Steindachner. Beiträge zur fossilen Fischfauna Oesterreichs (Sitzbr. Wiener Akad. 1859. p. 673.) [Fische des Hernalser Tegels.]

Barbot de Marny. Beschreibung der Astrachanskischen oder Kalmücken-Steppe. Petersburg 1863.

Karrer. Über das Auftreten der Foraminiferen in den brackischen Schichten des Wiener Beckens. (Sitzbr. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1863.)

demgemäss gewissermassen, *sit venia verbo*, ältere „sarmatische Stufen“ darstellen.

Die Formationen, welche ich hiebei im Auge habe, sind folgende:

1. Die Formation des Zechsteines in Russland, Norddeutschland und England.
2. Die Formation des deutschen Muschelkalkes.
3. Die sogenannten Raiblerschichten der Alpen.
4. Die Contortaschichten ausserhalb der Alpen mit Einschluss jenes Theiles der Rhaetischen Formation der Alpen, welcher von Gümbel¹ als „oberer Muschelkeuper“, von Suess und Mojsisovics² als „schwäbische Facies der rhätischen Stufe“, von Stoppani³ als „*groupe de lumachelles*“ angeführt wird.

In der That kann man die Faunen dieser Formationen nicht näher ins Auge fassen, ohne von der ausserordentlichen Ähnlichkeit überrascht zu sein, welche sie in ihrem Grundcharakter sowohl untereinander als mit der sogenannten sarmatischen Stufe zeigen.

Es lässt sich dieser gemeinsame Grundcharakter in Kürze folgendermassen charakterisiren:

Abich. Geologie der Halbinsel Kertsch und Taman. (Mém. Akad. imp. St. Petersbourg 1865. IX. Nr. 4.)

Suess. Über die Bedeutung der sogenannten „brackischen Stufe“ oder der „Cerithienschichten“. (Sitzbr. d. Wiener Akad. 1866.)

Barbot de Marny. Geologie des Gouvernements Cherson. Petersburg 1869 (in russischer Sprache).

Hochstetter. Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. (Jahrb. d. geolog. Reichsanst. 1870. p. 365.)

Sinczow. Geologische Skizze des bessarabischen Kreises. Odessa 1873 (in russischer Sprache).

Hörnnes jun. Die Fauna der sarmatischen Ablagerungen von Kischeneff in Bessarabien. (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1874. p. 33.)

¹ Geologische Beschreibung des baierischen Alpengebirges.

² Die Gebirgsgruppe des Osterhorns. (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1868.)

³ Essai sur les conditions générales des couches à *avicula contorta*. Milan 1861.

Die Korallen, Spongien, Bryozoen, Echinodermen, Cephalopoden und Brachiopoden, sowie unter den Lamellibranchien und Gastropoden alle grossen, dickschaligen und reicher verzierten Formen treten vollständig zurück oder verschwinden theilweise auch ganz, so dass die gesammte Fauna schliesslich fast nur aus einer beschränkten Anzahl mittelgrosser, unscheinbarer Bivalven besteht, welche gesellig vorkommend, im Vereine mit einigen kleinen, unscheinbaren Gastropoden an allen Punkten des Vorkommens mit ermüdender Gleichförmigkeit wiederkehren.

Eine nicht minder grosse Übereinstimmung als in der Fauna zeigen diese Formationen auch in der petrographischen Zusammensetzung ihrer Sedimente, wodurch sie sich auch in dieser Richtung als Ablagerungen darstellen, welche unter analogen äusseren Bedingungen entstanden.

Es bestehen diese Ablagerungen nämlich fast ausschliesslich aus dünngeschichteten Sandsteinen und Mergeln in Verbindung mit dünnplattigen Kalken, Muschelbänken, eigenthümlichen, bläschenförmigen Oolithen und leichten, porösen Schaumkalken, während alle dichten und massigen Kalk- und Dolomitbildungen vollständig fehlen.

Eine ganz besonders charakteristische Eigenthümlichkeit sind die ebenerwähnten bläschenförmigen Oolithe. Dieselben treten beinahe überall auf, wo sarmatische Schichten vorkommen und sind bisher noch niemals in den normalen marinen Ablagerungen (Mediterranstufe) gefunden worden.¹

Es existirt über sie eine eigene Literatur und sie werden als ganz charakteristisch für diese Formation angesehen. Da ist es nun in der That äusserst auffallend und unmöglich auf einen Zufall zurückführbar, dass dieselben Oolithe in genau derselben Weise auch allenthalben im russischen, norddeutschen und englischen Zechstein, sowie im mitteldeutschen Muschelkalk auftreten, wo sie einen Theil des sogenannten „Schaumkalkes“ im weiteren Sinne bilden, während sie umgekehrt noch niemals in anderen Ablagerungen aufgefunden worden sind.

¹ Bei Syrakus zeigen die obersten Bänke des Leithakalkes eine auffallende Verarmung der Fauna, welche ganz an diejenige der sarmatischen

Aus dem englischen Zechstein werden grosse, unregelmässig knollige Kalkconcretionen von concentrisch-schaliger Zusammensetzung beschrieben, welche in auffallendster Weise an die sogenannten „Riesenoolithe“ der Raiblerschichten erinnern und mit ihnen wohl auch identisch sein dürften.

Endlich kommen in allen hierher gehörigen Bildungen sehr häufig Gyps- und Steinsalzablagerungen vor.

Eine weitere Eigenthümlichkeit aller hierher gehörigen Formationen besteht darin, dass sie innerhalb ihres gesammten Verbreitungsgebietes sowohl in Bezug auf ihre petrographische Ausbildung, als auch in Hinsicht ihrer Fossilien eine ausserordentliche Gleichförmigkeit beibehalten, so dass Stücke aus den entferntesten Punkten genommen sich oft zum Verwechseln ähneln. Es geht aus dieser Eigenschaft die eigenthümliche Doppelstellung aller dieser Ablagerungen hervor, dernach sie ebensowenig interessant für den Paläontologen als wichtig für den Stratigraphen sind, indem sie ersterem immer nur dieselben wenigen und unscheinbaren Fossilien liefern, während sie dem letzteren einen scharfen, leicht kenntlichen und niemals irreführenden Horizont abgeben.

Wenn wir uns nun aber weitergehend die Frage vorlegen, wodurch denn der eigenthümliche Charakter der angeführten Formationen bedingt sei, respective unter welchen äusseren Verhältnissen die Bildung aller dieser Ablagerungen erfolgte, so ergeben sich sofort grosse Schwierigkeiten.

Die Ablagerungen der sarmatischen Stufe (im engeren Sinne) wurden anfangs für brackische Bildungen gehalten, und die gleiche Anschauung wurde auch von Ramsay für die Bildungen der Contortazone geltend gemacht. ¹

Stufe erinnert, und zu gleicher Zeit treten daselbst auch in ausgezeichneter Weise bläschenförmige Oolithe auf, welche sonst im normalen Leithakalke dieser Gegend nirgends gefunden werden. (Siehe meine kleine Notiz: Über Miocänbildungen vom Charakter der sarmatischen Stufe bei Syrakus, in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie).

¹ On the physical relation of the new red marl, rhaetic beds, and lower Lias. (Quart. Journ. Geol. Soc. 1871. p. 189.) Siehe auch von demselben Autor: On the red rocks of England of older date than the Trias. (Item pag. 241).

Es lässt sich nun allerdings nicht leugnen, dass in dem Zurücktreten, respective Fehlen der Korallen, Bryozoen, Echinodermen, Brachiopoden und Cephalopoden, sowie überhaupt aller grösseren, auffallenderen Conchylien eine entschiedene Andeutung brackischer Verhältnisse vorhanden ist, sowie auch das gesellige massenhafte Vorkommen der wenigen übrig bleibenden Formen der gesaamten Fauna einen entschieden brackischen Habitus verleiht. Immerhin würde es jedoch gegen die bisherige Auffassung dieser Verhältnisse verstossen, wollte man eine Fauna schlechtweg „brackisch“ nennen, welche doch ausschliesslich aus echt marinen Conchylien besteht, und vor Allem würde man sich wohl kaum entschliessen können, Ablagerungen wie den Zechstein und Muschelkalk als „brackische“ Ablagerungen zu bezeichnen.

Eine andere Ansicht geht dahin, in den angeführten Ablagerungen einfach „Strandbildungen“ zu sehen.

Auch diese Ansicht hat gewiss Vieles für sich, indem in der That die vorkommenden Organismen grösstentheils solche sind, wie wir sie in Strandbildungen zu finden gewohnt sind, und die so allgemein verbreiteten Oolithe auch mit grosser Entschiedenheit für eine Bildung in geringer Tiefe sprechen.

Immerhin scheint mir auch diese Anschauung die vorliegende Frage nicht vollkommen zu erschöpfen, da ja Strandbildungen auch in anderen Formationen sehr häufig auftreten, ohne dass dieselben jedoch jemals jene Einförmigkeit und Abgeschlossenheit zeigen würden, welche ja gerade den wesentlichen Charakterzug der in Rede stehenden Formationen bildet.

In der letzten Zeit ist nun eine dritte Anschauungsweise aufgetaucht, welche zuerst mit Rücksicht auf die sarmatische Stufe aufgestellt, später auch auf die Fauna des Muschelkalkes und des Zechsteines übertragen wurde, und dieselbe ging einfach dahin, dass alle diese Faunen nordischen Ursprunges seien und ihr Auftreten durch ein Vordringen polarer Gewässer gegen Süden bedingt würde.

So verlockend diese Ansicht nun auch für den ersten Augenblick sein mag, indem sie eine sehr einfache Lösung des Problems zu bieten scheint, so kann ich doch nicht umhin, nach einer reif-

lichen Prüfung aller hieher gehörigen Thatsachen, mich mit aller Entschiedenheit gegen dieselbe auszusprechen.

Vergleicht man die Fauna der sarmatischen Stufe mit derjenigen unserer jetzigen nordischen Meere, so findet man, dass dieselben nicht die mindeste Ähnlichkeit miteinander besitzen.

Vor allen Dingen sind die nordischen Meere durchaus nicht so arm an Formen, wie man gewöhnlich annimmt. Wenn in der sarmatischen Formation Korallen, Echinodermen, Brachiopoden, Pteropoden, Cephalopoden, Balanen, Dekapoden und Haifische vollständig fehlen, so findet sich dieser Mangel durchaus nicht auch in den nordischen Meeren, wo vielmehr alle diese Typen, und zwar mitunter sehr reichlich und durch grosse und auffallende Formen repräsentirt sind.

Die nordischen Meere besitzen ferner eine sehr reiche und charakteristische Tiefseefauna mit zahlreichen Korallen, Echinodermen, Spongien, Brachiopoden, Krabben, Makruren u. s. w., welche der sarmatischen Stufe vollständig abgeht.

Die Conchylienarten der nordischen und Polarmeere zeichnen sich durch eine durchschnittlich sehr bedeutende Grösse aus, während die Conchylien der sarmatischen Stufe und der verwandten Ablagerungen durchgehends klein sind.

Fasst man die einzelnen Genera ins Auge, aus denen die Conchylienfauna der nordischen Meere und die der sarmatischen Stufe zusammengesetzt sind, so findet man auch hier einen tiefgehenden Gegensatz.

So gelten als besonders charakteristisch für die nordischen Meere folgende Genera: *Buccinum* (im engeren Sinne), *Trophon*, *Trichotropis*, *Litornia*, *Lacuna*, *Margarita*, *Puncturella*, *Crenella*, *Yoldia*, *Astarte*, *Cyprina*, *Mya*, *Saxicava*, *Glycimeris*, *Lyonsia*. Nicht ein einziges dieser Genera ist jedoch bisher in der sarmatischen Stufe nachgewiesen. Umgekehrt fehlen die in der sarmatischen Stufe auftretenden Genera: *Tapes*, *Donax*, *Ervilia*, *Cerithium*, *Columbella*, *Murex*, *Trochus*, *Phasianella*, in den nordischen Meeren entweder ganz oder sie sind daselbst doch nur äusserst schwach vertreten.¹

¹ Siehe Middendorf. Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. Vol. II, Zoologie. Petersburg 1851. (Vergleich der Fauna des Schwarzen Meeres mit derjenigen des Polarmeeres.)

An den Küsten Norwegens, Englands und Nordamerikas finden sich bekanntlich in grosser Verbreitung glaciale Ablagerungen der Diluvialzeit, dieselben haben aber nicht die mindeste Ähnlichkeit mit den Ablagerungen der sarmatischen Stufe.¹

Zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt man, wenn man die triasischen und permischen Ablagerungen in Betracht zieht.

Man kennt gegenwärtig bekanntlich aus Spitzbergen sowohl Ablagerungen der Trias, als auch der Permformation², dieselben zeigen jedoch keine Spur von einer Verarmung der Fauna, wie wir sie im mitteleuropäischen Zechstein und Muschelkalk finden, sondern die Fauna ist im geraden Gegentheile sehr formenreich und gleicht vielmehr derjenigen, welche in den gleichalterigen Ablagerungen der Alpen auftritt.

Wenn ich nun versuchen wollte, bei diesem Stande der Dinge meine eigene Ansicht über diese Frage auszusprechen, so liesse sich dieselbe in Kürze folgendermassen formuliren:

Als erstes und wichtigstes Moment zur Bildung von Formationen, wie sie im Vorhergehenden geschildert wurden, betrachte ich die Existenz abgeschlossener, isolirter Binnenmeere, welche nach Art des Schwarzen Meeres, des Mittelmeeres oder auch der Ostsee nur durch einen engen Canal mit dem Ocean in Verbindung stehen.

¹ Vor Kurzem hat mein verehrter Freund Dr. A. Bittner sich in seiner Habilitationsvorlesung als Docent an der Wiener Universität ebenfalls mit grosser Entschiedenheit gegen die nordische Natur der sarmatischen Stufe ausgesprochen und hiefür fast genau dieselben Gründe angeführt, welche auch ich als die ausschlaggebenden betrachte. Es ist sehr zu bedauern, dass dieser interessante Vortrag nicht der Öffentlichkeit übergeben wurde.

² Nordenskiöld. Sketch of the Geology of Spitzbergen. Stockholm 1867.

Lindström. Om Trias och Jura försteningar fran Spitzbergen. (Akad. Handlingar. Stockholm 1865.)

Toula. Kchlenkalkfossilien von der Südspitze von Spitzbergen. (Sitzb. Wiener Akad. 1873. I.)

— Kohlenkalk und Zechsteinfossilien aus dem Hornsund an der Südwestküste von Spitzbergen. (Idem 1874. I.)

— Eine Kohlenkalkfauna von den Barents-Inseln (Nowaja Semlja). (Idem 1875. I.)

— Permo-Carbonfossilien von der Westküste von Spitzbergen. (Neues Jahrb. für Mineralogie 1875.)

Es ist bekannt, dass das Wasser des grossen Oceans sich ähnlich wie die Atmosphäre in einem grossen Kreislaufe befindet, indem das warme Oberflächenwasser vom Äquator fortwährend nach den Polen strömt, während umgekehrt die abgekühlten Gewässer der Pole sich in der Tiefe wieder langsam gegen den Äquator zu bewegen. — Es wird auf diese Weise eine fortwährende Erneuerung des Wassers auch in den Tiefen des Oceans bewirkt und namentlich auch die zur Unterhaltung des animalischen Lebens unentbehrliche atmosphärische Luft stets von Neuem von den Polen aus in die Tiefe geführt.

Stellen wir uns nun aber ein abgeschlossenes Meeresbecken vor, welches nur durch einen engen und stets auch verhältnissmässig seichten Canal mit dem Ocean in Verbindung steht, so ist es klar, dass das Wasser desselben nur nach Massgabe der Tiefe des Verbindungschanales in die allgemeine Circulation mit-einbezogen werden kann, während die tieferen Wassermassen, von dieser Circulation ausgeschlossen, einen gleichsam stagnierenden Sumpf darstellen, der nur in sehr unvollkommener Weise im Stande ist, seinen Gehalt an atmosphärischer Luft zu erneuern.

Als eine unmittelbare Folge dieser Verhältnisse muss sich aber sofort die Erscheinung einstellen, dass in derartigen abgeschlossenen Meeresbecken die Fauna der grösseren Tiefe in auffälligster Weise verkümmert, während diejenige der geringeren Tiefe, welche eben noch unter dem Einflusse der Circulation steht, sich in vollkommen intacter und normaler Weise erhalten kann.

Es sind diese Verhältnisse zuerst von Carpenter, der im Jahre 1870 die englische Expedition der Porcupine in das Mittelmeer als Physiker begleitete, im Zusammenhange dargestellt worden, und erklären dieselben in ebenso einfacher als befriedigender Weise die auffallende Thatsache, dass im Mittelmeere eine wirkliche Tiefseefauna fast vollkommen fehlt.

Einer freundlichen Mittheilung meines verehrten Freundes des Herrn Widhalm in Odessa, welcher als Zoologe der russischen Expedition zugetheilt war, die im Jahre 1868 eine Vermessung des Schwarzen Meeres auf der Strecke Odessa-Potuzum Zwecke der Legung des indischen Telegraphenkabels aus-

führte, verdanke ich die Kenntniss der Thatsache, dass auch im Schwarzen Meere die grösseren Meerestiefen auffallend arm an lebenden Wesen seien.¹

Das Gleiche wurde auch von der Commission zur wissenschaftlichen Erforschung der deutschen Meere in Bezug auf den tieferen Theil des östlichen Ostseebeckens constatirt, ja, wenn man die Thatsache in Erwägung zieht, dass nach den Untersuchungen der Challenger Expedition auch im grossen offenen Ocean die grössten Meerestiefen fast vollkommen leblos sind, während an manchen Stellen doch noch bis zu einer Tiefe von 2400 Faden und darüber ein ausserordentlich reiches und kräftiges Thierleben gefunden wird, so ist man sehr geneigt, auch diese Erscheinung nicht auf Rechnung der grossen Tiefe zu setzen, als vielmehr dem Umstande zuzuschreiben, dass ja auch hier die grossen, beckenförmigen Aushöhlungen des Meeresgrundes, welche die grösste Tiefe enthalten, von einer Wassermasse erfüllt sind, die, von der allgemeinen Circulation ausgeschlossen, stagnirende Wassermassen darstellen.

Wenn sich nun auch auf diese Art, wie ich glaube, in befriedigender Weise die Erscheinung erklärt, dass sowohl in den Ablagerungen der sarmatischen Stufe als in den analogen älteren Bildungen eine wirkliche Tiefseeafauna gar nicht existirt, so lässt sich aus diesem Verhältnisse doch nicht die eigenthümliche Verarmung ableiten, welche selbst die Strandfauna in diesen Ablagerungen zeigt. Zur Erklärung dieser Thatsachen ist wohl noch die Annahme eines zweiten Factors nothwendig und ich vermag denselben in nichts Anderem als in einer kleinen Verringerung des Salzgehaltes zu erblicken, den das supponirte Binnenmeer

¹ An einer Stelle fand sich in einer Tiefe von 12—20 Faden ein stinkender Schlamm, welcher vollständig von einer *Bulla* erfüllt war, und bei Farschangut in einer Tiefe von 48 Faden war der Schlammboden auf eine Erstreckung von 10—15 Werst vollständig mit einer Schichte von zwei kleinen, papierdünnen *Modiola*arten bedeckt. Es erinnert dies ausserordentlich an das massenhafte Vorkommen von *Bulla Lajonkaireana* und *Modiola marginata* in den sarmatischen Tegelablagerungen, während dieselben Arten in den gleichzeitigen Sandbildungen entweder vollständig fehlen oder doch nur selten und auch dann nur meist in kleinen Exemplaren vorkommen.

durch den Einfluss grosser Ströme erlitt, in ganz derselben Weise, wie dies heutzutage z. B. im Schwarzen Meere der Fall ist.

In der That, man kann die Fauna des Schwarzen Meeres nicht näher ins Auge fassen, ohne von der ausserordentlichen Übereinstimmung überrascht zu sein, welche dieselbe mit der Fauna der sarmatischen Stufe zeigt.

Ganz wie dort, finden wir auch hier das charakteristische Zurücktreten der Korallen, Echinodermen, Bryozoen, Balanen, Brachiopoden, Pteropoden, Cephalopoden, Dekapoden, Haifische und Rochen, welche bei einigen dieser Typen bis zum vollständigen Verschwinden geht, und ganz so wie dort findet man auch hier fast die gesammte Fauna auf eine beschränkte Anzahl mittelgrosser, unscheinbarer, mariner Conchylien reducirt, welche jedoch, in grosser Häufigkeit gesellig auftretend, der Fauna einen brackischen Habitus verleihen. ¹

Vergleicht man die Genera, welche im Schwarzen Meere vorkommen, mit denjenigen der sarmatischen Stufe, so findet man auch in dieser Richtung eine ausserordentliche Übereinstimmung, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

¹ Als Quellen für die Fauna des Schwarzen Meeres dienen mir folgende Arbeiten:

Middendorf. Beiträge zu einer „Malacozooologia rossica“ (Mém. sc. nat. VI acad. imp. des sciences. St. Petersbourg.)

Middendorf. Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens Vol. II, Zoologie. part. I. Petersburg 1858.

Schmar da. Die geographische Verbreitung der Thiere. Wien 1853, pag. 609.

Demidoff. Voyage dans la Russie méridionale. Vol. III, pag. 355. (Fischfauna des Schwarzen Meeres.)

Heller. Die Crustaceen des südlichen Europas (Zool. Bot. Gesellsch. Wien 1863.) Erwähnt 13 Arten aus dem Schwarzen Meere.

Marcouson. Zur Fauna des Schwarzen Meeres. (Transactions of the first meeting of Russian Naturalist at St. Petersburg. 1868. p. 178. — Referirt in Toschels Archiv für Naturgesch. 1867. XXXIII pag. 357.)

Uljanin. Materialien zur Fauna des Schwarzen Meeres. (Schriften der Freunde der Naturwissenschaften, der Anthrop. und Ethnogr. in Moskau 1872.) In russischer Sprache. Vollständigstes Verzeichniss.

Kessler. Die Fische des Aralo-Caspisch-Euxinischen Beckens. (Referirt in „Natur“ 16. Nov. 1876.)

Sarmatische Stufe ¹Schwarzes Meer ¹
(nach Uljanin 1872)

Gastropoden.

<i>Columbella.</i>	<i>Conus.</i> 1
* <i>Nassa</i>	<i>Mitra</i> 1
* <i>Murex</i>	<i>Terebra</i> 1
<i>Pleurotoma</i>	<i>Columbella</i> 1
* <i>Cerithium</i>	<i>Nassa</i> 4
<i>Melanopsis</i>	<i>Murex</i> 2
<i>Melania</i>	<i>Pleurotoma</i> 2
* <i>Trochus</i>	<i>Calyptreaea</i> 1
* <i>Phasianella</i>	<i>Phasianella</i> 3
<i>Neritina</i>	<i>Delphinula</i> 1
<i>Rissoa</i>	<i>Trochus</i> 7
<i>Paludina</i>	<i>Neritina</i> 1
<i>Natica</i>	<i>Litorina</i> 2
<i>Navicella</i>	<i>Cerithium</i> 3
<i>Acmaea</i>	<i>Paludina</i> 2
* <i>Bulla</i>	<i>Truncatella</i> 1
	<i>Rissoa</i> 5
	<i>Chiton</i> 2
	<i>Patella</i> 2
	<i>Bulla</i> 1

Bivalven.

<i>Solen</i>	<i>Tellina</i> 5
<i>Pholas</i>	<i>Venus</i> 5
* <i>Tapes</i>	<i>Venerupis</i> 1
* <i>Donax</i>	<i>Petricola</i> 1
* <i>Mactra</i>	<i>Lucina</i> 2
<i>Syndosmya</i>	<i>Teredo</i> 1
* <i>Ervilia</i>	<i>Solen</i> 2
* <i>Cardium</i>	<i>Mactra</i> 1
<i>Lucina</i>	<i>Erycina</i> 1

¹ Die gemeinsamen Genera sind durchschossen gedruckt, die in der sarmatischen Stufe herrschenden Genera mit einem Sternchen versehen.

Sarmatische Stufe.

Schwarzes Meer
(nach Ulljanin 1872)

<i>*Modiola</i>	<i>Mesodesma</i> 1
<i>Ostraea</i>	<i>Donax</i> 2
	<i>Cardium</i> 6
	<i>Arca</i> 1
	<i>Modiola</i> 1
	<i>Mytilus</i> 1
	<i>Pecten</i> 1
	<i>Ostraea</i> 1

Es gibt jedoch ausser dem Schwarzen Meere noch andere Beispiele von Meeresfaunen, welche eine ähnliche Verarmung aufweisen und ebenfalls lebhaft an die Fauna der sarmatischen Stufe erinnern.

Ein solches Beispiel bieten uns der Timsahsee und die sogenannten Bitterseen auf der Landenge von Suez. In diesen kleinen, seichten abgeschlossenen Meeresbecken, welche vor der Grabung des Canales vollkommen trocken lagen, hat sich, seit sie wieder mit dem Meere in Verbindung gesetzt sind, eine aus dem Rothen Meere stammende Fauna angesiedelt, welche fast ausschliesslich aus folgenden Arten besteht:

- Cardium edule* Linné.
- Maetra olorina* Phil.
- Mytilus variabilis* Krauss.
- Cerithium conicum* Blainv.
- „ *scabridum* Phil.
- Melania tuberculata* Müller.

Diese wenigen Arten kommen jedoch gesellig lebend in ausserordentlich grosser Menge vor und da sie auch in ihrem äusseren Ansehen correspondirenden Arten der sarmatischen Stufe sehr ähnlich sehen,¹ so ist die Übereinstimmung mit der

¹ So ähnelt die *Maetra olorina* sehr den schmalen Varietäten der *Maetra podolica*, *Mytilus variabilis* der *Modiola marginata*, *Cerithium scabridum* dem *Cerithium rubiginosum* und *Cerithium conicum* dem *Cerithium nodo oplicatum* oder gewissen Varietäten des *Cerithium pictum*.

sarmatischen Fauna in der That eine sehr grosse. Bemerkenswerth ist, dass in diesem Falle die Verarmung der Fauna ohne Zuthun einer Aussüssung erfolgt und offenbar ausschliesslich durch die Isolirung und Seichtheit der kleinen Meeresbecken bedingt wird.

Ein weiteres Beispiel für den in Rede stehenden Gegenstand scheint sich in der Meeresfauna der Westküste von Florida zu bieten. Es hat damit folgende Bewandniss:

In der geognostischen Sammlung des k. k. Hof-Mineralien-cabinetes befindet sich unter den Beispielen von „recenten Ablagerungen“ zwischen Korallen- und Nulliporenkalken auch ein Muschelconglomerat von Florida, welches aus *Donax*, *Cardium*, *Ervilia* und *Bulla* besteht und so vollständig den Ablagerungen der sarmatischen Stufe gleicht, dass ich lange Zeit der festen Überzeugung war, dass das fragliche Stück nur irrthümlicherweise den Fundort „Florida“ trage und in Wahrheit aus den sarmatischen Schichten von Nexing stamme.

Ich war daher nicht wenig überrascht, gelegentlich der Wiener Weltausstellung in der amerikanischen Abtheilung grosse Blöcke von genau demselben Gestein zu finden und von dem betreffenden Aussteller zu erfahren, dass dasselbe wirklich von Florida, und zwar von der Westküste herstamme, wo es an der Küste ausgedehnte Ablagerungen bilde.

Betrachtet man nun aber den Meerbusen von Mexiko, so sieht man sofort, dass derselbe eigentlich ein sehr isolirtes abgeschlossenes Meeresbecken darstellt, und erwägt man ferner, dass in seinem nördlichen und östlichen Theile die grossen Ströme Nordamerikas münden, so liesse es sich begreifen, dass hier stellenweise eine Verminderung des Salzgehaltes und in Folge dessen eine ähnliche Verarmung der Fauna eintrete wie im Schwarzen Meere.

Leider bietet die vorhandene Literatur gar keine Handhaben, um diesen Gegenstand weiter zu verfolgen und muss ich es daher der Zukunft überlassen, zu entscheiden, inwieferne die hier geäusserten Vermuthungen sich als richtig erweisen. Jedenfalls scheint mir bereits aus den angeführten Thatsachen, sowie aus der Fauna der Bitterseen so viel mit Sicherheit hervorzugehen, dass zur Entstehung verarmter Meeresfaunen, wie diejenige

der sarmatischen Stufe ist, keinesfalls eine niedrige Temperatur erforderlich ist.

Aus den vorhergehenden Auseinandersetzungen ergeben sich nun aber einige Folgerungen von allgemeinerer Bedeutung.

Wenn nämlich die Ablagerungen der sarmatischen Stufe sowohl, wie diejenigen der anderen analogen Formationen nichts weiter als die Bildungen etwas ausgesüster Binnenmeere sind, so folgt daraus wohl von selbst, dass es für jede dieser Formationen ausserhalb ihres Verbreitungsgebietes gleichzeitige Ablagerungen geben müsse, welche nicht eine verarmte, sondern eine normale marine Fauna enthalten, wie ja auch gegenwärtig neben der verarmten Fauna des Schwarzen Meeres die reiche Fauna des Mittelmeeres und des Atlantischen Oceans besteht.

Dies ist nun auch wirklich der Fall. Seitdem man nämlich das Studium der geologischen Verhältnisse der Alpen intensiver zu betreiben begonnen hat, hat es sich herausgestellt, dass es sowohl für den Muschelkalk, als auch für den Keuper und die Contortaschichten, welche ausserhalb der Alpen nur mit verarmter Fauna auftreten, innerhalb der Alpen mächtige Ablagerungen gebe, welche zum grössten Theile aus massigen Kalk- und Dolomitmassen bestehen und eine reiche, marine Fauna mit Korallen, Cephalopoden, Brachiopoden und einer grossen Anzahl anderer Conchylien enthalten, ja in neuester Zeit wurde es von Stache nachgewiesen, dass die sogenannten Bellerophonkalke der Südalpen, welche bisher theils zur Trias theils zur Kohlenformation gezogen wurden, genau genommen, keiner von beiden zugehören, sondern nichts Anderes, als die marinen Äquivalente des mittel- und nordeuropäischen Zechsteines darstellen.¹

Von Spitzbergen und Nowaja Semlja wurde vor Kurzem von T o u l a eine reiche paläozoische Fauna beschrieben,² welche im Allgemeinen den Habitus einer Kohlenkalkfauna zeigt, daneben aber eine so grosse Anzahl echter, typischer Perm-fossilien enthält, dass T o u l a die betreffenden Ablagerungen mit

¹ Über eine Vertretung der Permformation von Nebraska in den Südalpen. (Verhandl. Geol. Reichsanst. 1874.)

² T o u l a. Permo-Carbonfossilien von der Westküste von Spitzbergen. (Neues Jahrb. für Mineralogie. 1875.)

dem Ausdrucke „Permo-Carbon“ bezeichnete. Es ist wohl kaum zu zweifeln, dass wir in diesem „Permo-Carbon“ nichts Anderes, als ein Äquivalent der alpinen Bellerophonkalke, oder mit anderen Worten ein marines Äquivalent des Zechsteines vor uns haben.

Neben diesen Bildungen treten auf Spitzbergen auch Triasbildungen auf, dieselben haben aber durchgehends den Charakter der Hallstätter und Cassianer Schichten und fehlen Ablagerungen mit verarmter Fauna hier vollständig.

Noch auffallender stellen sich diese Verhältnisse im Himalaya und überhaupt in Indien dar.

Hier sind in den letzten Jahren durch die Bemühungen der Geological Survey of India fast alle Glieder der Triasformation, ferner der Kohlenkalk, sowie eine ganz eigenthümliche Zwischenbildung nachgewiesen worden, welche in bisher unbekannter Weise zwischen Kohlenkalk und Triasformation vermittelt und daher gewissermassen die Permformation repräsentirt. ¹

Alle diese Ablagerungen treten jedoch in ganz normaler Weise mit einer reichen, marinen Fauna auf und sind Ablagerungen mit einer verarmten Fauna, welche beiläufig dem Werfner Schiefer, den Raibler-Schichten, den Gervilliaschichten u. s. w. entsprechen würden, in diesen Gebieten noch niemals nachgewiesen worden. ²

In den westlichen Staaten von Nordamerika zeigen die obersten Kohlenkalkschichten eine Reducirung der Fauna, welche an den europäischen Zechstein erinnert. ³ Die Sache geht jedoch hier nicht so weit wie in Europa und überdies sind die Schichten so innig mit dem darunter liegenden, normalen Kohlenkalk verbunden, dass sie gegenwärtig von den amerikanischen Geologen meist als oberster Kohlenkalk bezeichnet werden.

¹ Waagen. On the occurrence of Ammonites, associated with Ceratites and Goniatites in the Carboniferous deposits of the Salt Range. (Mem. Geol. Survey, of India IX.)

² Stoliczka. Geological Sections across the Himalayan Mountains from Waughtu-Bridge on the River Sutley to Sungdo on the Indus: with an account of the formations in Spiti accompanied by a revision of all known fossils from that district. (Mem. Geol. Survey of India. V. 1865.)

³ Geinitz. Carbonformation und Dyas in Nebraska. (Akad. Leop. Carol. 1867.)

Bemerkenswerth ist es, dass bereits mehrere der aus diesen Schichten zuerst beschriebenen Fossilien im Bellerophonkalke der Alpen, sowie im Permo-Carbon Spitzbergen nachgewiesen worden sind.

Aus diesen Betrachtungen geht nun aber eine weitere Folgerung hervor.

Wenn Jemand die Absicht hätte, den Charakter der jetzt lebenden Meeresfauna zu bestimmen, so wird er als Beispiel hierfür vielleicht die Meeresfauna der Philippinen, Westindiens oder auch des Mittelmeeres, gewiss aber niemals die Fauna des Schwarzen Meeres wählen und ebenso wird es Niemandem einfallen, die Eigenthümlichkeiten der Miocänfauna aus den sarmatischen Ablagerungen ableiten zu wollen, sondern er wird sich zu diesem Zwecke gewiss an die Mediterranstufe der Wiener Becken und an die Analoga im Osten und Süden Europas halten.

Wenn dies nun aber für diese beiden Fälle gilt, so muss dasselbe auch für alle analogen Fälle Geltung haben, oder mit anderen Worten, man muss in allen Fällen, wo es sich um die Charakterisirung der Meeresfauna einer bestimmten geologischen Epoche oder aber um die geologische Entwicklung der Meeresfaunen im Allgemeinen handelt, stets einzig und allein die normalen marinen Ablagerungen in den betreffenden Zeitabschnitten, niemals aber diejenigen ins Auge fassen, welche nach Art der sarmatischen Stufe eine verkümmerte Fauna besitzen.

Versuchen wir es auf Grundlage dieser Anschauungen, die lebenden und fossilen Meeresfaunen des europäischen Faunengebietes in ein Schema zu bringen, so würde sich dies beiläufig folgendermassen ausnehmen müssen:

Normale Faunen.

Verarmte Faunen von sarmatischem Charakter.

- | | |
|--|--|
| 1. Fauna des atlantischen Oceans und des Mittelmeeres. | Fauna des schwarzen Meeres (und des Caspischen Sees.) ¹ |
|--|--|

¹ Von einem höheren Gesichtspunkte aus könnte man auch die Fauna des Caspischen Sees und der Congerischichte hier einschalten, obwohl dieselben schon mehr einen wirklich brackischen Charakter besitzen.

Normale Faunen.**Verarmte Faunen von sarmatischem Charakter.**

- | | |
|---|--|
| 2. Fauna der Pliocänablagerungen. | (Fauna d. Congerienschichten.) |
| 3. Fauna der süd- und westeuropäischen Miocänbildungen. | Fauna der sarmatischen Stufe. |
| 4. Fauna der älteren Tertiärbildungen. | |
| 5. Faunen der Kreideformation. | |
| 6. Faunen des Jura und Lias. | |
| 7. Fauna der rhätischen Formation der Alpen mit Ausschluss der schwäbischen Facies. | Fauna der Contortaschichten (schwäbische Facies). |
| 8. Fauna von Esino und St. Cassian. | Fauna der Raibler Schichten. |
| 9. Fauna von Hallstatt. | |
| 10. Fauna der Schichten mit <i>Arcestes Studeri</i> . | Fauna des deutschen Muschelkalkes.
Fauna des Werfner Schiefers (Buntsandstein). |
| 11. Fauna des Bellerophonkalkes. | Fauna des nord- und mitteleuropäischen Zechsteines. |
| 12. Fauna des Kohlenkalkes. | |
| 13. Fauna des Devonkalkes. | |
| 14. Fauna des Silurkalkes. | |
| 15. Primordialfauna. | |

Es ist bekannt, dass im Gebiete Europas im Verlaufe der geologischen Entwicklung zweimal continentale Verhältnisse die Oberhand gewannen. Das eine Mal am Schlusse der paläozoischen Periode bis zum Beginne der Lias, das zweite Mal von der Miozänzeit angefangen bis in die Jetztzeit.

Diese beiden Perioden sind durch das häufige Auftreten von Stüsswasserbildungen, sowie durch ein gewisses Maximum

in der Bildung von Steinkohlen- und Salzlagern ausgezeichnet, welche beide das Vorhandensein grösserer zusammenhängender Landmassen voraussetzen.

Es stimmt nun mit dieser Thatsache sehr gut überein, dass genau in dieselben Zeitepochen auch alle vorerwähnten Ablagerungen mit verkümmerter Meeresfauna fallen, und ist nur der Unterschied vorhanden, dass während in der Permo-Triaszeit der Mittelpunkt dieser pseudo-sarmatischen Ablagerungen mehr im Norden und Westen Europas lag, derselbe in der Jetztzeit mehr nach Süden und Osten gerückt scheint.

So treten in der ersten Epoche im Norden und Westen Europas ausschliesslich verkümmerte Meeresfaunen auf, im Süden Europas in den Alpen, treffen wir einen mehrfachen Wechsel von verkümmerten und normalen Faunen, weiter gegen Osten in Ungarn und Siebenbürgen scheinen von Ablagerungen mit verkümmerter Fauna nur mehr die Werfner Schiefer vorzukommen, und wenn wir noch weiter gegen Osten in das Gebiet des Himalaya vorschreiten, so finden wir die verkümmerte Fauna vollkommen verschwunden und alle Ablagerungen dieses Zeitabschnittes in normaler mariner Ausbildung entwickelt.

Umgekehrt verhält es sich in der Neogenzeit. Hier finden wir gerade im Osten Europas nacheinander die Fauna der sarmatischen Stufe, die Congerienschichten der aralo-caspischen Formation und des Schwarzen Meeres, lauter verkümmerte, halbbrackische und brackische Faunen, während wir im Westen und Norden an den atlantischen Küsten Europas aus derselben Zeit ausschliesslich Ablagerungen mit normaler mariner Fauna antreffen.

Im südlichen Frankreich, im nördlichen Italien, sowie in Griechenland finden wir zwischen den marinen Miocän- und Pliocänbildungen die Congerienschichten mit verkümmerter, brackischer Fauna eingeschaltet, und wenn wir, der geologischen Entwicklung voraneilend, uns in die Zeit versetzen, wo vielleicht in Folge einer allmäligen continentalen Hebung, das Mittelmeer in den Zustand des jetzigen Schwarzen Meeres oder des Caspischen Sees versetzt sein wird, so werden wir in seinem Gebiete einen ebenso complicirten, mehrfachen Wechselmariner, halbbrackischer

und brackischer Faunen vorfinden, wie sie uns gegenwärtig die Trias der Alpen zeigt.¹

Im Jahre 1874 beschrieb ich aus der Umgebung von Syrakus einen Schichtencomplex, welcher daselbst im Hangend des Leithakalkes auftretend, eine eigenthümlich verarmte Fauna enthielt, die auffallend an diejenige der sarmatischen Stufe erinnerte. Nachdem es mir jedoch im weiteren Verlaufe meiner Studien nicht gelang, in Griechenland Ablagerungen von ähnlichem Charakter aufzufinden, und überdies die Identität der Species bei näherem Vergleiche auch nicht so gross war als ich im ersten Augenblicke glaubte, so neige ich mich gegenwärtig der Ansicht zu, dass wir in diesen Ablagerungen doch nicht eine wirkliche Verbreitung der sarmatischen Schichten nach Westen, sondern vielmehr nur eine analoge Erscheinung von local-beschränkter Bedeutung vor uns haben, die vielleicht am besten mit den Ablagerungen der Bitterseen auf dem Isthmus von Suez verglichen werden könnte, die ja bekanntlich ebenfalls eine reducirte Meeresfauna von sarmatischem Habitus enthalten.

In Nordamerika traten mit Schluss der paläozoischen Epoche ebenfalls continentale Verhältnisse ein, und dem entsprechend finden wir auch hier in der letzten Phase der Carbonzeit eine Verkümmernng der Meeresfauna eintreten, welche, wenn auch nicht so weitgehend, wie im europäischen Zeehstein, doch sehr viel Ähnlichkeit mit der Fauna desselben zeigt.

Eine damit analoge Erscheinung dürften wie heutzutage in der eigenthümlich verarmten Meeresfauna erblicken, welche den nordöstlichen Theil des Meerbusens von Mexiko zu bewohnen scheint.

¹ Das wiederholte Auftreten nach Art der sarmatischen Faunen verkümmert Meeresfaunen innerhalb der alpinen Trias fällt im Wesentlichen mit jener Erscheinung zusammen, welche Mojsisovics als wiederholte Einlagerung mechanischer Litoralsedimente in die pelagischen Kalkbildungen bezeichnet (Über die Gliederung der oberen Triasschichten der Alpen. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1869, pag. 91), doch rechnet Mojsisovics auch einige Schichten hiezu, welche nach der in vorliegender Arbeit vertretenen Ansicht richtiger zu den pelagischen Bildungen gestellt werden müssten. (Cassianer Schichten, Aonschiefer u. dgl.)