

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS

DER

LIMANE SÜDRUSSLANDS.

VON

Dr. N. SOKOLOW.



ST. PETERSBURG.

Gedruckt bei C. BIRKENFELD (W. O., 8. Linie, № 1).

1897.

Beiträge zur Kenntniss der Limane Südrusslands.

Von Dr. N. Sokolow.

Als eine der interessantesten Eigenthümlichkeiten des Bug-Limans ist unstreitig der Gang zu betrachten, den die alljährlich zur Frühlingszeit vor sich gehende Entsalzung seines Wassers nimmt. Bekanntlich unterliegt das Wasser aller Limane von Südrussland zur Zeit des Frühjahrshochwassers in höherem oder gringerem Grade einer Versüssung. Gewöhnlich aber ist diese Erscheinung, die mit einer vorzüglich in geschlossenen Limanen bemerkbaren Hebung ihres Niveaus Hand in Hand zu gehen pflegt, auf das Schneewasser zurückzuführen, das ihnen von dem Flusse, an dessen Unterlauf sie sich anschliessen, zugeführt wird.

Ganz anders gestalten sich diese Verhältnisse hinsichtlich des Bug-Limans und seines kleinen östlichen Ausläufers, des Ingul-Limans, der das Thal des untern Ingul einnimmt. Das Hochwasser des Bug und des Ingul, das gegen Ende März oder in der ersten Hälfte des Aprils eintritt, übt nämlich auf den Salzgehalt des riesigen Bug-Limans gar keinen irgend bemerkbaren Einfluss aus. Wenn aber etwa um einen Monat später

das Hochwasser des Dnjepr eintritt, so versüsst die gewaltige Masse des aus dem ganzen umfangreichen Gebiete dieses mächtigen Stromes herstammenden Schneewassers zunächst den Dnjepr-Liman, dann aber auch den Bug- und Ingul-Liman. Somit breitet sich das trübe Süßwasser des Dnjepr in diesen Limanen von ihrer Mündung nach ihrem obern Ende hin aus. Ohne Zweifel steht der Grad der Versüßung des Liman-Wassers und ihre Dauer in directer Abhängigkeit von der Quantität des vom Dnjepr gelieferten Schneewassers und diese ist je nach den Jahren sehr ungleich. Meist beginnt das Wasser des Bug-Limans von der Mitte des Sommers an sich zu klären und wird salziger, bis es gegen den Ausgang des Herbstes ganz klar geworden ist und seinen maximalen Salzgehalt erreicht hat.

Bisher lagen uns keinerlei auch nur einigermaßen genaue Beobachtungen hinsichtlich der Schwankungen im Salzgehalte des Bug-Limans für das runde Jahr vor, ja es waren nicht einmal vergleichende Wasseranalysen für die extremen Perioden des höchsten und des geringsten Salzgehaltes angestellt worden. Mit Rücksicht darauf beschloss ich meine mehrmaligen, wenn auch nur kurzen Besuche in Nikolajew während des Sommers 1895 dazu zu benutzen, um dem Bug-Liman zu Beginn des Sommers und im Herbst an mehreren Punkten von der Oberfläche und aus der Tiefe Wasserproben zu entnehmen.

Uebersaus werthvolle Beihilfe leistete mir bei dieser Arbeit der Chemiker W. Toporow, der es nicht nur bereitwillig übernahm, meine Wasserproben zu analysiren, sondern auch selbst solche aus dem südlichen Theil des Bug-Liman und aus dem Dnjepr-Liman herbeizuschaffen, wohin es mir meine äusserst beschränkte Zeit nicht gestattete, persönlich zu gelangen.

Oggleich es mir nicht möglich war, Nikolajew vor Ende Juni (Anfang Juli neuen Styls) zu erreichen, so war doch, da das Hochwasser des Dnjepr im Jahre 1895 ungewöhnlich stark

gewesen war, das Wasser des Bug-Limans ungeachtet der vorgerückten Zeit noch ganz trübe und dem Geschmack nach süß. Meine Wasserproben schöpfte ich am 25. Juni (7. Juli) an zwei Punkten des Bug-Limans: № 1 ¹⁾ gegenüber Spassk (Stadttheil von Nikolajew) in der Mitte des Fahrwassers und № 2 am Westufer des Limans südwestlich von Nikolajew beim Leuchthurme «Didowa Chata», wo sich die grösste Tiefe des ganzen Umkreises befindet. Die Probe № 3 entnahm ich am 26. Juni (8. Juli) der Erweiterung des Ingul (Ingul-Liman) unterhalb der Mündung der Balka Ternowka, und die Probe № 4 endlich am 27. Juni (9. Juli) dem südlichen Theile des Bug-Limans im Fahrwasser gegenüber der Landzunge Woloschkaja. An all diesen Punkten wurden die Proben sowohl an der Oberfläche, als auch aus der Tiefe geholt und zwar mit Hilfe eines besondern Apparates, eines dickwandigen Glasgefässes mit eingeschliffenem Stöpsel, der vermittelst einer daran befestigten Schnur in der gewünschten Tiefe geöffnet werden konnte und sich nach erfolgter Füllung durch den Druck einer Feder automatisch wieder schloss. Die Analyse ist von W. Toporow ausgeführt worden und hat folgende Resultate ergeben:

¹⁾ Unter gleicher Nummer sind die entsprechenden Punkte auch auf der beigefügten Karte angegeben.

Tabelle der Analysen der dem Bug- und Ingul-Liman vom 25—27 Juni (7—9 Juli) 1895 entnommenen Wasserproben.

Herkunft der Wasserproben.	In Gramm auf 1 Liter Wasser.			Die Oxydation der leicht oxydirbaren Stoffe erforderte an mangansaurem Kalisalz.	Qualitative Analyse auf Ammoniak.
	Feste Rückstände bei 100° getrocknet.	Calcium- oxyd.	Chlor (Cl).		
1. Wasser aus dem Bug- Liman gegenüber Spassk (25. Juni)					
a) von der Ober- fläche . . .	0,280	0,0429	0,040	0,0145	0
b) aus einer Tiefe von 22' 5" . .	0,280	0,0518	0,040	0,0145	0
2. Wasser aus dem Bug- Liman gegenüber Di- dowa Chata (25. Juni)					
a) von der Ober- fläche . . .	0,300	0,0388	0,060	0,0100	0
b) aus einer Tiefe von 34' 9" . .	0,300	0,0429	0,064	0,0100	0
3. Wasser aus dem In- gul-Liman unterhalb der Balka Ternowka (26. Juni)					
a) von der Ober- fläche . . .	0,340	0,0674	0,060	0,0186	Spuren
b) aus einer Tiefe von 11'—12' .	0,380	0,0818	0,064	0,0129	0
4. Wasser aus dem Bug- Liman gegenüber d. Landzunge Wolosch- skaja (27. Juni). .					
a) von der Ober- fläche . . .	0,300	0,0596	0,088	0,0258	?
b) aus einer Tiefe von ca. 20' . .	0,300	0,0674	0,088	0,0243	?

Zum zweiten Male schöpfte ich Wasserproben in der Mitte (nach neuem Style gegen Ende) des September, wo sich das Wasser des Bug-Limans schon klärte, und das Resultat ihrer Analysen ist in der Tabelle II dargestellt.

II. Tabelle der Analysen der am 17 (29) und 18 (30) Sept. 1895 dem Bug- und dem Dnjepr-Liman entnommenen Wasserproben (in Gramm auf 1 Liter Wasser).

Herkunft der Probe.	Feste Rückstände bei 100° getrocknet.	Calciumoxyd (CaO).	Magnesiumoxyd (MgO).	Chlor (Cl).	Schwefelsäure (SO ₃).	Erforderniss an Sauerstoff zur Oxydation der organischen Stoffe.	Organische Bestandtheile.
1. Wasser aus dem Bug-Liman gegenüber Spassk (18. Sept.)							
a) von der Oberfläche.	1,823	0,0903	0,0950	0,8875	0,0950	0,0037	0,074
b) vom Boden (24' Tiefe).	3,152	0,1014	0,1690	1,5975	0,1690	0,0033	0,064
2. Wasser aus dem Bug-Liman bei Didowa-Chata (18. Sept.).							
a) von der Oberfläche.	2,284	0,0885	0,1423	1,1360	—	0,0031	0,062
b) vom Grunde (40' Tiefe).	3,462	0,0971	0,2005	1,7750	0,1970	0,0034	0,068
4. Wasser aus dem Bug-Liman bei der Landzunge Woloschskaja (17. Sept.)							
a) von der Oberfläche.	3,023	0,0814	0,1537	1,5975	—	0,0050	0,100
b) vom Grunde (33' Tiefe).	3,346	0,0917	0,2057	1,7750	0,2085	0,0050	0,100
5. Wasser aus dem Bug-Liman bei Bogojawlensk (18. Sept.)							
a) von der Oberfläche.	3,552	0,1174	0,2197	1,8815	0,2015	0,0041	0,032
6. Wasser aus dem Dnjepr-Liman bei der Landspitze von Stanislaw (17. Sept.)							
a) von der Oberfläche.	—	0,0542	0,0232	0,0213	—	0,0052	0,104
b) vom Grunde (22' Tiefe).	0,183	0,0558	0,0208	0,0213	0,0710	0,0052	0,104

So gering nun auch die Zahl der von uns mitgetheilten Analysen ist und so wenig sie zu einer definitiven Aufklärung der besprochenen Frage hinreichen mögen, so führt ihre Vergleichung doch zu sehr beachtenswerthen Ergebnissen. Betrachten wir zunächst die Daten von №№ 1, 2 und 4 für den Bug-Liman, bei denen allein je 2 Proben vorliegen. Aus der ersten Tabelle entnehmen wir, dass das Wasser des Bug-Limans selbst gegen Ende Juni nur eine sehr geringe Menge Salz enthielt. Immerhin ist aber diese Menge bedeutend grösser, als im Wasser des Dnjepr, worin nach einer bei Chersson im October 1895 geschöpften und von Herrn Toporow analysirten Probe in einem Liter Wasser in Gramm enthalten war: feste Rückstände, bei 100° getrocknet — 0,162, Calciumoxyd (CaO) — 0,0500, Chlor (Cl) — 0,0201, Schwefelsäure — 0,0656. Ferner sehen wir, dass der Chlorgehalt beständig zunimmt, so dass er bei der Landzunge Woloschkaja den gegenüber Spassk mehr als ums Doppelte übertrifft und beinahe viermal so gross ist, als im Dnjeprwasser, obgleich er noch nicht einmal 0,1 Gramm auf 1 Liter Wasser erreicht. Auf Grund dessen können wir die Annahme aussprechen, dass gegen Ende Juni der Salzgehalt schon begonnen hatte zu steigen, was, wie man nicht anders erwarten konnte, von Süden, d. h. vom untern Ende des Limans seinen Anfang nimmt, wo das Salzwasser des Meeres zunächst eindringt.

Vergleichen wir die Wasserproben von der Oberfläche mit denen aus der Tiefe, so lässt sich kein wesentlicher Unterschied constatiren. Mindestens erweist sich der Chlorgehalt fast als der gleiche und nur bei der gegenüber Spassk geschöpften Probe lässt sich in der Tiefe ein etwas grösserer Procentsatz an Chlor nachweisen ¹⁾.

¹⁾ Das Quantum von CaO indess nimmt mit der Tiefe etwas zu. Leider ist bei der Analyse dieser Proben der Gehalt an SO₃ unberücksichtigt geblieben. Wahrscheinlicher Weise wächst auch dieser nach der Tiefe zu.

Wenn wir nun diesen Daten die Resultate gegenüberstellen, die die Analyse der im Herbst geschöpften Wasserproben ergeben hat, so fällt uns eine gewaltige Differenz in die Augen. Die festen Rückstände im Allgemeinen nehmen stark zu, insbesondere aber der Chlorgehalt, der sich 20, 30, ja sogar beinahe 40 mal vergrößert. Bei den im Herbst entnommenen Wasserproben aus dem Bug-Liman macht sich beinahe überall ein Anwachsen des Salzgehaltes nach der Tiefe hin bemerkbar und am schärfsten spricht sich dies beim nördlichsten Punkte (gegenüber Spassk) aus, wo der Chlorgehalt am Grunde beinahe doppelt so gross ist, als an der Oberfläche. Nach Süden hin wird die Differenz bei zunehmendem Salzgehalte der Oberflächenschicht allmählich geringer.

An allen drei Punkten offenbart sich ein sehr starkes Anwachsen der Schwefelsäure, die sich bei Didowa Chata (№ 2) und gegenüber der Landzunge Woloschkaja (№ 4) durch die Analyse gar nicht hatte nachweisen lassen. Dasselbe ist hinsichtlich CaO und in noch höherem Masse in Beziehung auf MgO der Fall. Durch diese Ergebnisse wird es vollauf bestätigt, dass das Salzwasser von Süden her vorschreitet und zwar zunächst in den tiefern Schichten des Limanwassers.

Für den Ingul-Liman liegt leider vom September keine Probe vor. Die im Juni dem genannten Liman entnommene Probe (Tab. I, № 3) zeigt einen etwas höheren Chlorgehalt, als die vom nächstgelegenen Punkte des Bug-Limans (№ 1). Sollte diese Erscheinung nicht etwa damit zu erklären sein, dass der Ingul-Liman nicht in so hohem Grade der versüssenden Einwirkung des Dnjeprwassers ausgesetzt ist, wie der Bug-Liman? Eine gewisse Bestätigung findet diese Annahme in den Ergebnissen von 31 Analysen, denen Herr Kricky das Wasser

bei Kalinowka ¹⁾ unterworfen hat, das mit Berücksichtigung aller Windungen des Ingul über 30 Kilometer oberhalb des Punktes liegt, wo wir unsre Wasserprobe geschöpft haben. Nach den aus den Jahren 1880—1881 stammenden Angaben von Kricky bewegte sich der Chlorgehalt zwischen 0,0846 und 0,1822 Gramm auf 1 Liter Wasser. Somit sind die Schwankungen des Chlorgehalts im Ingulwasser bei Kalinowka unvergleichlich viel schwächer als im Bug-Liman und es tritt weder eine so bedeutende Versüssung im Frühjahr, noch auch folgerichtig eine so starke Zunahme des Salzgehalts im Herbste ein.

Die gegen Ende September dem Dnjepr-Liman bei Stanislaw entnommene Wasserprobe nimmt unsre Beachtung in der Hinsicht in hohem Grade in Anspruch, als sie es aufs Augenfälligste bezeugt, dass das Wasser im östlichen Theile des riesigen Dnjepr-Limans beinahe vollkommen süß ist, denn selbst zu Ende September enthält das bei Stanislaw geschöpfte Wasser des Liman kaum mehr Salze, als das des Dnjepr selbst.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht es also hervor, dass das Dnjeprwasser im Frühjahr die ganze Wassermasse des Bug-Limans bis auf den Grund versüßt, wozu natürlich der Wellengang, der nicht selten, vorzüglich bei südlicher Windrichtung, recht ansehnliche Dimensionen annimmt, sowie auch die durch regelmässig periodische Brisen hervorgerufenen Strömungen nicht wenig beitragen.

Sowohl die Versalzung des Limanwassers, als auch ihre Versüssung nimmt ihren Anfang von Süden her, wo das Wasser des Schwarzen Meeres durch die Meerenge zunächst Eingang findet. Augenscheinlich entwickelt sich mit dem verstärkten Salzwasserzufluss, mindestens für windstille Tage, eine deutlich

¹⁾ Bei Kalinowka nimmt der Ingul-Liman, wenn wir uns auf die topographischen Kennzeichen stützen (und andere stehen uns vorläufig nicht zu Gebote), ein Ende und weiter oberhalb haben wir schon ein typisches Flussthal vor uns.

bemerkbare Differenz im Salzgehalte des Wassers in den oberflächlichen und in den tiefern Schichten. Endlich wird es durch die Analyse der dem Dnjepr-Liman bei Stanislaw entnommenen Wasserproben dargethan, dass der umfangreiche östliche Theil des Dnjepr-Liman, oder vielmehr des Dnjepr-Liman im engern Sinne bis zu seiner Vereinigung mit dem Bug-Liman, durch das Flusswasser gegenwärtig gänzlich versüsst ist, so dass selbst im Herbst das Seewasser nicht soweit vordringt, sondern seine Richtung westlicher in den Bug-Liman nimmt, dessen Fahrwasserrinne es dabei vermuthlich folgt.

Freilich reichen, wie wir schon bemerkt haben, die uns vorliegenden Daten noch nicht hin, um uns ein vollkommen anschauliches Bild von dem periodischen Gange des Salzgehalts im Wasser des Bug-Limans vor Augen zu führen. Hierzu wäre es erforderlich, dass im Laufe einer Reihe von Jahren mindestens allwöchentlich systematische Untersuchungen über die Zusammensetzung des Wassers sowohl an der Oberfläche, als auch in der Tiefe des Bug-, des Dnjepr- und des Ingul-Limans angestellt würden. Den von uns bevorzugten Punkten, bei deren Auswahl wir nicht fehl gegriffen zu haben glauben, dürften noch andre im Fahrwasser des vereinigten Dnjepr-Bug-Limans anzureihen sein, etwa der Stadt Otschakow gegenüber und vielleicht auf der Höhe der Spitze von Adshigol. Diese Beobachtungen, die Jahr aus Jahr ein während einer längern Periode fortgeführt werden müssten, würden im Stande sein, uns, besonders wenn man sie noch mit Untersuchungen über Richtung und Stärke der Strömungen sowohl an der Oberfläche, als auch in der Tiefe verknüpfte, eine ziemlich klare Vorstellung von den periodischen Schwankungen im Salzgehalte der besprochenen Limane zu gewähren und dies käme nicht nur der Wissenschaft in eminentem Masse zu Gute, sondern es wäre auch von hervorragender praktischer Bedeutung.

In letzter Zeit sind in der russischen geologischen Litteratur verschiedene interessante Arbeiten erschienen, die auf die Frage der Entstehung der Limane Bezug haben und mit welchen ich es nicht für überflüssig halte die Leser im Auslande bekannt zu machen, denen sie wegen ihrer Unbekanntschaft mit der russischen Sprache unzugänglich bleiben würden.

Gleichzeitig mit unsrer Arbeit über die Entstehung der Limane Südrusslands ¹⁾ erschienen im Jahre 1895 in den Verhandlungen (Sapiski) der Neurussischen Naturforscher-Gesellschaft zwei Artikel von M. Rudzki: «Ueber die Entstehung der Limane des Gouvernements Chersson» ²⁾ und «Die Schwankungen des Spiegels der Limane» ³⁾. Hinsichtlich der Frage nach dem Ursprunge der Limane im Gouvernement Chersson theilt der Verfasser vollkommen die Ansicht, die zuerst von Richthofen ⁴⁾ aufgestellt und sodann von mir ⁵⁾ eingehend entwickelt worden ist. Diese absolute Uebereinstimmung in der Auffassung erstreckt sich sogar auf solche Einzelheiten, wie z. B. die Verhältnisse, unter denen sich die Limane mit fluviatilen Sedimenten füllen, und die Wirkungen der Brandung auf die Uferlinie, der wir erst in unsrer letzten Arbeit über die Limane Aufmerksamkeit geschenkt haben. Und doch hat unsre erwähnte Schrift Herrn Rudzki nicht bekannt werden können, da sie sich gleichzeitig mit den seinigen unter der Presse befand.

Aus der Zahl der interessanten Details wollen wir den Versuch hervorheben, den Rudzki macht, die Amplitude für die Hebung des Niveaus des Schwarzen Meeres im Verhältniss zum

¹⁾ Mém. du Com. Géol. T. X, № 4 (1895).

²⁾ Verhandl. d. Neuruss. Naturf.-Ges., Bd. XX, Heft 1 (1895), pag. 1—12 (russ.).

³⁾ Ibidem, pag. 13—23.

⁴⁾ Führer für Forschungsreisende (1886).

⁵⁾ Allg. Geol. Karte v. Russl., Bl. 48. Mém. du Com. Géol. T. IX, № 1 (1889).

Festlande im Gouvernement Chersson zu bestimmen. Indem er für die Flussthäler eine gleichmässige Neigung annimmt und die Länge mancher Limane in Rechnung zieht, fixirt er das Minimum der Amplitude für die Hebung des Meeresspiegels auf 30 Meter. Auf Grund der Daten aber, die durch die Tiefbohrungen auf der Barre des Hadshibey- und des Kujalnik-Limans, sowie am Boden des letztern ermittelt worden sind, bestimmt er das bezeichnete Minimum auf 42 Meter, in äussersten Falle auf 24 Meter ¹⁾.

In seiner zweiten Abhandlung «Die Schwankungen des Spiegels der Limane» macht M. Rudzki den sehr interessanten Versuch, die Niveauschwankungen des Kujalnik-Limans mit der wechselnden Dichtigkeit seines Wassers und mit der Quantität der atmosphärischen Niederschläge in Odessa in Zusammenhang zu bringen und in Diagrammen darzustellen. Die Höhenschwankungen des Limans, deren Amplitude in der fünfzehnjährigen Beobachtungsperiode (1878—1893) 2,13 Meter betrug, stehen, wie es auch nicht anders vorauszusetzen war, in engsten Wechselbeziehungen mit der Dichtigkeit des Wassers, die sich während der Jahre 1882—1892 in den Grenzen von 3°—14° Baumé bewegte. Da aber Jahre zu verzeichnen gewesen sind (z. B. 1824, 1826, 1828, 1830, 1831, 1835, 1847, 1850, 1853, 1866, 1867, 1869 ²⁾), wo im genannten Wasserbecken spontane Salzausscheidung stattgefunden hat, d. h. wo sich die Concentration der Salzsoole 25° Baumé genähert hat, so muss in jenen Jahren ohne Frage auch sein Niveau wesentlich tiefer gestanden haben, als es sich im Jahre 1887 (der niedrigste Wasserstand innerhalb der besprochenen Beobachtungsperiode) bei einer Concentration von 14° beobachten liess.

¹⁾ Wir haben (l. c. p. 101) das Minimum der Niveauhebung des Schwarzen Meeres auf 40—50 Meter angesetzt.

²⁾ Dieses war bis auf die Gegenwart das letzte Jahr, wo sich im Kujalnik-Liman angeschossenes Salz gebildet hat.

Zwischen den Niveauschwankungen des Limans und der Niederschlagsmenge in Odessa hat sich dagegen kein Zusammenhang constatiren lassen und zwar, wie Rudzki mit vollem Recht bemerkt, aus dem Grunde, weil die Schwankungen in der Quantität der bei Odessa fallenden atmosphärischen Niederschläge keineswegs denen im gesammten Zuflussgebiete des Kujalnik-Limans entsprechen, was er beweist, indem er die im Januar und Februar 1889 in Odessa, in den Dörfern Severinowka, Bolschoj Bujalyk und Walegozulowo gemessenen Niederschläge mit einander vergleicht. Bedauerlicher Weise liegen indess meteorologische Beobachtungen, die einen etwas längern Zeitraum umfassen, nur für Odessa vor.

Im nämlichen Artikel werden kurze Angaben über die Niveauschwankungen des Dofinowka- und des Tiligul-Limans und über ihre periodische Vereinigung mit dem Meere mitgetheilt, sowie die Resultate eines im Herbst 1893 und 1894 ausgeführten Nivellements, das die Niveauhöhe des Kujalnik-, des Hadshibey- und des Tiligul-Limans ermitteln sollte. Dabei hat es sich herausgestellt, dass der Wasserspiegel des Kujalnik-Limans am 25. August 1893 um 5,14 Meter, der des Hadshibey-Limans um 2,78 Meter unter dem des Schwarzen Meeres lag. Nach Messungen, die am 9. Sept. 1893 angestellt wurden, stand das Niveau des Tiligul-Limans um 0,86 Meter unter dem des Pontus.

Im selben Jahre (1895) ist im Berg-Journal ein Artikel von Prof. J. Muschketow, über die Entstehung der Salzseen der Krym, erschienen, worin der Autor, da er einige davon als Limane auffasst, unter anderem auch die Frage hinsichtlich des Ursprungs der Limane und die eng damit zusammenhängende über die Niveauschwankungen des Schwarzen Meeres berührt, wobei er die Hebung des Pontus im Minimum auf 50 Meter ansetzt. Die grösste Beachtung verdienen indess in der ange-

führten Arbeit Prof. Muschketows, die im Allgemeinen in Bezug auf die Entstehungsgeschichte der Limane nichts bringt, was sich von meinen bisherigen Auseinandersetzungen unterscheidet, unstreitig die von ihm mitgetheilten Resultate einer am Saki-See vom Montaningenieur Wnorowsky ausgeführten Tiefbohrung. Dieser Salzsee, der in industrieller und balneologischer Beziehung schon seit langer Zeit bekannt ist, liegt 20 Kilometer südöstlich von der Stadt Eupatoria. Er nimmt die erweiterte Mündung der Balkas Tschokrak und Tschebotarskaja ein und hat 5 Kilometer Länge (von Osten nach Westen) und 1—3 Kilometer Breite. Gegen die See ist er durch eine sandige etwa 0,5 Kilometer breite und 2,5 Meter über den Meeresspiegel emporragende Barre abgeschlossen. An den übrigen Seiten haben die Ufer des Sees 6—8 Meter Höhe und sind aus rothbraunen, in reicher Fülle mergelige Concretionen einschliessenden, Thonen posttertiären Alters zusammengesetzt. Diese Thone, die stellenweise von Sand- und Kies-schichten durchzogen sind, besitzen, wie ein im Parke der Schlambadeanstalt niedergetriebenes Bohrloch nachgewiesen hat, bis 28 Meter Mächtigkeit und ruhen auf pontischem Kalkstein. Fünf weitere Bohrlöcher mitten im See, wovon das tiefste 81' erreicht, haben über dem posttertiären rothbraunen Thon eine mächtige Schicht jüngerer Ablagerungen ermittelt, die vorzugsweise aus schwarzem und grauem Schlamm mit Zwischenlagen von Salz bestehen. In diesen finden sich auch Reste organischen Lebens, darunter Schalen von marinen und Süßwassermollusken. Auf besondere Aufmerksamkeit hat die Aufeinanderfolge dieser verschiedenen Gesteine Anspruch. Ganz in der Tiefe ruht schwarzes und braunes thoniges Gestein mit Kieseln und Schalen von *Planorbis*, *Limnaea*, *Neritina* und andern Süßwasserbewohnern. Darüber liegen schlammig-thonige Sedimente mit *Cardium edule*, *Tapes laeta*, *Scrobicularia alba*, *Cerithium ferrugineum* und

andern marinen Mollusken. Je höher, desto feinkörniger werden die Sedimente. In der noch höher lagernden Schicht feinen grauen und schwarzen Schlammes mit zahlreichen Zwischenlagen von Salz fehlen jegliche Molluskenreste. Diese Anordnung von Süßwasserablagerungen, von marinen Sedimenten und solchen mit reichlichen Salzeinschlüssen lässt uns erkennen, dass die Entstehungsgeschichte des Saki-Sees mit der der Limane Südrusslands übereinstimmt. Anfangs, bei beträchtlich tieferem Stande des Meeresniveaus, haben sich die Sedimente fluviatilen Charakters abgesetzt, wobei das Vorkommen von Kieseln einen Hinweis auf ziemlich lebhaftere Bewegung des Wassers bietet. Beim Ansteigen des Meeresniveaus überflutheten die Wogen des Pontus den vereinigten Unterlauf der beiden Balkas und am Boden der so entstandnen Meeresbucht oder des Limans lagerten sich Schichten mit mariner Fauna ab. Im weiteren Verlauf hatte die Anstauung des aus den Balkas kommenden Wassers durch die andringenden Meeresfluthen, sowie die Bildung einer Sandbank am Eingange zur Bucht die Folge, dass immer feinkörnigeres Material zur Ablagerung gelangte. Als dann die von den Wellen aufgeworfene Sandbank sich in einen Wall, eine Barre verwandelte, die den Liman gänzlich vom Meere trennte, ging die dort lebende Fauna in Folge der heftigen Schwankungen in der Concentration der Salze im Wasser bald zu Grunde und der Liman wurde zum Salzsee, an dessen Boden sich in Perioden der Dürre Salz ausschied.

Der drei Werst nördlich vom Saki-See liegende Salzsee Sassyk-Siwasch, der den soeben besprochenen in seinen Dimensionen übertrifft, hat sich nach der Ansicht Prof. Muschetows aus einer Meeresbucht gebildet, die ihre Entstehung einer Verwerfung verdankt, und ist also ganz andern Ursprungs, als jener. Allein vorläufig kann diese Auffassung noch nicht als erwiesen betrachtet werden, denn die einzige Tiefbohrung, die

man am Sassyk-Siwasch-See vorgenommen hat, ist freilich nicht auf untrügliche Süßwasserablagerungen gestossen, doch hat sie unter den Schichten mit marinen Molluskenschalen eine Schicht ganz ohne Fossilien ermittelt, die sehr wohl aus Süßwasser stammen kann, um so mehr, als von den fünf Bohrlöchern am Saki-See, deren Beschreibung Muschetow anführt, nur aus zweien Süßwasserbewohner zu Tage gefördert worden sind. Mag aber auch der Sassyk-Siwasch-See andern Ursprungs sein, als der Saki-See, jedenfalls bilden seine nördlichen und östlichen Ausläufer deutlich die untern Partien von Balkas, die in den See münden.

Gegenwärtig ist der See Sassyk-Siwasch gleichfalls gänzlich vom Meere isolirt und geht seiner Austrocknung entgegen, allein diese ist noch nicht so weit vorgeschritten, wie beim Saki-See, dessen Niveau bereits 5' unter dem des Schwarzen Meeres steht, während die entsprechende Differenz beim Sassyk-Siwasch-See erst 2' beträgt. Hier geht auch noch keine spontane Ausscheidung von Salz vor sich, abgesehen von der flachen Uferpartie, wo sich erst eben schwarzer Schlamm abzusetzen beginnt; in der Mitte des Sees dagegen ist der abgelagerte Schlamm noch grau. Wie Prof. Muschetow mit Recht bemerkt, steht dem Sassyk-Siwasch-See das noch bevor, was der Saki-See schon überstanden hat. Durch diese relative Jugend ist es auch zu erklären, dass hier der heilkräftige schwarze Schlamm fehlt, keineswegs aber damit, dass der See nicht aus einer Flussmündung entstanden wäre, wie der genannte Gelehrte einige Seiten weiter ausspricht. Denn der Ursprung solcher Seen kann doch unmöglich einen Einfluss auf die sich darin absetzenden Sedimente ausüben, vorausgesetzt, dass sie zuerst sehr lange Zeit hindurch Buchten eines und desselben Meeres gewesen sind und dass sie sich nach ihrer Isolirung unter ganz identischen physiko-geologischen Verhältnissen befunden haben.

In einem soeben erschienenen kleinen Aufsätze von Prof. Sinzow «Ueber die Bohrlöcher auf den Zucker-Raffinerien in Odessa» ¹⁾ finden wir die Beschreibung einiger Bohrungen, wovon eine unser Interesse in hohem Grade in Anspruch nimmt, die auf dem niedern von den Meereswogen angeschwemmten Sandstreifen (Barre) angelegt ist, der den Kujalnik- und den Hads-hibey-Liman vom Schwarzen Meere trennt. Durch dieses Bohrloch ist nachstehende Schichtenfolge ermittelt worden:

№№	BENENNUNG DER SCHICHTEN.	Tiefenlage von der Mündung.
1.	Sand mit grossen Stücken von Odes-saer Kalkstein und Fragmenten recen-ter Seemuschelschalen	0 — 7' 4''
2.	{ Sand mit Steinen und feinen Muschel-fragmenten, worunter sich in № 2	7' 4'' — 11'
3.		11' — 13' 2''
4.	{ Grauer thoniger Sand, mit kleinen Steinen und Seemuscheln (<i>Cardium edule</i> , <i>Sindosmya nitida</i> , <i>Tellina</i> , <i>Cerithium scabrum</i>).	13' 2'' — 15' 5''
5.		15' 5'' — 19' 8''
6.	Grauer Sand	19' 8'' — 34'
7.	Dunkelgrauer thoniger Sand mit <i>Buc-cinum reticulatum</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>Tellina</i> etc.	34' — 38'
8.	Dunkelgrauer thoniger Sand mit <i>Buc-cinum reticulatum</i> , <i>Cardium edule</i> , <i>Tapes laeta</i> , <i>Sindosmya nitida</i> und kleinen Cerithien.	38' — 42'

¹⁾ Memoiren d. Neuruss. Naturf.-Ges. Bd. XXI (1897) № 2 (russ.).

№№	BENENNUNG DER SCHICHTEN.	Tiefenlage von der Mündung.
9.	Dunkelgrauer thoniger Sand mit <i>Buccinum reticulatum</i> , <i>Cardium edule</i> , <i>Tapes laeta</i>	42' — 45'
10.	Grünlich grauer Thon mit <i>Cardium edule</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>Venus gallina</i> und <i>Buccinum reticulatum</i>	45' — 76'
11.	Grünlich grauer Thon mit kleinen Schalen von <i>Cardium edule</i>	76' — 121'
12.	Schwarzer Thon mit <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Valvata piscinalis</i> V. <i>naticina</i> , <i>Lithoglyphus fuscus</i> und <i>Vivipara atra</i> . Hier sind auch 2 kleine Exemplare von <i>Cardium edule</i> und 1 <i>Cerithium scabrum</i> gefunden worden	121' — 122'
13.	Röthlich brauner Thon mit Bruchstücken von <i>Unio</i> oder <i>Anodonta</i> . Dies Gestein ist hier und da mit grünlich grauem Lehm untermischt, der sich von dem braunen Grunde in unregelmässigen Flecken abhebt .	122' — 123'
14.	Dunkelgrauer thoniger Sand mit kleinen Muschelfragmenten und Stücken von Odessaer Kalkstein	123' — 128'

Weiter folgen in der Tiefe von 128' — 150' schichtenweise dunkelblaue, rothbraune, dunkelgrüne und grüngraue Thone, die aller Wahrscheinlichkeit nach die Zerstörungsproducte obermiocäner Sedimente, zum Theil vielleicht diese selbst *in vita* darstellen. In der Tiefe von 150' endlich stiess das Bohrloch

auf miocäne (und zwar sarmatische) Ablagerungen mit einer reichen Fülle von *Mastraschalen*.

Besondere Beachtung verdient bei dem Durchschnitte des besprochenen Bohrloches der Umstand, dass darin unter einer Suite von Sanden und Thonen (120'), die die Fauna des jetzigen Schwarzen Meeres einschliessen, Ablagerungen aus Brack- und Süsswasser entdeckt worden sind. Durch die Thatsache, dass hier in einer Tiefe von 123' — 128' Stücke von pontischem Kalke vorkommen, der in ungestörter Lagerung, in eben der Gegend, z. B. beim Berge Shewachowa Gora, 100' — 120' über dem Meeresspiegel liegt, wird die grosse Tiefe bezeugt, welche die Erosion schon zur postpontischen Periode erreicht hatte.

Fast die nämlichen Ergebnisse liefert uns das zweite Bohrloch, das auf derselben Fabrik niedergefahren worden ist, nur dass man hier in einer Tiefe von 12' auf grauen Sand mit *Cardium edule* gestossen ist, woraus wir schliessen können, dass an diesem Punkte die durch die Erosion hervorgebrachte Vertiefung schon begonnen hatte, sich mit Sedimenten zu füllen, als die Ueberfluthung der untern Flussthäler und Balkas durch die Wogen des Schwarzen Meeres ihren Anfang nahm. Legt man den Berechnungen die Tiefe zu Grunde, die die Erosion während der postpontischen Periode erreicht hat, so muss man einräumen, dass das Niveau des Meeres, das dem jetzigen Schwarzen Meere vorangegangen ist, mindestens um 35—40 Meter niedriger gestanden hat, als dieses. Auch der Durchschnitt des zweiten Bohrloches auf der nämlichen Fabrik legt Zeugniß dafür ab, dass die durch fliessendes Wasser bewirkte Erosion vor der Entstehung des heutigen Schwarzen Meeres mit seiner Fauna Ablagerungen berührt hat, die beinahe um 40 Meter unter dessen Spiegel liegen.

