

ТРУДОВЕ НА ЧЕРНОМОРСКАТА БИОЛОГИЧНА СТАНЦИЯ ВЪ ВАРНА
 ARBEITEN AUS DER BIOLOGISCHEN MEERESSTATION
 AM SCHWARZEN MEER IN VARNA, BULGARIEN

PA329

1.	инв. 31392	омб. 5
----	------------	--------

1. Паспалевъ и Н. Пеневъ
 Приносъ къмъ изучване хидро-
 логията на Варненското езеро

№ 3.

2.

Г. В. Паспалевъ
 Приносъ къмъ морфологията и
 биологията на *Bothus Maeoticus*,
 Pall

3.

Г. В. Паспалевъ
 За сръщането на *Bothus Rhom-*
bus L въ Варненския заливъ

4.

Проф. З. Караоглановъ
 Химия на Черното море

1.

G. W. Paspaleff und N. Peneff
 Beitrag zur Kenntnis der Hydro-
 logie des Varnaer Sees

2.

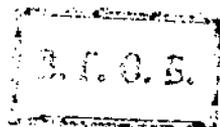
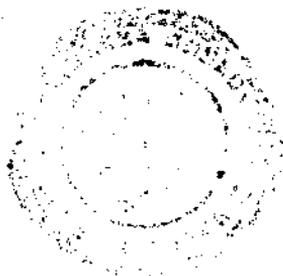
G. W. Paspalleff
 Beitrag zur Morphologie und Bio-
 logie von *Bothus maeoticus* Pall

3.

G. W. Paspaleff
 Über das Vorkommen von *Bothus*
rhombus L in Varnaer Golf.

4.

Prof. Z. Karaoglanoff
 Chemie des Schwarzen Meeres



31 392

BEITRAG ZUR KENNTNISS DER HYDROLOGIE DES VARNAER SEES

von G. W. PASPALLEFF und N. PENEFF.

Einleitung.

In nächster Nähe und in Verbindung mit dem Golf von Varna befindet sich der Varnaer See. Heutzutage stellt er ein Wasserbecken dar, das in der Richtung Ost-West 15 km. lang ist; seine grösste Breite in Nord-Süd ist 2 km. und seine grösste Tiefe 20 m. Die Oberfläche des Sees ist 17.344,000 m² (Siehe Fig. 1¹.)

Bis 1908 stellte der Varnaer See ein unabhängiges Süsswasserbecken dar, welche durch einen 2 km. breiten und 1—2 m. über dem Meerspiegel ragenden Sandstreifen vom Meer getrennt war. Das Niveau seines Wassers war damals etwa 1 m. über dem Niveau des Meeres und dementsprechend war auch die Oberfläche des Sees grösser als die von heute. Das überflüssige Wasser konnte sich durch einen sich ständig erniedrigenden Kanal ungefähr 2 m. tief, vom See in das Meer ergiessen. Der Kanal selbst nahm seinen Anfang an der nordöstlichen Ecke des Sees. Eine solche Verbindung verhinderte das Meerwasser am Eindringen in den See, wodurch sich die Tatsache erklärt, dass sein Wasser nicht einmal 1‰ Salzgehalt zeigte. Das wird auch durch den Umstand bestätigt, dass die Flora und Fauna des Sees damals typisch die eines Süsswassersee waren.

Kurz vor 1908 wurde durch den Sandstreifen, der den See von Meer trennte, ein Kanal gegraben, welcher 5 m. tief ist, und breit — 20 m. auf dem Grund und 40—50 m. auf der Oberfläche. Er verbindet das Ost-Ende des Sees mit dem Golfwasser ausserhalb des Hafens. Seine Mündung gegen das Meer liegt tief im Golf, hinter dem Welenbrecher (siehe die Karte) doch ist seine Lage eine solche, dass das von Ost- und Nordost-Winden getriebene Meerwasser in den Kanal und dadurch auch in den See eindringen kann. Gerade auf seinem entgegengesetzten Ende steht der See, durch einen zweiten künstlich gegrabenen Kanal der 2·5 m. tief und breit: auf dem Grunde 20 m. und auf der Oberfläche

¹) Erhalten durch Verkleinerung der „Karte des Varnaer Sees und seine Umgebung“ 1:10,000 von Ing. L. Boschkoff.

ВАРНАЕЦКО ЕЗЕРО
 1:50,000
 VARNAER SEE

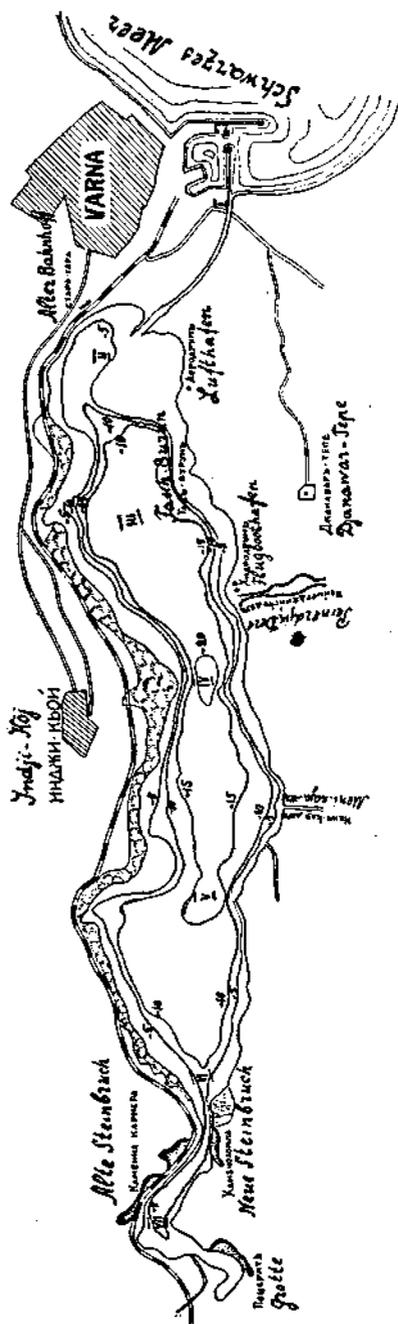


Fig. 1. — Zwei Mal verkleinert.

25 m. ist, mit dem Gebedje-See in Verbindung. Dieser See sammelt die Wässer der Devnja-Quellen, von welchen der Devnja-Bach Seinen Anfang nimmt; des Provadiá-Baches und einiger anderen kleinen Flussläufe und Quellen. Der Durchschnittsdebit dieser Wässer beläuft sich auf ungefähr 4000 Liter in der Sekunde.

Ausserdem sammeln die beiden Seen die überflüssigen Wassermassen bei reichen atmosphärischen Niederschlägen von einer Oberfläche von ungefähr 50 km.². die fast frei von Waldungen ist. Der einzige natürliche Weg zum Abfluss aller dieser Wassermassen führt durch den Varnaer See in das Meer.

Dank dieser doppelten Verbindung einerseits mit dem Meer, anderseits mit den Kontinentalenwässern, beobachtet man in dem Wasser des Varnaer See Strömungen auf der Wasser-Oberfläche und in den Tiefen, sowie interessante Aenderungen im Wasserspiegel, Salzgehalt und Temperatur. Bei einigen Probeuntersuchungen konnte die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff im Grundwasser und im Schlamm des Sees festgestellt werden.

Um sich eine klare Vorstellung über die Änderungen der drei für das Leben im See wichtigen Faktoren: Temperatur, Salz- und Schwefelwasserstoffgehalt bilden zu können, unternahmen wir die folgenden Untetsuchungen.

Methodik.

Zweckmässig wurden 7 Stationen gewählt, die beinahe in gleicher Entfernung von einander liegen. Hier wurde bei verschiedenen Jahreszeiten die Temperatur gemessen und auch Wasser zur Bestimmung des Salz- und Schwefelwasserstoffgehaltes entnommen. Diese Stationen sind folgenderweise verteilt (siehe Fig 1.): I Am Anfang des Kanals (meerwärts) bei der Pontonbrücke; der Grund ist mit Sand und Schlamm bedeckt, Tiefe 6 m. II. Vor der Mündung des Kanals in den See, unweit vom Schiffsdock „Bulgaria“; Schlammgrund, Tiefe 8 m.; III. Die erste grosse Tiefe gegenüber dem Ort „Nabant-Tscheschme“; der Grund ist mit grau-schwarzem, stark nach Schwefelwasserstoff riechenden Schlamm bedeckt; Tiefe 18 m. IV. Die tiefste Stelle im See in der Enge bei „Kasaschko-Sselo“; Grund mit Schlamm bedeckt wie bei Station III, Tiefe 20 m. V. Gegenüber dem Ort „Mimiki“ und der Eisenbahnbrücke, Grund schlammig wie bei III und IV. Tiefe 16 m. VI. Vor der Enge bei „Kamenna Karriera“, Grund sandig-schlammig, Tiefe 8 m. VII. In der Enge, die einem Knie ähnlich gebogen ist; Grund mit Grau-Schwarzem Schlamm bedeckt, Tiefe 5 m.

Die Probenahme erfolgte innerhalb 1½—2 Stunden in des Regel morgensfrüh. Die Temperatur wurde alle Mal bestimmt.

Die Wasserproben wurden von der Oberfläche und in der Nähe des Grundes (ohne den Schlamm zu berühren) genommen, aber auch in einer Tiefe von 10 und 15 m. bei jenen Stationen (III, IV, V) die diese Tiefen hatten. Die Temperaturmessung und die Probenahme erfolgte mit Hilfe des verbesserten Schlammwasserschöpfer nach Apstein.¹⁾

Das Salzgehalt bestimmte man nach der Methode von Volhardt, wobei man immer von einem bestimmten Quantum Wasser — 5 cm³ ausging. Die Ergebnisse sind in gr. NaCl pro Liter Wasser berechnet.

Den Schwefelwasserstoff bestimmte man jodometrisch nach der Methode von Dupasquier modifiziert von Willm mit nachfolgenden Zurücktitrieren mit Thiosulfat.

Die Meteorologischen Daten sind den Tagebüchern der meteorologischen Station „Peinerdschik“, die sich am Strand des Sees befindet, entnommen.

Ergebnisse.

Die von uns zusammengebrachten Daten sind in den Tabellen I und II zusammengestellt. In diesen Tabellen sind die Messungen angegeben, die wir in den Zeitraum von September 1932 bis Mai 1933 allmonatlich machten, mit Ausnahme des Januars, als der See gefroren war. Infolge Verlustes des Wasserentnahmeapparates konnten wir leider nicht die Untersuchungen auch auf die Sommermonate ausdehnen. Die Verhältnisse für diese Monate können aber leicht wiederhergestellt werden, wenn man die Daten für die Monate Mai und September vor Augen hält.

Zum besseren Verständnis der in den Tabellen zusammengestellten Daten ist die Kenntniss des Seegrundprofills notwendig. In fig. 2 und den folgenden Figuren ist das Längeprofil des Sees, ausgearbeit auf Grund der Karte von Ing. Boschkoff (Isobatten durch 2 Meter) angegeben. Es ist besonderer Wert zu legen auf den Unterschied zwieschen den Tiefen im Kanal und in zentraler Teil des Sees, sowie auf die Steilheit des Seegrundes gegen das Meer.

Der Übersichtlichkeit wegen werden wir die erhaltenen Ergebnisse und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen über alle Faktoren einer Diskussion unterziehen.

Temperatur.

Die Temperatur des Seewassers hat im Laufe unserer Untersuchungen zwischen 23°C. (September) und 0°C. (Januar und Februar) variiert. Doch beziehen sich diese Daten nur auf das

¹⁾ Seite: Paspaleff, G. W. Internationale Revue der Cesamten Hydrobiologie u. Hydrographie. Bd. 29. H. 1—2, 1933.

Oberflächenwasser des Sees. Die Temperatur des Grundseewassers dagegen bewegt sich zwischen 12°C (November) und 4° (Februar).

Die Temperatur des Oberflächenwassers ist der ganzen Länge des Sees nach nicht gleich: während der Sommer- und Herbstzeit haben die Wässer, die um die Stationen I und II liegen, eine niedrigere Temperatur als diejenigen, die weiter liegen (Station VII). Während der Winter- und Frühlingszeit ist die Lage verkehrt. Den grössten Unterschied zwischen den Temperaturen der verschiedenen Stationen (3°C) beobachtet man in Dezember, den kleinsten im Februar. Die Temperaturschwankungen bei den Anfangsstationen bewegen sich zwischen 2.5 und 22°C, jene bei den Endstationen zwischen 0° und 23°C. Im November ist die Temperatur des Oberflächenwassers im zentralen Teil des Sees höher als die Temperatur des Wassers an seinen beiden Enden.

Die Temperatur der zwischen 15 m. und den Grund liegenden Wasserschichten schwankt zwischen 13°C (November) und 4°C (Februar). Die Zeit der höchsten Temperatur in den Tiefen (November) fällt nicht mit der Zeit der höchsten Temperatur auf der Oberfläche zusammen (August—September). Die Temperaturschwankungen in den Grundwässern des Sees sind nicht so scharf und erfolgen nicht so schnell wie dies auf der Oberfläche zu beobachten ist.

Die Sommer-Temperaturstagnation dauert lange: sie ist in der Periode August (einzelne Beobachtungen im 1932) bis einschliesslich Oktober zu beobachten. In diesem Zeitabschnitt ist die Temperatur an der Oberfläche über 23°C, in den Tiefen unter 15 m. — 10°C.

Der Herbst-Ausgleich der Temperatur erfolgt erst im Dezember. Um diese Zeit ist die Temperatur in allen Wasserschichten 8° bis 9°C.

Die Winter-Temperaturstagnation ist in der Zeit Januar—Februar zu beobachten, als die Temperatur an der Oberfläche auf 0° resp. 2°C herabgesunken ist und auf dem Seegrund ungefähr 4°C ist.

Der Frühlings-Ausgleich der Temperatur — Temperatur des Wassers 5—6° C — erfolgt im März.

In der Sommerperiode liegt zwischen 10 und 15 m. Tiefe ein Sprungschicht, der sich noch bei der schnellen Frühlings-Erwärmung (April) auszubilden beginnt.

Die beobachteten Temperaturschwankungen im Wasser des Sees sind auf den Einfluss dreier Faktoren zurückzuführen:

1. Auf das Festland-bzw. auf das zufließende Süswasser.
2. Auf das Meer, bzw. auf das zufließende Meerwasser, und
3. Auf den ziemlich grossen Unterschied im Salzgehalt des Oberflächen- und Tiefseewassers.

TABELLE I.

Stationen		I		II		III		IV		V		VI		VII	
Daten und Meteorol. Angaben		C°	‰	C°	‰	C°	‰	C°	‰	C°	‰	C°	‰	C°	‰
26. IV. 1932	0	22°	11-05	22°	10-88	22°	10-29	22°	10-29	23°	10-29	23°	9-71	23°	8-19
Atmosph. Druck — 762.8	5	22°	11-70	22°	11-58	—	—	—	—	—	—	21°	10-58	22°	9-94
Lufttemperatur Max. 33.1° C	10	—	—	—	—	21°	12-87	20°	12-05	21°	11-58	—	—	—	—
Min. 16.1° C	15	—	—	—	—	10°	12-87	10°	12-87	10°	12-87	—	—	—	—
Windrichtung: Ost. 6 m. sec.	19	—	—	—	—	—	—	10°	13-10	—	—	—	—	—	—
15. V. 1932	0	20°	12-50	20°	10-53	20°	10-41	21°	10-53	21°	10-53	21°	9-71	21°	10-53
Atmosph. Druck 762.2	5	20°	14-50	20°	14-39	—	—	—	—	—	—	20°	11-58	20°	11-58
Lufttemperatur Max. 24.8° C	10	—	—	—	—	18°	12-98	19.5°	12-63	20°	12-17	—	—	—	—
Min. 13.6° C	15	—	—	—	—	10°	12-98	10°	13-10	10°	12-63	—	—	—	—
Windrichtung; W. O. 10 m. sec.	19	—	—	—	—	—	—	10°	13-10	—	—	—	—	—	—
11. XI 1932	0	16°	15-32	17°	11-34	17°	10-64	17°	10-76	17°	10-76	15°	8-19	15°	10-17
Atmosph. Druck 772.5	5	16°	15.32	16°	14-85	—	—	—	—	—	—	15°	11-58	19°	11-34
Lufttemperatur: Max. 15.2° C	10	—	—	—	—	16°	12-05	16°	12-05	16°	11-58	—	—	—	—
Min. 9.0° C	15	—	—	—	—	13°	13-57	13°	13-57	13°	12-87	—	—	—	—
Windrichtung: NO. 3 m. sec.	19	—	—	—	—	—	—	12°	13-57	—	—	—	—	—	—
15. XII. 1932	0	10°	13-22	9°	10-76	9°	10-64	9°	10-64	8°	10-64	7°	10-29	7°	5-85
Atmosph. Druck. 778.5	5	11°	14-98	9°	10-76	—	—	—	—	—	—	9°	9-71	9°	11-23
Lufttemperatur: Max. 8° C	10	—	—	—	—	9°	11-46	9°	11-58	9°	11-58	—	—	—	—
Min. 3.7° C	15	—	—	—	—	8°	12-63	8°	12-87	8°	12-87	—	—	—	—
Windrichtung: Still	19	—	—	—	—	—	—	8°	12-87	—	—	—	—	—	—

14. II. 1933	0	2·5°	11·70	2°	9·71	2°	9·59	2°	10·17	2°	10·17	2°	10·17	2°	6·31
Atmosph. Druck 761·0	5	3°	12·75	2°	9·82	—	—	—	—	—	—	3°	10·17	3°	10·88
Lufttemperatur: Max. 5·1° C	10	—	—	—	—	4°	12·05	4°	11·81	4°	11·81	—	—	—	—
Min. — 8·3° C	15	—	—	—	—	4°	12·87	4°	12·87	4°	12·40	—	—	—	—
Windrichtung: S.W. 6 m. sec.	19	—	—	—	—	—	—	4°	12·87	—	—	—	—	—	—
14. III. 1933	0	5°	9·82	6°	9·36	6°	9·50	6°	9·59	6°	9·36	7°	6·08	7°	4·20
Atmosph. Druck 768·0	5	5°	13·68	5°	9·47	—	—	—	—	—	—	5°	10·80	6°	9·60
Lufttemperatur: Max. 10·5° C	10	—	—	—	—	5°	10·17	5°	11·93	5°	10·06	—	—	—	—
Min. — 4·5° C	15	—	—	—	—	5°	12·87	5°	12·87	5°	12·98	—	—	—	—
Windrichtung: N.W. 2 m. sec.	19	—	—	—	—	—	—	5°	12·87	—	—	—	—	—	—
22. IV. 1933	0	11°	14·04	12°	10·64	14°	10·53	14°	9·82	14°	9·82	14°	9·47	15°	8·19
Atmosph. Druck 757·0	5	11°	14·62	12°	11·70	—	—	—	—	—	—	12°	10·06	12°	9·94
Lufttemperatur: Max. 22·7° C	10	—	—	—	—	11°	10·64	11°	10·53	11°	10·06	—	—	—	—
Min. 7·3° C	15	—	—	—	—	7°	13·47	7°	13·57	7°	13·10	—	—	—	—
Windrichtung: W 8 m. sec.	19	—	—	—	—	—	—	6°	13·57	—	—	—	—	—	—
19. V. 1933	0	16°	10·17	16°	10·17	16°	10·17	16°	10·17	17°	10·17	17°	6·66	17°	6·08
Atmosph. Druck 760·2	5	16°	10·17	16°	10·17	—	—	—	—	—	—	14°	10·76	15°	9·94
Lufttemperatur: Max. 19·8° C	10	—	—	—	—	13°	11·93	11°	12·87	11°	12·28	—	—	—	—
Min. 5·1° C	15	—	—	—	—	7°	13·10	7°	13·10	7°	12·87	—	—	—	—
Windrichtung: O. 7 m. sec.	19	—	—	—	—	—	—	7°	13·10	—	—	—	—	—	—

TABELLE II.

Stationen		III		IV		V	
Datum	Tiefe m.	C°	H ₂ S	C°	H ₂ S	C°	H ₂ S
15. X. 1932	10	18°C	—	19.5°	0.00034	20°	0.00068
	15	10°C	0.00442	10°	0.00170	10°	0.00408
	19	—	—	10°	0.00408	—	—
11. XI. 1932	10	16°C	—	16°	—	16°	0.00068
	15	13°C	0.00136	13°	0.00102	13°	0.00102
	19	—	—	12°	0.00408	—	—
15. XII. 1932	10	9°C	—	9°	0.00034	9°	0.00068
	15	8°C	0.00136	8°	0.00136	8°	0.00170
	19	—	—	8°	0.00238	—	—
14. II. 1933	10	4°C	0.00034	4°	0.00034	4°	0.00068
	15	4°C	0.00068	4°	0.00170	4°	0.00170
	19	—	—	4°	0.00170	—	—
14. III. 1933	10	5°C	0.00068	5°	0.00136	5°	0.00124
	15	5°C	0.00170	5°	0.00136	5°	0.00136
	19	—	—	5°	0.00136	—	—
22. IV. 1933	10	11°C	0.00068	11°	0.00068	11°	0.00068
	15	7°C	0.00136	7°	0.00136	7°	0.00136
	19	—	—	6°	0.00136	—	—
19. V. 1933	10	13°C	0.00068	12°	0.00068	11°	0.00085
	15	7°C	0.00102	7°	0.00102	7°	0.00102
	19	—	—	7°	0.00102	—	—

Der grosse Unterschied in der Temperatur der Oberflächen- und Tiefseewässer im Sommer und das verschiedene Salzgehalt bedingen unvollständige (bis 10—12 m) nach unten gerichtete senkrechte Zirkulationen des Wasser in dieser Jahreszeit. Es scheint aber, dass bei dem Herbst Temperaturengleich im Winter, sowie auch im Frühjahr (in der Periode von XII bis einschliesslich III), als der Temperatur-Unterschied im Oberflächen- und Tiefseewasser minimal ist, die nach unten senkrecht gerichteten Zirkulation alle Tiefen berühren. Dafür spricht die Lage der Isohalinlinien, sowie die Schwefelwasserstoffisolinien. Es fragt sich, ob senkrecht nach oben gerichtete Wasserzirkulationen möglich sind, zu welchen Jahreszeiten vollziehen sie sich und welche Tiefen sie berühren. Untersuchungen zur Klärung dieser Frage sind noch nicht gemacht worden.

Salzgehalt.

Das Salzgehalt der Oberflächenwässer im See ist grossen Schwankungen unterworfen. Es schwankt zwischen 4.2‰ (Station VII, 14. III) und 15.32‰ (Stat. I, 11. XI). Um die zentrale Station (St. IV) aber ist das Salzgehalt ungefähr 10‰ . Die Schwankungen im Salzgehalt bei dem verschiedenen Stationen sind dabei nicht gleich: während bei der Station I sie sich zwischen 9.82‰ (14. III) und 15.32‰ (11. XI) bewegen, sind jene bei Station VII zwischen 4.20‰ (14. III) und 10.53‰ (15. X) und diejenigen bei der Zentralstation (IV) wieder zwischen 9.59‰ (14. III) und 10.76‰ . Der Unterschied zwischen Minimal- und Maximalgrössen ist bei der Stationen I und VII fast gleich (ungefähr 6‰) und der bei der Station IV — nur 1‰ . Das tiefste Salzgehalt im Oberflächenwasser finden wir im März, das höchste im November.

Das Salzgehalt der Tiefen Wasserschichten im See ist nicht so grossen Schwankungen unterworfen wie das der Oberflächenwässer. Ganz allgemein gesagt erhöht sich hier das Salzgehalt im Herbst (November) und im Frühling (April) bis 13.57‰ um sich im Winter (Dezember bis einschliesslich März) bis auf 12.87‰ zu erniedrigen — also eine kleine Schwankung von kaum 1‰ . Es ist dabei zu bemerken, dass die tiefliegenden Wasserschichten im zentralen Teil des Sees an der Schwankungen am wenigsten unterworfen sind.

In den Wasserschichten, die dem Grund am nächsten liegen, finden wir das kleinste Salzgehalt bei der Station VII — 9.94‰ , das grösste bei der St. I — 15.32‰ . Beträchtliche Schwankungen sind nur bei den Anfangs- und Endstationen zu beobachten. Für die erste Station ist die Schwankung zwischen 10.17‰ und 15.32‰ , für die Station VII zwischen 9.94‰ und 11.58‰ .

In der Zeit der Sommer-Temperaturstagnation verlaufen die

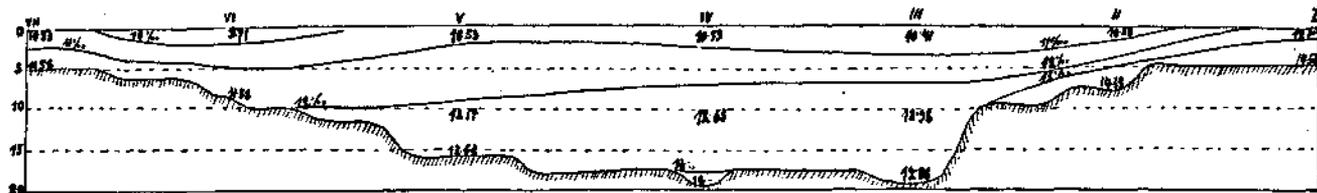


Fig. 2. — Längenprofil des Sees. Mastab der Oberfläche 1:100,000 resp. der Tiefe — 1:1,000. Salzgehalt des Seewassers am 15. X. 1932.

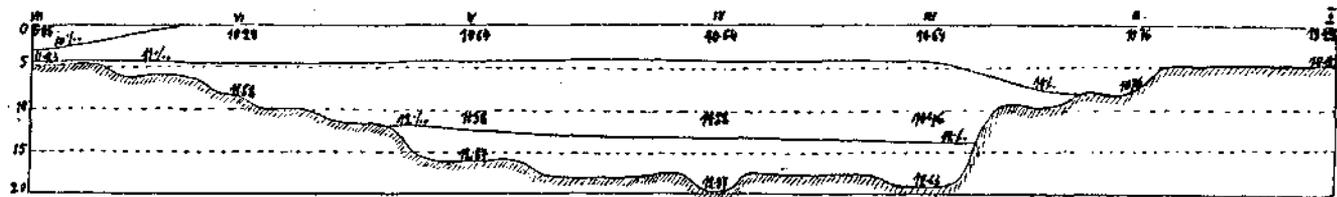


Fig. 3. — Salzgehalt am 15. II. 1932.

Isohalinlinien parallel mit Neigung vom Meer zum Festland. Die Isohalinlinie 11‰ liegt zwieschen 0 und 5 m. Die Tiefen unter 10 m. sind von Wassermassen besetzt, deren Salzgehalt über 12‰ ist; die Isohalinlinie 12‰ liegt also zwischen 5 und 10 m. Tiefe (siehe Fig. 2).

Im Dezember, bei dem Herbst-Temperaturausgleich des Wassers, beginnt das Salzgehalt des Seewassers herunterzugehen und die Isohalinlinien werden horizontal. In dieser Zeit nähert sich die Isohalinlinie 11‰ der 5 m. Tiefe, die Isohalinlinie 12‰ fällt herunter bis auf 13 m. (siehe Fig. 3).

In der Zeit der Winter-Temperaturstagnation vermindert sich das Salzgehalt der Oberflächenwässer — die Isohalinlinie 11‰ liegt unter 5 m.; dagegen erhöht sich des Salzgehalt der tieferen Wasserschichten: die Isohalinlinie 12‰ liegt ungefähr 10 m. tief. Es ist interessant, dass die Isohalinlinien ihre horizontale Lage im Sommer und Herbst jetzt zu verändern beginnen, indem sie sich in der Mitte des Sees kupelartig erhöhen, um an seinen beiden Enden wieder zu verflachen.

In der Zeit des Frühlings-Temperaturausgleiches des Wassers (März) vermindert sich das Salzgehalt des Sees. Die Isohalinlinie 10‰ , welche zu allen Zeiten wenigsten in zentralen Teil des Sees, über der Oberfläche verläuft — liegt jetzt unter der Oberfläche: in der Mitte etwa 3 m. tief, an den beiden Enden bis 10 m. tief. Auch die anderen Isohalinlinien fallen dementsprechend tief. Dabei erreicht die Kupellage der Isohalinlinien, welche im Winter sich auszubilden begonnen hat, ihre schärfste Ausbildung (siehe Fig. 4).

Im Frühsommer (IV, V) erhöht sich das Salzgehalt des Sees beträchtlich: in den Tiefen unter 15 m. finden wir mehr als 13‰ Salz und an der Oberfläche beginnt sich das im Frühling gestörte mittlere Salzgehalt von 10‰ wiederherzustellen. Der Kupellage der Isohalinlinien ist noch immer stark ausgeprägt (siehe Fig. 5).

Das Salzgehalt des Seewassers hängt ab von seiner Verbindung mit dem Meer und von dem Zufließen der vom Kontinent kommenden Wassermassen. Dank seiner Verbindung mit dem Meer wird in der Zeit der Herbst- und Frühlingsstürme, die gewöhnlich die Richtung Ost-(Nord-Ost)-West (Süd-West) haben, Meerwasser in den See getrieben, weshalb sich das Salzgehalt der Grundseewasser erhöht. Das niedriger Salzgehalt der Oberflächenwässer wird dagegen durch den ununterbrochenen Zufluss von beträchtlichen Mengen Süßwassers vom Gebedje-See (4000 L. in der Sec.) erhalten.

An Beginn des Frühlings (März) wird die Menge des in den See einfließenden Süßwassers durch die starken Regenfälle erhöht. Dies verursacht eine allgemeine Erniedrigung des Salzgehaltes in dieser Zeit.

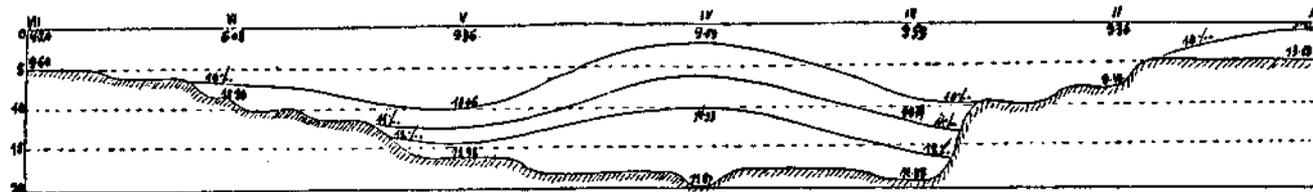


Fig. 4. — Salzgehalt am 14. III. 1933.

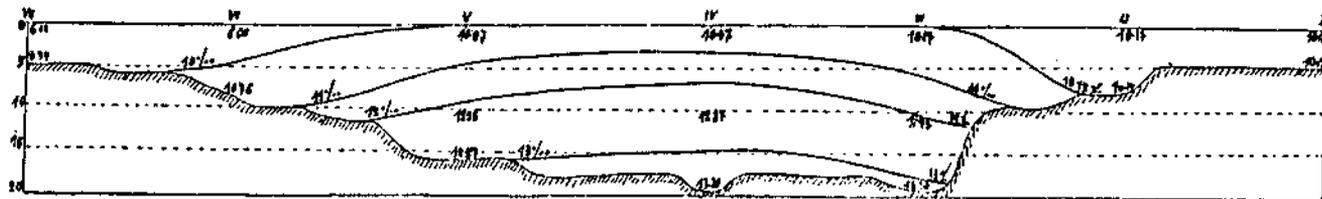


Fig. 5. — Salzgehalt am 19. V. 1933.

Der Zufluss der Frühlingswässer in den See erfolgt ausser durch den Kanal vom Gebedje-See hauptsächlich noch durch zwei Stellen: bei der Station III — das Nordufer und bei Station V — das Nord- und Südufer. Die grosse Wassermenge und die Steilheit des Geländes hier sind die wahrscheinliche Ursache für die Kupellage der Isohalinlinien während des Frühlings. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass auch die Erhöhung der unterirdischen Wasserspiegel, sowie die Süsswasserquellen, welche sich in dem See selbst befinden können, verantwortlich davon sind.

Bei ruhigem Wetter, wenn die Starken Ost- und Nord-ostwinde fehlen, besteht im See eine gut nachweisbare konstante horizontale Strömung in der Richtung West-Ost. Sie berührt wahrscheinlich nur die Wasserschichten an der Oberfläche, doch ist sie noch nicht genau studiert worden. Bei starken Ost- und Nordost-Winden verläuft die Strömung in umgekehrter Richtung (Ost-West). Bei schwächeren Winden derselben Richtung beobachtet man bei Station II: an der Oberfläche eine Strömung vom See zum Meer, auf dem Grund aber umgekehrt — vom Meer zum See. Beim letzten Fall stellt man einen beträchtlichen Unterschied im Salzgehalt der Grund- und Oberflächenwässer fest (siehe 11. XI). Welche Tiefen berührt diese Strömung und wie weit im Innere des Sees sie zu verspüren ist, ist bisher noch nicht untersucht worden.

Schwefelwasserstoff.

In den Tiefen des zentralen Teiles des Sees ist zu allen Zeiten Schwefelwasserstoff festzustellen. Nicht nur der Bodenschlamm, der hier in sehr grossen Massen anzutreffen ist, sondern auch das Wasser aus Tiefen grösser als 15 m. verrät immer die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff durch seinen eigentümlichen Geruch.

Durch die gemachten Untersuchungen wird festgestellt dass das Gehalt an Schwefelwasserstoff in einer bestimmten Tiefe nicht dasselbe ist zu jeder Zeit. In der Zeit, in der unsere Untersuchungen stattfanden, konnten wir folgende Schwankungen beobachten: in dem Grundwasser von 0.00408 (Oktober und November), bis 0.00102 (April); in den Wasserschichten auf 15 m. Tiefe von 0.00442 (Oktober) bis 0.00068 (Februar); in 10 m. tiefen Schichten zwischen 0.00136 (März) und 0 (Oktober und November). Die Schwankungen bei den einzelnen Stationen sind aber nicht gleich. Während auf dem Grund bei St. III die Schwankungen zwischen 0.00068 (Februar) und 0.00442 (Oktober) und auf 10 m. Tiefe zwischen 0.00068 (März, April, Mai) und 0 (Oktober, November, Dezember) sind, haben wir bei Station V folgende Schwankungen: auf dem Grunde zwischen 0.00408

(Oktober) und 0.00102 (November und Mai) und in 10 m. Tiefe zwischen 0.00124 (März) und 0.00068 (Oktober, November, Dezember, April).

Das grösste Gehalt an Schwefelwasserstoff auf dem Grund 0.00408, und in 10 m. Tiefe 0.00068 finden wir in der Zeit des Sommer-Temperaturstagnation. Die Schwefelwasserstoff-Isolinien für diese Jahreszeit verlaufen parallel, aber gebogen gegen die Mitte des Sees (siehe Fig. 6). In der Zeit des Herbst-Temperaturausgleiches (Dezember) nimmt das Gehalt an Schwefelwasserstoff in Grundwasser bis auf 0.00238 gr. in L. ab. Die Abnahme setzt im Winter und Frühling fort um im Mai 0.00102 gr. zu erreichen.

Parallel mit der Abnahme des Schwefelwasserstoffgehaltes in dem Grundwasser beobachten wir eine Zunahme des Gehaltes an Schwefelwasserstoff in den oberer Wasserschichten z. B. in 10 m. bis 0.00136 (März).

Charakteristisch ist dabei die Kupellage der Schwefelwasserstoff-Isolinien im Sommer (siehe Fig. 7), welche wahrscheinlich mit denselben Ursachen welche die Kupellage auch der Isohalinien für dieselbe Zeitperiode bedingen, zusammenhängt.

Wir haben uns mit dem Ursprung des Schwefelwasserstoffes im Seewasser nicht befasst. Es ist aber klar, dass seine Bildung sowie seine Ständige Anwesenheit in den tiefen Wasserschichten mit dem Fehlen von ganzen senkrecht nach unten gerichteten Zirkulationen in der Zeit der Sommer-Temperaturstagnation einerseits und mit den Fehlen von horizontalen-Strömungen in den Tiefen- andererseits, in irgendeinen Zusammenhange stehen muss. Die Abnahme der Konzentrationen in den Tiefen und die Feststellung von Schwefelwasserstoff in der seichteren Wasserschichten in der Zeit des Herbst- und Frühlingstemperaturausgleiches lässt sich dadurch erklären, dass senkrechte und wahrscheinlich auch horizontale Strömungen auftreten. Die ersten muss man zugeben, da sonst der Temperaturausgleich nicht zu erklären wäre; die letzten stehen in engem Zusammenhang mit den Ost- und Nordost Stürmen im Meer zu dieser Jahreszeit.

Zur Bildung des Schwefelwasserstoffes im See trägt sicherlich auch die Lage des Kanals, der das Meer mit dem See verbindet bei, sowie auch der Unterschied zwischen seiner Tiefe (5 m.) und der Tiefe des zentralen Teiles des Sees (20 m.). Der seichte und Nord-Westwärtz gerichtete, sehr weit vom zentralen tiefen Teil des Sees gelegene Kanal spielt die Rolle einer Schwelle, welche die tiefen Seewässer vor horizontalen Bodenströmungen, welche durch die schwachen Sommer-Seewinden verursacht werden, schützt. Nur die starken Ost- und Nordost-Stürme (im Frühling und Herbst) sind im Stande, diese Schwelle zu überwinden und so frisches Meerwasser in den zentralen tiefen Teil des Sees hineinzutreiben.

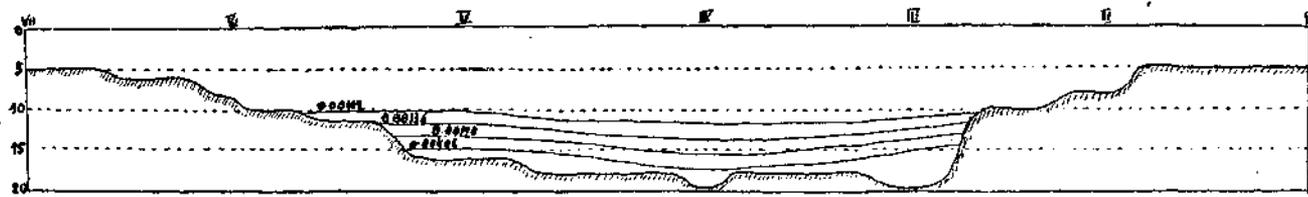


Fig. 6. — Schwefelwasserstoffgehalt am 15. X. 1932.

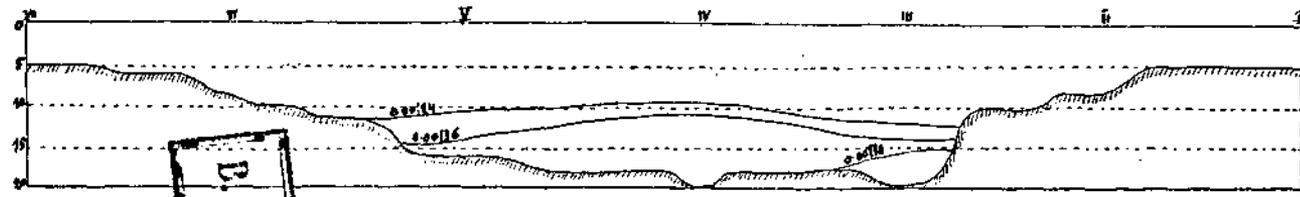


Fig. 7. — Schwefelwasserstoffgehalt am 14. III. 1933.

D. F. C. B.

Schlussfolgerung.

Die gemachten Untersuchungen über die Temperatur, das Salz- und Schwefelwasserstoffgehalt des Varnaer Sees, obwohl lückenhaft, lassen uns schliessen, dass er nach seinen hydrologischen Eigenschaften ein Schwarzes Meer in verkleinertem Massstabe darstellt. Die Erscheinungen, die aus der Hydrologie des Schwarzen Meeres bekannt sind, nämlich: starker Zufluss von kontinentalen Süsswasser in seinem nördlichen Teil und von Salzwasser im anderen Teil (von Marmara-Meer durch den Bosphorus); die starke Erwärmung des Oberflächenwassers im Sommer und Abkühlung bis zum Gefrieren im Winter; der nicht unbedeutende Unterschied zwischen Salzgehalt und Temperatur der Oberflächen und tiefen Wasserschichten sowie die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff in den Tiefen — all das finden wir im verkleinerten Massstabe in Varnaer See wieder. Die Ähnlichkeit zwischen diesen zwei Wasserbecken wird noch grösser, wenn man hervorhebt, das beim Varnaer See genau so wie bei dem Schwarzen Meer ein unverhältnissmässig grosser Unterschied in den tiefen des Kanales, der ihm den Zufluss von Salzwasser vermittelt (Bosphorus bzw. der Kanal zwischen dem Varnaer Golf und dem Varnaer See); dieser Kanal spielt die Rolle einer Schwelle, die die Bildung von tiefen horizontalen Strömungen verhindert. Im Wege der Analogie kann man voraussetzen, dass die Bildung von Schwefelwasserstoff im Varnaer See denselben Ursachen zuzuschreiben ist, welche auch für das Schwarze Meer zu vermuten sind. Die Bestätigung dieser Vermutungen bleibt aber künftigen Vorschungen vorbehalten.

BEITRAG ZUR MORPHOLOGIE UND BIOLOGIE VON BOTHUS MAEOTICUS, PALL.

von G. W. PASPALEFF.

Die Art *Bothus maeoticus*, Pall, ist zum ersten Mal im Jahre 1831 von P. Pallas als *Pleuronectes maeoticus* beschrieben worden. Diese erste Beschreibung enthält einige Angaben über die morphologischen Merkmale der erwachsenen Exemplare, maximale Abmessungen und Gewichte, welche vom Autor festgestellt wurden, sowie auch allgemeine Daten über die Verbreitung der Art im Asowschen und Schwarzen Meer. Als günstigste Fangplätze bezeichnet P. Pallas die Buchten und Mündungen der Flüsse des Asowschen Meeres. Im Schwarzen Meere aber befindet sich dieser Art nur an rein sandigen und seichten Küstenstrichen. Nach P. Pallas: D — 62; A — 46; C — 17; Bauchflossen haben eine 6, und die andere — 5 unverzweigte Flossenstrahlen.

Rathke (2) bestätigt im Jahre 1837 die Beschreibung von P. Pallas und ergänzt nur einige kleine Einzelheiten.

Nordmann (3) zählt diese Art zur Cuvier'sche Gatung *Rhombus* und deutet auf die Variation der Flossenstrahlen hin: D — 61—65; V — 6; C — 17—18; P — 11; A — 45—57.

Karagin (4) gibt im Jahre 1913 eine populäre Beschreibung der Exemplare die bei der türkischen Küste gefangen worden sind zusammen mit den statistischen Angaben der Fänge, welche auf den Fischmarkt in Konstantinopel kommen. Seine Angaben über die Zahl der Flossenstrahlen unterscheiden sich von denjenigen die P. Pallas angibt. Karagin gibt fixierte Zahlen: D — 67; A — 46, P. — 10.

Laut den älteren und neueren russischen Beschreibungen und Bestimmungen (5, 6, 7) wird die Art zu der Gatung *Bothus*, Gottsche gezählt, in den sie die anfänglichen morphologischen Angaben beibehält. Es sind nur genau die grösseren Variationsgrenzen der Flossenstrahlen festgelegt: D—60—68; A—45—50; und die Seitenlinie 85—86.

Über die Biologie der Art existieren sehr karge Angaben. Es ist nur bekannt, dass Massenfänge mit der Annäherung zur Küste im Frühjahr zusammenhängen und dass die Abwanderung aus den Tiefen in die flachen Küstengewässer mit dem Fortpflanzungstrieb verbunden ist (8). Ferner ist bekannt, dass die

jungeren Exemplare sich in den flachen Küstengewässern aufhalten wohingegen die älteren — grössere Tiefen bevorzugen.

In der älteren sowie neueren Literatur über die Fauna des Schwarzen Meeres (9, 10, 11) konnte ich keine Arbeit finden, welche erschöpfend die Biologie der *B. m.* behandelt hätte.

Der Frühlingsfang von *B. m.* nimmt in der Varnaer Fischerei einen der ersten Plätze ein und wäre daher eine genauere Feststellung der Biologie von grossem Werte.

Material.

Alle zur Untersuchung gelangten Exemplare entstammten der Bucht von Varna, sowie den umliegenden Küstengewässern. Das Untersuchungsmaterial habe ich zu verschiedenen Zeiten wie folgt erhalten:

1. Von Fischern welche mit Zugnetzen im Sommer und Herbst die flachen Gewässer der Bucht und das Varnaer See befischen.

2. Aus den Probefänge mit den Bodenschleppnetz zu verschiedene Jahreszeiten. Diese Probefänge wurden auf Muschelbänken, welche in der Nähe der Küste (25—30 Tiefe) sich befinden, vorgenommen.

3. Von Fischern, welche zu jeder Jahreszeit in den steinigen Küstenstrichen mit Legtangeln arbeiten.

4. Vom Fischmarkt, wo im Frühjahr erwachsene leichreife, sowie schon abgeleichte Exemplare im Massen angeboten werden. Die Fangplätze befinden sich ca 15—20 Seemeilen von der Küste und wird der Fang mit vertikalen Bodenstellnetzen betrieben.

Morphologie.

1. **Körperform.** Der Körper ist rhombisch, und die Auflageseite ist mit sehr seltenen Ausnahmen, immer rechts. Bei jungen Exemplaren ist das Verhältnis zwischen der Länge und der Breite (ohne den Flossen gemessen) 3:2, bei mittleren (III—V Altersgruppe) 4:3, bei den grössten 6:5. Bei den jüngeren Altersstufen unterscheidet sich die Körperform der Geschlechter in nichts, wohingegen bei den älteren Altersstufen die weiblichen Exemplare eine längere Körperform als die männlichen haben.

2. **Färbung.** Die linke (obere) Seite ist immer pigmentiert. Als sehr seltene Ausnahme habe ich bei meinen zweijährigen Untersuchungen nur ein einziges Exemplar ohne jegliche Pigmentierung vorgefunden. Die Färbung der jüngeren Altersstufen, welche die flachen Küstengewässern bewohnen ist im allgemeinen hell: sandfarbig-gelb mit unregelmässig verstreuten runden weis-

sen, braunen und schwarzen Flecken, welche gleichmässig auf dem Körper und den Flossen verteilt sind. Bei der Basis der linken Brustflosse befindet sich bei jüngeren Exemplaren immer ein grösserer weisser Fleck, welcher mit dem Fortschreiten des Alters verschwindet. Die Färbung der älteren Exemplare, welche die tieferen Gewässer mit schlammigen Boden bewohnen, ist fast stets hell bis dunkelbraun — ins schwarze spielend. Die Flecken sind gewöhnlich in etwa verdunkelt, d. h. undeutlich erkennbar. Die Färbung der jüngeren, sowie der älteren Exemplare variiert je nach der Farbe des Bodens. So kann man im Aquarium bei entsprechenden Bedingungen bei jüngeren Exemplaren eine dunklere Färbung und bei älteren eine hellere erzielen.

Die rechte (untere) Seite ist gewöhnlich pigmentlos—weiss mit einem schwach bläulichen Schimmer bei jüngeren und mit einem gelben bei älteren Exemplaren. Nicht selten gibt es Ausnahmen, bei welchen die rechte Seite, teilweise oder auch ganz, genau wie die linke gefärbt ist.

Die Färbung der Flossen der linken und rechten Seiten stimmen mit derjenigen der entsprechenden Körperseite überein.

3. Dornigeverknöcherungen. Zu beiden Seiten des Körpers finden wir dornige Verknöcherungen („Steine“), welche gewöhnlich die linke Seite stärker bedecken und dabei besser entwickelt sind als auf der rechten Seite. Ihre Breite und Höhe kann verschieden sein aber gewöhnlich entspricht ihr Basendurchmesser dem Durchmesser der Augenhöhle. Die Höhe der Verknöcherungen ist gewöhnlich auf der linken Seite entschieden grösser als auf der rechten. Dieser Umstand dürfte darauf zurückzuführen sein dass die Verknöcherungen der rechten Aufliegeseite durch das ständige Scheuern auf hartem Sandgrund abgenützt werden. Diese Annahme dürfte dadurch bestätigt werden, dass Exemplare, welche sich auf weichem Schlamm Boden (Varnaer See) längere Zeit befanden, auf beiden Körperseiten gleich hohe Verknöcherungen tragen.

Die Verknöcherungen fehlen vollständig auf den Flossen und fast immer auf der Seitenlinie (Ausnahmen vorgefunden). Die Färbung der Verknöcherungen stimmt mit der Färbung derjenigen, Körperseite überein, auf welche sie sich befinden.

5. Beschuppung. Zwischen den Verknöcherungen befinden sich beidseitig kleine schwach entwickelte Schuppen. Dabei steht die Frage offen ob diese schwache Schuppenentwicklung auf eine Vor- oder Rückbildung beruht.

6. Flossen. Die Rückenflosse nimmt ihre Anfang etwa vor dem rechten Auge und zieht sich über die ganze Rückenlinie fort, wobei nur die kurze Schwanzwurzel frei bleibt. Die Zahl der Strahlen variiert zwischen 60 und 68, wobei ich am häufigs-

ten die Zahl 64 feststellen konnte. Die grösste Breite ber Rückenflosse, welche durch die längste Flossenstrahle gehalten wird, befinden sich ca. in der Mitte des Körpers.

Die Schwanzflosse hat eine abgerundete fächerähnliche Form. Die Strahlen der Schwanzflosse variieren selten, für gewöhnlich gibt es 17—18 Strahlen, welche sich meistens verzweigen.

Die Afterflosse nimmt ihren Anfang beim After und zieht sich bis zur Schwanzwurzel hin. Die grösste Breite befindet sich ca in der Körpermitte woselbst auch der längste Flossenstrahl ist. Die Anzahl der Strahlen variiert zwischen 45—50. Die am häufigsten von mir festgestellte Anzahl betrug 46.

Die Bauchflossen befinden sich unmittelbar einen bei ander zwischen den Kiemendeckel und der Afteröffnung. Dieselben besitzen 6 dicke, unverzweigte und an der Basis nicht verbundene Strahlen.

Die Brustflossen haben gewöhnlich 16 Strahlen. In der linken Brustflosse sind die Strahlen zum Teil verzweigt in der rechten aber — alle unverzweigt.

Maul. Der Oberkiefer steht etwas über bzw. vor dem Unterkiefer. Die Hautfalten, welche die beiden Kiefern verbinden gestatten ein weites Öffnen des Mauls in der Richtung nach vorn und nach oben. Auf den Mandibulare und Maxilare befinden sich viele kleine und nach hinten abgobogenen scharfe Zähne.

Augen. Die Augen befinden sich auf eine Linie nahe bei einander auf der linken Körperseite. Die Iris der Augen ist semilunär, goldfarblich. Die Augen besitzen einen pigmentierten abgerundeten Hautdeckel, welcher teilweise dieselben bedeckt. Der Letztere befindet sich am oberen Teil des Auges und stellt eine Verlängerung der Haut dar. Die Farbe des Augendeckels stimmt mit der Hautfarbe überein.

Die Nasenöffnungen sind paarig. Auf der linke Seite sind sie vollkommen offen, auf der rechten aber ist das eine Nasenloch mit eine Hautfalte, das andere mit einem Deckel bedeckt.

Die Seitenlinie nimmt ihren Anfang bei der Kiemenöffnung und zieht sich, im scharfen Bogen zur Rückenflosse hin, wonach sie fast geradelinig zur Schwanzwurzel verläuft. Der Bogen nimmt gewöhnlich $\frac{1}{3}$ der Entfernung von der Kiemenöffnung bis zur Schwanzwurzel ein.

Die maximalen Grössenabmessungen welche sich im Laufe meiner zweijährigen Untersuchungen feststellen konnte betragen: Länge, inclusive der Schwanzflosse 75 cm., ohne der letzteren

— 62; Breite — inclusive Rücken und Bauchflossen — 62; ohne dieser — 49. Gewicht — 8·600 kgr. ♀. Nach der Fischerangaben fängt man, wenn auch selten Exemplare, welche ein Gewichte — bis zu 12 kgr. zeigen.

Vorkommen.

Bothus maeoticus Pall. wird in den Küstengewässern der Varnaer Bucht, sowie im offenen Meere bis zu einer Tiefe von 65—70 M. angetroffen (12). In der flachen sandigen Küstenzonen kommen gewöhnlich nur jüngere Altersstufen vor (0—IV Gruppe). äusserst selten werden hier im Frühjahr Exemplare der V Altersstufe oder grössere angetroffen. Die steinigten Küstenstriche werden von denselben Altersstufe bewohnt. Der Fang in der Küstenzone (Zugnetz, Legtangeln und Stechgabeln) erstreckt sich von frühem Frühjahr (III) bis zum späten Herbst (XII), jedoch ist er in der Quantität gering. In den Herbstmonaten mancher Jahre wird jedoch in verhältnismässig grosseren Mengen die Altersstufen I—III gefangen. Z. B. betrug das Fangresultat im Herbst 1933 ca 6,165 kgr., was bei dem Einzelgewicht der genannten Altersgrössen (15—60 gr.) auf ungeheure Mengen schliessen lässt. Im Spätherbst und am Anfang des Winters werden dieselben Altersstufen mit dem Bodenschleppnetz auf den Bodenmuschelbänken der Küstengewässer erbeutet. Auf alle Fälle sind die sandigen Küstenstellen auch dann nicht gänzlich entblösst von ihnen.

Im Sommer werden Exemplare, welche zur Altersstufe V und ältere gehören auf den Muschelbänken und sandigen Stellen (Tiefe 25—40 M) mit dem Bodenschleppnetz eingeholt. Es scheint, dass die eben erwähnten Altersstufen bis zum spätherbst (XI—XII) auf denselben Stellen noch anzutreffen sind. Dieser Umstand wurde durch die Probefänge mit dem Bodenschleppnetz des Holändischen Fischkutters „Kniker“ im Jahre 1927 festgestellt (12). Wie sie sich in der Winterperiode verhalten — ob sie in tiefere Gewässer abwandern oder ob sie an bestimmten Stellen eng gruppiert überwintern kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden. Die von mir während der Wintermonaten unternommenen 10 Probefängen mit dem Bodenschleppnetz verliefen fast resultatlos.

Im Frühling setzt eine massenhafte Zuwanderung der leichreifen Altersstufen zu den flacheren Küstenstrichen ein. Diese Annäherung zur Küste geschieht nicht wahllos überall sondern findet nur dort statt wo sich entsprechende hydrographische und Bodenverhältnisse für Leichplätze vorfinden. Die Annäherung zur Küste setzt sich bis zum Juni, vielleicht auf später fort. Eine genaue Feststellung des Wanderungszeitraumes konnte ich nicht vornehmen da schon Anfangs Juli die Varnaer Fischer den Fang von *Bothus maeoticus* einstellen. Dieses Aufhören des

Fanges steht im engen Zusammenhang mit dem gewöhnlichen Preissnachlass in den heissen Sommermonaten der Ware und verlieren somit die Fischer jegliches Interesse am Fang. Spezielle Probefänge in dieser Hinsicht sind nicht unternommen worden.

Nach Erledigung des Leichgeschäftes zerstreuen sich die geschlechter auf umliegende Muschelbänke, wobei sie sogar auf bis in die nächste Küstennähe kommen.

Verhalten gegen dem Salzgehalt und Temperatur des Wassers.

Aus den von mir gemachten Beobachtungen konnte ich feststellen, dass die jüngeren Alterstufen von *B. m.* ausserst euritherme Tiere sind. In den flachen Küstengewässer werden Exemplare im Sommer bei 26 C Wassertemperatur und im Winter bei 1—0o C vorgefunden. Aufgestellte Versuche erwiesen es, dass die Fische sogar ein Erfrieren ertragen können.

Im Bezug den Aenderung des Salzgehaltes kann *B. m.* auch sehr grosse Schwankungen überstehen. Im Brackwasser Varnaer Sees bei einem Salzgehalt des Bodenwassers vom 6‰ wird *B. m.* gefangen. Erwachsene Exemplare welche im Frühling in Tiefen von 60—70 Meter gefangen werden ertragen dortselbst eine Salzgehalt von 18—19‰.

Leichzeit und biologische Minimalmass.

In Anbetracht der Leichperiode ist *Bothus maeoticus* ein Sommerleicher. Die Leichperiode fällt in die Monate April bis Juni, vielleicht sogar in spätere. Gewöhnlich erscheinen die ersten vollkommen leichreifen Exemplare Mitte April. Wann aber das Leichgeschäft endgültig aufhört konnte ich nicht feststellen, da wie gesagt, die Fischer den Fang aus geschäftlichen Rücksichten Ende Juni einstellen und werden bis zum letzten Tagen der Fangperiode noch nicht abgeleichte Fische erbeutet.

Der Zeitraum des Heranreifens der Geschlechter differiert ein bis zwei Jahre. Gut ausgewachsene männliche Exemplare werden gewöhnlich am Ende des 5 Jahres geschlechtsreif. Der kleinste geschlechtsreife männliche Fisch, welchen ich bei meinen Untersuchungen angetroffen habe besass eine Länge von 34 cm. und wog 700 gr. Die Leichreife der weiblichen Exemplare tritt gewöhnlich erst bei Vollendung der 6 oder 7 Jahres ein. Das biologische Minimalmass, welches ich bei weiblichen Individuen feststellen könnte betrug: 40 cm. Länge, bei einen Gewicht von 1,200 gr.

Das Ableichen der weiblichen Exemplare vollzieht sich nicht auf einem Mal sondern wird in Abständen vollgezogen. Während der ganzen Frühjahrsfangzeit findet man Weibchen sowie mit stutzendvolle Ovarien, als solche die zum Teil schon den Leich abgelegt haben. Überhaupt tritt die Leichreife in sehr verschiedenem Zeitraum ein.

Das Zahlenverhältniss zwischen den Geschlechtern.

Die Feststellung des Geschlechter nach der Lage der Geschlechtsdrüsen wie bei allen Plattfischen ist mit keine Schwierigkeiten verknüpft.

Das Zahlenverhältniss der Geschlechter der verschiedenen Alterstufen ist nicht dasselbe. Bis zur II Alterstufe überwiegen die Männlichen, bei den älteren gleichen sich die Geschlechtern aus. Hierbei besitzen wir genaue Angaben nur über die jüngeren Altersstufen.

Vor den vorgenommenen Untersuchungen verschiedene Fänge zu verschiedenen Jahreszeiten konnte ich feststellen, dass bei Individuen von O—I Gruppe die Männliche 65% und die Weibliche 35% ans machten. Bei Individuen vom III—V Gruppe — 55% ♂ und 45% ♀.

Die Feststellung des Zahlenverhältnisses den Geschlechter älteren Exemplaren wird erschwert durch den Umstand, dass der Fang fast ausschliesslich auf dem offene Meere vor sich geht und der Markt Fische männlicher Geschlechts vorzuzt, wodurch die Fischer sich stets bemühen möglichs viele männliche Individien zu fangen. Laut Aussage der Fischer (unkontrolliert) werden sie in der Lage nach dem ersten Probefang die Fangplätze so zu wählen dass sie vorwiegend nur weibliche oder männliche Exemplare fangen können. Es scheint, dass die leichreifen Weibchen von **B. m.** beim Zuge zu den Leichplätzen vorne Weg ziehen, die Männlichen ihnen eine gewisse Entfernung folgen. Dieses Nützen die Fischer aus in dem wenn sie beim ersten Fang mit den Bodenstellnetzen vorwiegend weibliche Exemplare fangen, dass sie die Nätze in weiterer Entfernung von Ufer und grösserer Tiefe aufstellen. An diesen Stellen, behaupten die Fischern vorwiegend männliche Exemplare erbeuten. Selbstredend ist es schwer die Richtigkeit dieser Behauptungen nachzuprüfen, immerhin ist das Resultat einiger Fänge interessant. Am 4. V. 1933. haben Fischer 180 Ex. gefangen; von diesen waren 50 ♂ u. 130 ♀. Bei den nachfolgenden Fang holten dieselben Fischer 350 Stück, von denen 250 ♂ u 100 ♀. Andere Fischer am 10. V. 1933 brachten 250 Ex. von denen 93 ♂ u 157 ♀; beim nachfolgenden Fang erbeuten dieselben Fischer 255 Stück von denen 206 ♂ u 49 ♀. Es sind auch Fälle vorgekommen, wo der ge-

sammte Fang fast ausschliesslich nur aus einen Geschlecht bestand. Wie z. B. am 6. VI. 1933 fingen Fischer 142 ♂ und nur 4 ♀.

Von den im ganzen geprüfem 1650 Exemplare während der Fangperiode 1933 waren 60% männlichen und 40% weiblichen Geschlechts. Die Prüfung während der Fangperiode 1934 — welche sich auf 2662 Exemplaren erstreckte ergab: 54% ♂ u 46% ♀.

Eiern. Unbefruchtete Eier von *Bothus maeoticus* sind vollkommen farblos und durchsichtig — Die Eidotter ist gleichmässig in ihnen im Form kleiner Körnchen verteilt. Der Nucleus und Nueleolus sind bei grünstiger Beleuchtung deutlich erkennbar. Die Eier besitzen einen (höchstens bis 2) Fettröpfchen, welche gleichfalls farblos und durchsichtig ist. Der Durchmesser der Eiern beträgt 1.10—1.25 mm. und der Durchmesser des Nucleus — 5—6 μ . Das Fettröpfchen, wenn nur eines vorhanden ist, hat 0.15—0.20 mm.; sind es aber zwei, so hat jedes 0.10—0.15 mm. Frisch abgeleichte Eier fallen bei einem Salzgehalt vom 13‰ auf den Boden des Gefässes, bei 20‰ aber schwimmen sie auf der Oberfläche. Bei einem Salzgehalt von 16‰ befinden sie sich frei schwimmend im Wasser. Künstlich befruchtete Eier verhalten sich bei einem Salzgehalt 16‰ normal. Bei einer Wassertemperatur von 17° C beobachtet man nach 5 Studen 16 bis 32 Zellstadien.

Die Anzahl der Eier welche ein Weibchen hat steht in engen Zusammenhang mit der Altersstufe und Grösse des Exemplares. Aus den vorgenommenen vielfachen Messungen konnte ich feststellen, dass die Eierstocke bei voller Entwicklung ca $\frac{1}{6}$ des Körpergesammtgewichtes ausmachen. Die grösste Eiermenge welche ich messen konnte wog 1,400 kgr. und entstammte einem 15 jährigen Individuum von 8.300 kgr. Gewicht.

Das Gewicht der noch nicht ganz reifen Eiern entspricht im Gram ausgedrückt ihrem Volumen in ccm. Bei derartigen Eiern gehen auf 0.1 cm.³ ca 50 Stück. Das Volumen der abgeleichten Eier beträgt das doppelte ihres Gewichtes.

Leichplätze. Wie schon angeführt basiert der Massenfang im Frühjahr auf der biologischen Eigenart der *B. m.*, dass sie zum Ableichen die tieferen Überwinterungsstellen verlässt und flächere Küstengewässer an bestimmten Stellen aufsucht. Der Fang ist nicht an jeder beliebigen Stelle erfolgreich was deutlich darauf hinweis, dass die Züge der *B. m.* gewisse Richtungen und Gegenden bevorzugen. Diese Plätze haben die Fischer durch praktische Versuche ungefähr festgestellt und können nur dort auf erfolgreichen Fang rechnen. Es scheint, dass man diese Plätze als Leichplätze qualifizieren kann.

In Frühjahr des Jahres 1933 u. 1934 begleitete ich zwei Mal die Fischer zum Fange der *B. m.* und stellte fest, dass dieser Fangplatz ca 15 Seemeilen S. Ost von Varna und 15 Meilen von der Küste entfernt liegt. In diesem Rajon fang ich das erste Mal eine Wassertiefe von 35—40 μ . vor, das zweite Mal eine solche von 45—50 μ . Die Oberflächentemperatur betrug dasselbst 16° C, die Bodentemperatur dagegen betrug 14°. Der Salzgehalt an der Oberfläche 14·8‰ und am Boden — 15·8‰. Bei einem Probezug mit dem Bodenschleppnetz erwies es sich, dass der Boden mit *Mytilus*bänke bedeckt war. Es wurden folgenden Arten herausgeholt: *Mytilus edulis*, var. *galloprovincialis*, Lam., *Calyptrea chinensis*, Desch., *Cylista viduata*, P. Wright, *Balanus imповisus*, Darw., *Grangon vulgaris*, var. *maculosus*, R., *Portunus holsatus*, Fabr., *Bothus maeoticus*, Pall., *Gadus euxinus*, Nordm., *Atherina pontica*, Eichwald., Zwei *Gobius*-Arten, *Blenius tentacularis*, Brunn., *Trachinus draco*, L., *Motella tricirrata*, P.

Mit dem Planktonnetz konnte ich an der Oberfläche kein einziges Ei der *B. m.* fangen. Dies ist erklärlich, wenn man das spezifische Gewicht der befruchteten Eier, welches identisch mit dem des Wassers mit einem Salzgehalt 16‰ ist, berücksichtigt.

Das Fehlen eines Planktonnetzes zum Fischen in der Tiefe setzte mich aus der Stand das Vorkommen von Eiern in tieferen Schichten festzustellen.

Den Salzgehalt des Wassers in betracht ziehen, von welchen die Entwicklung der Plattfischarten so abhängig ist, kommen wir zum Schluss dass der bestimmende Faktor der Leichplätze für *B. m.* nicht nur in der Bodenformation und Tiefe zu suchen ist, sondern viel mehr vom Salzgehalt beeinflusst wird.

Ernährung. Die Ernährungsweise der *B. m.* ist nach Beendigung der Metamorphose im ganzen rauberisch. Schwimmende Beute wird am Boden durch blitzschnelles Hinschiessen und Öffnen des grossen Maules gefangen. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass zur Nahrung kriechende oder befestigte Bewohner des Meeresbodens dienen. Eine derartige Ernährungsweise wird auch durch die Beobachtungen im Aquarium und Magenfundes wie Reste von kleinen Muscheln, Aktinien Steinchen usw. bestätigt. Das Öffnen des Maules und Hineinsaugen der Beute erfolgt mit grosser Kraft, so dass die Nahrung fast direkt in den Magen befördert wird. Diese energische Nahrungsaufnahme gibt der *B. m.* die Möglichkeit sogar verhältnissmässig sehr grosse Beutetiere zu verschlucken. Z. B. hatte ein Exemplar von 10 cm. Länge einen *Encaulus encrasiholus*, L. von 7 cm. Länge verschluckt.

Die Nahrungsaufnahme erfolgt meistens am Tage, da Exemplare welche früh morgens gefangen waren einen völlig leeren Magen hatten.

Bothus maeoticus ist im ganzen gierig und nimmt sie daher nicht nur grössere Beute gerne, sondern wie aus allen zu ersehen ist frisst sie im Verhältniss zu ihren Körpergewicht erhebliche Nahrungsmengen. Hinsichtlich der unwählerischen Nahrungsaufnahme zeigt sich die Gierigkeit der *B. m.* noch deutlicher. Man kann ein deutlichen Unterschied in der Nahrung der jüngeren Exemplare gegenüber der Aelteren feststellen. Dieser Unterschied steht aber sicher in Verbindung mit den Verschiedenheit des Aufenthaltsortes der diversen Alterstufen. Im Magen der Jungeren finden wir vorwiegend Organismen, welche die seichteren Küstengewässern bevölkern, wohingegen bei den älteren charakteristischen Formen der tieferen Wasserschichten vorkommen. Bei den von mir vorgenommenen Untersuchungen des Mageninhaltes habe ich folgende Organismen festgestellt: Bei Individuen von O bis IV Gruppe: *Idothea baltica*, Desm., *Gammarus marinus*, Leach, *Gammarus locusta*, Fabr., *Grangon vulgaris*, var. *maculosus*, Ratcke *Gebia lithoralis*, Desm., *Portunus holsatus*, Fabr., *Diogenes varians*, Costa, *Carcinus maenas*, Leach, *Xantho rivolosus*, Risso, *Pilumnus hirtelus*, Leach *Nereis diversicolor*, kleine *Mytilus galloprovincialis*, L., *Mitilus minimus*, Poli, *Cardium edule*, *Tellina donacina*, L., *Nassa reticulata*, L., junge *Gobius* Arten, junge *Salea nasuta*, L., *Callyonimus festivus*, Pall., *Encraulus encrasicolus*, L. — Bei den übrigen Altersgruppe wurden hauptsächlich grosse Crustacea und Fische gefunden: *Gobius* Arten, *Atherina pontica*, *Mullus barbatus*, *Gadus euxinus*, *Scomber scomber*, *Trachurus trachurus*, *Ophidium barbatum*, *Blenius tentacularis*.

Altersbestimmung. Zur Bestimmung des Alters benutzte ich die Ablagerungen der Kiemendeckelknochen und der Otoliten. Das Herausnehmen der Otoliten machte keine Schwierigkeiten. Durch einen Querschnitt, welcher hart an *Praeoperculum* vorbeiführt und die Wirbelsäule durchschneidet gelangt man leicht zu den Gehirnhöhlen. Mit eine Pinsette können dann die Otoliten herausgenommen werden. Die Otoliten selbst sind elliptisch, mit gezähnten Rändern. Bei den jüngeren Exemplaren ist die Form vollkommen beibehalten wobei die Ablagerungen regelmässig elliptisch sind. Die Otoliten der älteren Altersstufen sind unregelmässig in der Form und kommen häufig Sprünge vor, desgleichen sind auch die Kalkablagerungen unregelmässig. Die Ablagerungen der Otoliten sind bei schwache Vergrösserung

deutlich erkennbar, es genügt den, dass den Otoliten gut gesäubert und auf eine schwarze Unterlage getan werden. In der Mitte des Otoliten befindet sich ein weisser undurchsichtiger Kern um welchen herum die Ablagerungen in regelmässig hellen und dunkleren Schichten sich anlegen. Bei verschiedene Individuen ist der Kern nicht gleich gross und auch nicht gleich kompakt in der Masse. Der Kern der Otoliten bildet sich in der ersten Wachstumsperiode. Öfter kann man ihn kaum von der nachfolgenden Ablagerungen unterscheiden. Gewöhnlich sind die beiden Otoliten eines Individuums vollkommen gleich in der Form, Grösse und Ablagerungen. Ausnahmsweise können sie aber auch verschieden sein.

In Winter gefangene Exemplare besaßen Otoliten, welche an der Peripherie eine durchsichtige Ablagerungszone hatten; die im Sommer und Herbst gefangenen — eine weisse, undurchsichtige. Man findet jedoch, wenn auch selten Ausnahmen.

Die Einteilung in Altersstufen der untersuchten Exemplare ist auf Grund der Otolitenablagerungen recht einfach. Nur ist zu beachten, dass die genauen Ablagerungen sich bei jungen Exemplaren klar vorfindet. Bei älteren jedoch werden die Ablagerungen undeutlicher und ist eine Altersbestimmung vorsichtig vorzunehmen. Es gibt auch Fälle, wo die Otoliten nicht regelmässig Sommer und Winter ablagerungen zeigen.

Zum Vergleich und zur Korrektur der Altersbestimmungsergebnisse auf Grund der Otolitenablagerungen wurden auch Untersuchungen über die Ablagerungen dem Kiemendeckelknochen vorgenommen. Zum Zwecke der Untersuchung wurden die Knochen in gut abgekochten Zustand gereinigt und geputzt. Die Reinigung erfolgte zuerst auf mechanische Wege, sodann folgte gründliches Abwaschen mit Wasser und in einigen Fällen wurde eine Fettentziehung durch Xylol durchgeführt. Bei derartig vorbereiteten Kiemendeckelknochen zeigten sich die jährliche Ablagerungen am besten auf Interoperculare der linken Seite. Dieser Knochen ist dünn und es gibt auf ihm zweierlei Ablagerungen: die eine aus eine weicheren mehr durchsichtigeren, die andere aus dichterem, härteren und undurchsichtiger Substanz. Die harte Substanz bildet gewöhnlich weisse Linien und vorspringende Rippen, welche besonders gut auf bestimmten Richtungen ausgebildet sind.

In vielen Fällen erwies die Untersuchung der Ablagerungen auf den Interoperculare die undeutliche Ablagerungszonen der Otoliten. Bei einem höheren Alter wie 10 Jahre war zur Altersbestimmung die Untersuchung der Kiemendeckelablagerungen im Vergleich zu den Ablagerungen der Otoliten direkt erforderlich

Über das Wachstum der *Bothus maeoticus*, Pall.

a) Der Längenzuwachs der Individuens aus der O Gruppe, also solche die nach der Metamorphose ein Wachstumsperiod durchgelebt haben, schwankt zwischen 3—10 cm. (inclusive der Schwanzflosse gemessen). Die kleinsten von mir untersuchten Exemplare besaßen von 3 cm. Länge u. 2 cm. Breite. So kleine Exemplare werden in den Monaten August bis September in den seichten sandigen Gewässer in äusserste Nähe der Bucht-küste gefangen. Später (XI—III) an der gleichen Ortlichkeit, nur in eines Tiefe bis 5 Meter kommen Exemplare von ca 8 cm. Länge vor. Die grossen Schwankungen in der Abmessungen der obengenannten, sowie der nachfolgenden Gruppe hängt sehr nicht nur von dem individualen Wachstum, sondern auch von dem Umstande ab, dass die Leichperiode der *B. m.* sich über 3 Monate, vielleicht sogar längere Zeit erstreckt; somit die früher entwickelte Brut die Möglichkeit hat viel stärkere heranzuwachsen. Die Wachstumsperiode erstreckt sich auch auf den Spätherbst und Wintermonate was man aus der, wenn auch nur geringen, Grössenzunahme der in März gefangenen Exemplare schliessen kann. Die mittlere Grösse der im September gefangenen Exemplare beträgt ca 5.0 cm., im November — 6.5 cm. und im Märzmonat — 7.0 cm. Einen Grössenunterschied zwischen den männlichen und weiblichen Individuen dieser Gruppe lässt sich nicht feststellen. Es muss aber unterstrichen werden, dass die Mehrzahl der zur Untersuchung gelangten Exemplare dieser Gruppe männlichen Geschlecht haben. Auf Tabelle I werden genaue Grössenangaben über die in den Monaten IX, XI, III — gefangene Exemplare gegeben.

Bei den Exemplaren der I Gruppe findet sich dieselbe Schwankung der Körpergrösse vor wie die bei der O Gruppe. Bei der I Gruppe besteigt die Minimalgrösse 9 cm., und die Maximalgrösse 12. Exemplare dieser Gruppe wurden nicht nur in der Küstenregion bei einer Wassertiefe von 1—5 Meter gefangen sondern fingen sich auch im Bodenschleppnetz, die auf Muschelbänken in eines Wassertiefe vor 20—30 Metern geschleppt ist. Es muss festgestellt werden, dass die mit dem Schleppnetz gefangenen Exemplare durchschnittlich im Wachstum hinter denjenigen derselben Altersstufe, welche in den flächeren Küstengewässern vorkomezurück geblieben waren. Auch bei dieser Gruppe überwog das männliche Geschlecht bei weitem das Weibliche. Ein Grössenunterschied der Geschlechter war noch nicht feststellbar. Die Mittleregrösse der im Monat September untersuchten Exemplare betrug 8.5—9.5 cm., im Monat November 9.0—9.5 cm. und im Monat März 10 cm. Das Verhältniss zwischen der mittleren Körpergrösse dieser Gruppe und der O Gruppe ergibt den jährlichen Zuwachs dieser Altersstufe. Auf der Tabelle II, sind die ausführlichen Grössenangaben über die zu verschiedenen Stellen der Bucht gefangenen Exemplare gegeben.

TABELLE I.
Größe von *Bothus maeoticus* aus der Varnaer Golf, die eine Wachstumsperiode nach der Metamorphose durchgelebt haben.

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m.	Fisch- gerät	M ä n c h e n						W e i b c h e n						Individen Anzahl Weibchen + Männchen								
				Länge in cm			Individen Anzahl	Durchsn. Länge in cm.	Mittlere Fehler	Länge in cm.			Individen Anzahl	Durchsn. Länge in cm.	Mittlere Fehler									
				3	4	5				6	7	8					9	10	3	4	5	6	7	8
16. IX. 1932	Seichte sandigen Ufergewässer des Golfes	0-1	Zugnetz.	5	18	14	13	5	1	—	56	50	± 0.15	2	9	4	3	1	—	19	46	± 0.13	75	
20. XI. 1933	.	0-3	.	—	2	10	30	14	7	—	63	70	± 0.09	—	14	11	4	2	1	1	33	6.4	± 0.39	126
15. III. 1934	.	0-5	.	—	—	7	14	16	5	3	45	7.5	± 0.14	—	1	10	7	6	4	1	29	7.0	± 0.43	74
	Im ganzen Individuen			5	18	16	30	49	31	12	3	164		2	10	28	21	11	6	2	1	81		245

TABELLE II.

Grösse von *Bothus maeoticus* der I. Altersgruppe.

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m.	Fisch- gerät	M ä n c h e n									W e i b c h e n									Im ganzen ♂ + ♀											
				Länge in cm.											Länge in cm.																		
				7	8	9	10	11	12	13	14	15	Individuen Anzahl	Durchschn. Länge in cm.	Mittlere Fehler	7	8	9	10	11	12		13	14	15	Individuen Anzahl	Durchschn. Länge in cm.	Mittlere Fehler					
16. IX. 1932	Seichte sandigen Ufergewässer des Golfes	0-8	Zugnetz	5	10	3	3	1	1	—	—	—	—	—	23	8.5	± 0.10	4	6	2	1	4	5	—	—	—	—	—	—	22	9.5	± 0.13	45
29. XI. 1932	"	0-5	"	4	3	7	6	4	1	—	—	—	—	—	25	9	± 0.27	1	4	6	5	4	2	—	—	—	—	—	22	9.5	± 0.04	47	
1. II. 1933	"	0-5	"	2	2	12	15	11	6	1	1	—	—	—	50	10	± 0.64	2	3	1	10	6	8	2	5	2	39	11.1	± 0.24	89			
4. III. 1933	"	0-5	"	—	4	6	4	1	2	1	1	—	—	—	19	9.9	± 0.58	—	1	6	2	1	1	—	—	—	11	10	± 0.30	30			
6. IV. 1933	Muschelbänke in der Nähe von Golf	20-25	Schleppnetz	—	—	—	—	2	5	1	5	1	14	11.6	± 0.14	—	1	2	1	4	2	1	3	1	15	11.6	± 0.26	29					
12. IV. 1933	Seichte sandigen Ufergewässer des Golfes	0-8	Zugnetz	—	3	1	3	1	2	1	—	—	—	11	10	± 0.46	—	2	1	1	1	2	1	4	—	12	12	± 0.43	23				
15. V. 1933	Muschelbänke in der Nähe vom Golf	20-25	Schleppnetz	—	3	9	4	2	12	14	11	4	59	12	± 0.32	1	7	6	12	10	1	2	1	1	41	11.8	± 0.24	66					
Im ganzen Individuen				11	25	38	35	22	29	18	18	5	201				8	23	19	36	31	21	7	13	4	162			363				

Der Grösse der Individuen der Gruppe II, welche in den Küstenregion mit Zugnetzen und Legtangelen gefangen wurden schwankt zwischen 14—19 cm. Exemplare desselben Gruppe wurden auch in grösseren Tiefen mit dem Bodenschleppnetz erbeutet. Die stärkere Schwankung im Grössenverhältniss den untersuchten Exemplare dieser Gruppe erklärt sich aus der Tatsache, dass die Grösse den in dem Küstengewässern und den in grösseren Tiefen gefangenen Individuen sich stark unterscheidet. Charakteristisch ist es, dass bei dieser Gruppe ein fast voller Ausgleich in der Zahl der Geschlechter stattgefunden hatte, sowie dass der Grössenunterschied zwischen denselben sich erst im Ende des Jahres deutlich ausprägte. Die mittlere Grösse der im Mai untersuchten weiblichen Exemplare betrug 19 cm., wohingegen die der Männlichen zu gleichen Örtlichkeit gefangenen nur 17 cm. war. — Der jährliche Zuwachs bei den Männlichen im Verhältniss zu den Individuen der Gruppe I, beträgt ca 5 cm., die der Weiblichen ca. 7 cm. Auf der Tabelle III sind die ausführlichen Grössenabmessungen gegeben worden.

Bei der Individuen der III Gruppe, welche meistens mit Legtangeln in grösserer Wassertiefe gefangen werden, ist der Grössenunterschied zwischen den Geschlechter noch stärker ausgeprägt. Im allgemein bewegt sich die Körpergrösse beider Geschlechter dieser Gruppe zwischen 16 und 28 cm. Der mittlere Grössenunterschied zwischen den Exemplaren männlichen und weiblichen Geschlechtes beträgt hier, wie bei II Altersgruppe höchstens ca 2·5 cm. Der mittlere jährlichen Zuwachs der männlichen Exemplare im Verhältniss zu den Exemplaren der Gruppe II (Fang 2. III. 34) beträgt ca 6 cm., die der Weiblichen — 8 cm. Die Tabelle IV gibt ausführliche Angaben über die Grössenverhältnisse dieser Gruppe.

Exemplaren der IV Gruppe werden durch das seltenere Vorkommen in den Küstengewässern charakterisiert. Vielleicht hängt dieser Umstand damit zusammen, dass die Individuen dieses Altersstufe grösseren Wassertiefe bevorzugen. Der Grössenunterschied zwischen den männlichen und weiblichen Exemplare verstärkt sich bei dieser Gruppe erheblich. Die Grösse der männlichen Exemplare schwankt zwischen 24—33 cm., die der weiblichen — zwischen 28—35 cm. Die mittlere Grösse der männlichen Exemplare gefangen in Monat III beträgt 25·5 cm., die der Weiblichen — 30·2 cm. Der jährliche Zuwachs bei männlichen Exemplaren beträgt im Verhältniss zu Exemplaren der Gruppe III — ca. 6 cm. die der weiblichen — 10 cm. Die Einzelheiten sind von der Tabelle V zu ersehen.

Der jährliche Zuwachs der folgenden Altersstufen sind in der Tabelle VI festgelegt. Alle Angaben dieser Tabelle basieren auf der Untersuchung von mit vertikal Bodenstellnetzen in der Leichperiode gefangenen Exemplaren. Es ist zu bemerken, dass

TABELLE III.

Grösse von *Bothus maeoticus* der II. Altersgruppe.

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m.	Fischgerät	M ä n c h e n															Individuen Anzahl.	Durchschn. Länge in cm.	Mittlere Fehler
				Länge in cm.																	
				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
9. XI. 1912	Seichte sandigen Gewässer des Golfes .	0—10	Zugnetz	—	—	—	—	—	—	—	5	10	15	14	16	9	—	—	69	18.5	± 0.19
20. XII. 1933	"	"	"	—	—	—	—	—	—	10	14	12	6	10	—	—	—	52	16.8	± 0.04	
12. III. 1933	Küstengewässer . .	10—15	Legtangeln	4	2	1	—	1	5	2	4	3	1	1	2	—	—	26	14.5	± 0.02	
5. V. 1933	"	"	"	—	—	—	—	2	1	2	11	5	9	5	2	—	—	37	17.5	± 0.18	
2. III. 1934	"	"	"	—	—	—	1	2	7	9	10	12	10	10	2	1	1	1	66	17	± 0.25
Im ganzen Individuen				4	2	1	1	5	13	23	44	42	41	40	22	10	1	1	250		

Tabelle III (Fortsetzung)

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m.	Fischgerät	Weibchen																						
				Länge in cm.																				In dividuen Anzahl.	Durchschn. Länge	Mittlere Fehler
				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23								
9. XI. 1912	Seichte sandigen Ge- wässer des Golfes	0-10	Zugnetz							5	9	6	11	4	10						45	18.7	± 0.24			
20. XII. 1933								6	7	10	18	5	6								52	17.3	± 0.18			
12. III. 1933	Küstengewässer	10-15	Legtangeln		2	1	2	1	2	5	4										17	14.8	± 0.41			
5. V. 1933									1	7	8	8	10	11	8	2	2				57	19.0	± 0.24			
2. III. 1934							2	9	10	6	4	8	7	6	3	1					56	18	± 0.28			
Im ganzen Individuen					2	1	2	3	18	34	37	36	34	28	24	5	3				227					

TABELLE IV
Grosse von *Bothus maeoticus* der III. Altersgruppe

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m.	Fischgerät	M a n n c h e n														Individuen Anzahl	Durchschn. Länge in cm.	Mittlere Fehler
				Länge in cm.																
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
9. XI. 1932	Seichte sandigen Gewässer des Golfes	0 — 10	Zugnetz	—	—	—	—	—	4	—	12	—	—	—	—	—	16	22.5	± 0.06	
12. III. 1933	Küstengewässer	10 — 15	Legtangeln	3	—	4	2	6	1	3	—	—	—	—	—	19	19.1	± 0.34		
4. IV. 1933	"	"	"	—	2	—	1	1	1	—	—	—	1	1	2	—	9	22.4	± 0.7	
5. V. 1933	"	"	"	1	3	6	5	4	1	5	1	3	—	—	—	—	29	19.5	± 0.22	
2. III. 1934	"	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	1	2	—	9	24	± 0.09	
Im ganzen Individuen				4	5	10	8	11	7	8	16	6	2	3	2	—	82			

Tabelle IV (Fortsetzung)

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m	Fischgerät	Weibchen													Mittlere Fehler			
				Länge in cm.																
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
9. XI. 1932	Seichte sandigen Gewässer des Goltes	0 — 10	Zugnetz	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	4	3	9	—	24	249	±0.36
12. III. 1933	Küstengewässer . .	10 — 15	Legtangeln	6	—	—	5	3	—	—	—	2	—	—	6	—	—	22	205	±0.76
4. IV. 1933	•	•	•	—	—	—	—	1	1	2	1	—	—	2	3	—	1	12	234	±0.94
5. V. 1933	•	•	•	1	—	1	1	2	1	—	—	3	—	1	—	—	—	10	207	±0.93
2. III. 1934	•	•	•	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3	2	9	259	±0.41
Im ganzen Individuen				7	—	1	7	6	3	9	5	4	9	12	12	2	2	77		

TABELLE V
Grösse von *Bothus maeoticus* der IV Altersgruppe.

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m.	Fischgerät	M ä n c h e n													Individuen Anzahl	Durchschn. Länge	Mittlere Fehler
				Länge in cm.															
				24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
9. XI. 1932	Seichte sandigen Ge- wässer des Golfes. . .	0.10	Zugnetz	—	1	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	6	26.6	± 0.41	
26. XII. 1933	Muschelbänke in der Nähe vom Golf. . .	25—30	Schleppnetz.	—	—	—	1	2	3	1	2	1	2	—	—	12	30.0	± 0.57	
12. III. 1933	Küstengewässer . . .	10—15	Legtangeln	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	4	31.0	± 0.11	
4. IV. 1933	— . —	.	.	—	2	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	5	26.4	± 0.63	
5. V. 1933	Küstengewässer . . .	10—15	Legtangeln	—	1	2	1	3	1	2	1	—	—	—	—	11	28.0	± 0.54	
2. III. 1934	— . —	.	.	2	2	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	9	25.5	± 0.35	
			Im ganzen . .	2	6	8	6	7	5	4	5	2	2	—	—	47			

Tabelle V (Fortsetzung).

Datum	Ort des Fanges	Tiefe in m.	Fischgerät	Weibchen													Mittlere Länge	Mittlere Fehler
				Länge in cm.														
				24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Individuen Anzahl		
9. XI. 1932	Selichte sandigen Gewässer des Golfes.	0.10	Zugnetz	—	—	—	—	—	1	2	2	3	—	—	8	31.8	± 0.39	
26. XII. 1933	Muschelbänke in der Nähe vom Golf.	25—30	Schleppnetz.	—	—	—	—	—	—	1	1	3	3	1	9	33.5	± 0.33	
12. III. 1933	Küstengewässer	10—15	Legtangeln	—	—	—	—	—	—	1	1	2	2	1	7	33.1	± 0.1	
4. IV. 1933	.	.	.	—	—	—	—	1	1	2	2	1	—	—	7	31.1	± 0.1	
5. V. 1933	Küstengewässer	10—15	Legtangeln	—	—	—	1	2	3	5	1	1	1	—	14	30.8	± 0.32	
2. III. 1934	.	.	.	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	4	30.2	± 0.01	
Im ganzen . .				1	3	6	12	9	10	6	2	49						

TABEL

Grösse, Alter und Geschlecht der in Küstengewässern Varnas mit
von *Bothus maeti*

Geschlecht	M ä n n c h e n										Im ganzen	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Alter Jahre ca.												
Länge in cm.												
35	1											1
36	2											2
37	1											1
38	1											1
39	1	2										3
40	1	4										5
41		1										1
42		2										3
43		3	1									4
44		1	2									3
45		1	2									3
46		1	2									3
47		1	2		1							4
48			1		3							4
49			2		1							3
50			2		2	1						4
51			1		2	5						9
52					1	2						4
53					—	—						1
54					1	2	2					5
55					—	—	—	2				2
56					—	—	—	—				1
57					2	—	2	—				5
58					—	1	1	—	2			5
59					—	—	—	—	—			1
60						1		—	1	1		3
61								—	—	—		—
62								2	—	—		5
63								—	3	—		—
64								—	—	1		2
65								1	—	—		2
66								2	—	—		—
67								—	3	—		3
68									—	—		—
69									—	—		—
70									2	—		2
71									1	—		3
72									2	—		4
73									2	—		1
74									—	—		—
75									—	1		1
Im ganzen	7	16	16	13	12	7	8	12	9	7		107
Durchschn. Länge in cm.	37·3	42·1	46·7	50·8	53·0	55·3	58·0	63·0	68·3	71·8		—
Mittlere Fehler	± 0·60	± 0·57	± 0·62	± 0·97	± 1·2	± 0·69	± 1·0	± 0·9	± 1·3	± 0·9		

LE VI.

Bodenstellnetzen gefangenen und eingehend untersuchten Individuen
cus, Pall.

Weibchen											Im ganzen	Im ganzen ♂ ♀
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Im ganzen		
—										—	1	
—										—	2	
3										3	4	
2										2	4	
1										1	4	
3										3	8	
2	1									2	4	
2	2									2	4	
2	3									2	7	
2	2									2	6	
1	2									1	5	
—	3									—	5	
—	2									—	5	
—	1									—	5	
—	1	1								—	2	
—	1	1								—	4	
—	3	1								—	8	
—	1	1								—	11	
	1	1								—	3	
		2								—	6	
		3								—	8	
		2								—	6	
		1	2							—	4	
			2							—	7	
			2							—	7	
				1						—	2	
				—						—	5	
				—						—	1	
				—						—	8	
				2						—	3	
				—						—	3	
				1						—	4	
				—						—	5	
				—						—	3	
				—						—	5	
				—						—	2	
				—						—	4	
				—						—	6	
				—						—	5	
				—						—	7	
				—						—	3	
				—						—	3	
				—						—	3	
16	22	12	7	3	4	10	8	6	9	97	204	
40·1	46·0	53·0	56·6	58·3	61·2	64·4	67·0	70·6	73·4	—	—	
±0·5	±0·3	±0·9	±0·06	±1·3	±0·7	±0·3	±0·6	±0·4	±0·9	—	—	

bei diesen Fängen Individuen der IV Gruppe nicht vorkommen und die der V Gruppe sehr selten. Die Erklärung dieses Umstandes dürfte darin zu suchen sein, dass die Maschenweite der im Gebrauch befindlichen vertikal Bodenstellnetze 15×15 cm. beträgt. Dadurch ist es den jüngeren Altersstufen bei ihrer Körpergrösse möglich das Netz ungehindert zu passieren. Man muss aber auch zufügen, dass nicht alle Exemplare der erwähnten jüngeren Altersstufen leichreif sind und dieselben somit sich nicht in der Nähe der Leichplätze aufhalten.

Die Schwankungen in der Grösse bei weiblichen Exemplaren der höheren Altersstufe sind stärker ausgeprägt als bei den Männlichen, was besonders bei den 6—7 jährigen auffällt. In der Tabelle VI sind die genauere Angaben des jährlichen Zuwachs und der Grössenverhältnisse gegeben.

b. Gewichtszuwachs.

Die Gewichtszunahme ist von der entsprechenden Jahreszeit abhängig. Im Sommer und Herbst ist dieselbe am grössten, dagegen im Winter und Frühling am kleinsten. Bei allen Altersstufen finden wir in Beziehung der Gewichtszunahme starke Schwankungen vor. Die Ursache dieses ist bei der jüngeren Altersstufen in der individuelle Entwicklung sowie in der Tatsache der langen Leichperiode (3—4 Monaten) zu suchen. Im Verbindung mit diesem Umstände ist est erklärlich, dass das Gewicht der einzelnen Exemplare der Altersgruppe O, in den Monaten IX—XI gewogen zwischen 3 und 15 Gram beträgt: bei Individien der I Gruppe zwischen 10—40 gr. Die am häufigsten festgestellten Schwankungen in der Gewichtszunahme der übrigen Altersstufe sind aus der Tabelle VII zu ersehen.

Der Gewichtsunterschied zwischen den Exemplaren männlichen und weiblichen Geschlechtes wird im Alter von 4 bis 5 Jahre deutlich erkennbar; am Ende des 5-ten Lebensjahres wird dieser Unterschied stark wahrnehmbar. Die Ursache dieses verstärkten Unterschiedes ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass zu diesem Zeitpunkte die männlichen Exemplare leichreif werden und das dieser Lebensprozess auf Kosten des Gesamtorganismus vonstatten geht. Bei den weiblichen Exemplare nimmt gerade in dieser Zeit die Gewichtserhöhung schnell zu. Daher ist es verständlich, wenn wir am Ausgang des 6-ten Lebensjahres weibliche Exemplare von entschieden schwereren Gewichte antreffen.

Nach der Ableichung verringert sich das Gewicht der weiblichen Individuen um ca 15%. Wie rasch dieser Gewichtsausfall ersetzt wird konnte ich nicht feststellen, da gerade in der fraglichen Zeit der Fang auf *Bothus maeoticus*, Pall. eingestellt wird und ich somit kein Untersuchungsmaterial erhalten konnte. Die Gewichtsabnahme der männlichen Exemplare nach den Leich-

geschäft ist geringer (5—7%). Diese Gewichtsabnahme wird nicht nur durch die Ausscheidung der Geschlechtsprodukte bedingt, sondern steht wohl auch in engen Zusammenhang mit den schlechten Ernährungsverhältnissen während der Leichzeit, da gerade dann eine grosse Anzahl von Individuen sich auf engen Leichplätzen nebeneinander befinden.

Aus der Tabelle VII ist der Zusammenhang zwischen dem Alter und dem entsprechenden Körpergewichte ersichtlich. Die starke Gewichtsschwankungen bei den älteren Gruppen werden nicht nur durch die schon erwähnten Faktoren erklärlich, sondern auch die Nahrungsmenge die sich im Magen befindet, sowie der Zustand des Ovariums spielen dabei eine Rolle.

Das Verhältniss zwischen den Gewichts- und Grössenabmessungen.

Das Längen- und Breitenverhältnisse (exclusive Flossen gemessen) zum Körpergewichte steht in konstanter Beziehung bei beiden Geschlechtern. Die kleinen Schwankungen die man in dieser Hinsicht beobachtet sind wohl mehr darauf zurückzuführen ob das entsprechende Individuum einen gefüllten Magen hat oder ob er geschlechtsreif ist. Gewöhnlich stehen im Herbst den entsprechenden Gewichten geringere Körperabmessungen gegenüber, was im Frühling gerade umgekehrt der Fall ist. Diese Erscheinung konnte man mit den schlechten Ernährungsverhältnissen in der Wintermonaten erklären; es käme aber auch in Frage, dass zum Herbst gut ernährte Exemplare während der Wintermonaten auf Kosten des Gewichtes eine grösseren Längen- und Breitenzuwachs zu verzeichnen haben. Man könnte diesem Umstand auch mit der Leichreife im Verbindung bringen, was bei den älteren Gruppen nicht von der Hand zu weisen wäre, jedoch scheint dieses nicht der Fall zu sein, da man bei den jüngeren Gruppen, welche nicht der Leichreife unterworfen sind, dieselbe Erscheinung beobachtet.

Bei den jungen Exemplaren entspricht jedes Gram Körpergewicht einem Längenausmasse von 0.6 cm. und einem Breitenausmasse von 0.4 cm. Bei den älteren Jahrgängen beobachtet man eine Verzögerung des Zuwachses in der Länge und Breite in Verhältniss zur Gewichtszunahme. Diese Verzögerung verstärkt sich mit den zunehmenden Alter. So kann man bei Individuen mit einem Körpergewicht von 10—12 gr. bei einem Zuwachs von 5 gr. — einen Längenzuwachs von 1 cm. feststellen. Bei einem Gewicht von 20—50 gr. — entspricht der Längenzuwachs auf 10 gr. — 1.5 cm; bei 50—100 gr. — auf 10 gr. — 0.5 cm.; bei 100—150 gr. — auf 20 gr. — 0.5 cm.; bei 150—300 gr. — auf 25 gr. — 0.5 cm.; bei 300—600 gr. — auf 50 gr. — 1.0 cm.;

TABELLE VII.

Körpergewichtschwankungen bei den verschiedenen Altersgruppen.

Altersgruppe	Körpergewicht in gr.			
	Männchen		Weibchen	
	minimal	maximal	minimal	maximal
0	3	15	3	15
I	10	40	10	40
II	20	160	20	160
III	50	300	50	350
IV	180	700	250	1,000
V	500	1,200	700	1,600
VI	1,000	1,700	1,200	2,300
VII	1,400	2,200	1,800	3,000
VIII	1,800	3,000	2,500	3,700
IX	2,600	3,500	3,000	4,500
X	3,000	4,000	4,000	5,500
XI	3,500	4,500	5,000	6,300
XII	4,000	5,000	6,000	7,200
XIII	4,500	5,500	7,000	8,000
XIV	5,000	6,500	7,300	8,300
XV	6,000	6,500	7,500	8,600

bei 600—1,000 gr. auf 100 gr. — 1:50 cm. bei 1000—2000 gr. — auf 150—200 gr. — 1 cm. u. s. w. Auf die Tabelle VIII werden die am häufigsten konstatierten Abmessungen der Länge und Breite (exclusive Flossen gemessen) im Verhältniss zum Körpergewichte gegeben.

Wirtschaftliche Bedeutung.

Um einen klaren Überblick der gefangenen jährlichen Mengen von *Bothus maeoticus*, Pall. ihrem Wirtschaftswert und auf welche Jahreszeit sich der Fang in Varnaer Golf verteilte festzustellen, habe ich mich die Mühe unterzogen die Notierungen des Fischmarktes in Varna im Laufe der letzten 10 Jahre durchzusehen und zu sammeln. Auf Grund dieser Unterlagen ist die Tabelle IX zusammengestellt worden. Aus dieser Tabelle ist es ersichtlich, dass die Hauptfangzeit von *Bothus maeoticus*, Pall. in die Frühjahrsmonate fällt; von denen der Mai-Monat am ergiebigsten ist, sodann folgt April, März und Juni. Während der übrigen Monate sind die Fangergebnisse ganz unbedeutend und beschränkt sich der Fang fast ausschliesslich auf die jüngeren Altersgruppen in den seichten Küstengewässern.

Die Schwankungen der Fangresultate in den verschiedenen Monaten der zehnjährigen Periode sind sehr gross, was aus der Tabelle IX mit alle Einzelheiten klar ersichtlich ist. Das mittlere jährliche Fangergebniss der erwähnten Periode in Varnaer Golf beträgt ca. 30,000 kgr. Die einzelnen jährlichen Fangresultate unterliegen gleichfalls sehr grosse Schwankungen, wie z. B. von 10,000 bis 57,000 kgr.

Die jährlichen und monatlichen Schwankungen der Fangergebnissen beruhen auf der Witterungsverhältnissen, welche eine grosse Rolle beim Aufstellen und Einholen der Fanggärete spielen. Ausserdem hängt die Quantität des Fanges von der Anzahl der Fischerboote und deren Gerätschaften (Länge der Bodenstellnetzen) ab.

Die Fangergebnisse werden aber nicht nur von oberflächlichen starken Wellengänge, welcher das Setzen und Einholen der Netze stark hindern kann, beeinflusst, sondern die stillen Strömungen des Meeres spielen fast eine noch grossere Rolle dabei. Es ist schon mehrfach vorgekommen, dass bei den besten Witterungsverhältnissen durch auftretende starke Wasserströmungen das Setzen und Einholen der Bodenstellnetze zur Unmöglichkeit wurde. Gerade der Mai Monat, also die günstigste Fangszeit ist reich an diesen noch ungerklärten stille Wasserströmungen.

Ueber die Anzahl der Fischer in der Vergangenheit, welche sich mit dem Frühjahrsfang von *Bothus maeoticus* in Varnaer Golf befasten, fehlen genauere Angaben. Dieses hängt besonders

TABELLE VIII

Körpergewicht in gr.	Körperlänge in cm.	Körperbreite in cm.
3	2	1
5	3	2
10	6.0 — 6.5	4 — 4.5
20	8.0 — 9.0	6.0 — 6.5
50	11 — 12	7 — 8
100	14 — 15	10 — 11
150	17 — 18	12 — 13
200	18 — 19	13 — 14
250	19 — 20	14 — 15
300	20 — 21	15 — 15.5
400	23 — 24	16 — 17
500	25 — 26	18 — 19
800	27 — 29	21 — 23
1,000	30 — 33	24 — 26
1,500	34 — 36	26 — 28
2,000	36 — 40	30 — 32
2,500	40 — 42	32 — 33
3,000	41 — 43	33 — 34
4,000	46 — 48	36 — 37
5,000	50 — 53	41 — 42
6,000	52 — 56	43 — 44
7,000	56 — 59	45 — 46
8,000	58 — 59	47 — 48

von dem Umstande ab, dass bis zum Jahre 1932 der Fang von *Bothus maeoticus* fast ausschliesslich von türkischen Fischern aus Konstantinopel betrieben wurde. Deren Anzahl, die Zeit ihrer Ankunft und Abfahr, sowie die Länge ihre Stelnetze sind leider unbekannt geblieben. Das eventuelle Vorhandensein dieser fehlenden Angaben könnte aber immerhin noch kein richtiges Bild über die totalen Fangergebnisse in Varnaer Golfe und der daneben liegenden Meerstriche geben, da die türkischen Fischer nicht ihre gesammten Fang in Varna zum Verkauf brachten, sondern sich der jeweiligen Preisflage anpassend ihre Fänge in den rumänischen Künstenstädten absetzten. Erst seit den Jahre 1932, von welchem Zeitpunkte an das Anlaufen der bulgarischen Häfen von Seiten fremden Fischer verboten wurde, hobt sich der Fang von *Bothus maeoticus* durch einheimische Fischer. Diese kurze Zeit gestattet noch kein abschliessendes Urteil über die zukünftigen Fangergebnisse zu fällen.

Der Witterungszustand, die Anzahl der türkischen Fischern, sowie der Zeitpunkt ihres Ankommens (verschiedene in jeden Jahre) bestimmen, dass in einigen Jahren die maximalen Fangergebnisse in den Monat April, in andere aber in der Monat Mai fallen. In Fig. 1 ist diese Schwankung graphisch dargestellt.

Was den Preiswert der gefangenen Mengen von *Bothus maeoticus* angeht, so muss man bemerken, dass dieser im Monaten April am höchsten ist und jedenfalls grösser als der Preiswert, der im Mai und Juni gefangenen Mengen. So wurden die im Monat März gefangenen 19,467 kgr. zum Preise von 677,992 Lewa verkauft, wohingen die im Juni gefangenen 20,003 kgr. nunmehr einen Erlöss von 254,000 Lewa brachten — also wurde bei fast gleichen Menge ein fast um die Hälfte geringerer Ertrag erzielt. Diese Preiserniedrigung steht mit der schon einsetzenden heissen Sommerwitterung zusammen, welche ein längeres Aufbewahren der gefangenen Mengen nicht gestattet und somit sofort zu jedem Preise abgesetzt werden müssen. Als zweites käme noch hinzu, dass die abgeleichte Exemplare ihrer körperlichen Beschaffenheit wegen niedrigen bewährt werden. In den Fig. 2 ist graphisch das mittlere jährliche Fangergebniss, sowie deren Preiswert in der verflrossenen zehnjährigen Periode gegeben worden.

Der niedrige Preiswert von *Bothus maeoticus*, welche in den übrigen Jahreszeiten gefangen werden wird hauptsächlich durch ihre geringe Stückgrösse beeinflusst.

Der gesammte jährliche Erlöss vom Fange der *Bothus maeoticus* steht nicht im direkten Zusammenhang mit der Menge, sondern wird meistens von nahstehenden Umständen beeinflusst, wie z. B. grössere oder kleinere Fänge von anderen Fischarten, das Vorhandensein oder Fehlen von Fleischangebot, allgemmeine Wirtschaftskrise usw. In der Fig. 3 ist der Ver-

TABEL-

Die Mengen von *Bothus maeoticus*, die in der letzten 10 Jahren in

№	Monat	M ä r z		A p r i l		M a i	
	Jahre	kgr.	leva	kgr.	leva	kgr.	leva
1	1924	3,725	114,463	21,351	533,963	12,445	283,846
2	1925	3,194	194,784	16,527	564,686	22,403	395,720
3	1926	2,513	114,500	20,126	504,701	20,604	313,087
4	1927	7,431	133,224	25,346	404,827	23,690	235,437
5	1928	728	46,565	11,160	359,466	14,728	293,304
6	1929	32	2,507	5,206	265,789	11,216	340,689
7	1930	1,406	55,386	4,858	150,142	8,884	181,803
8	1931	371	14,759	1,544	62,212	6,926	155,773
9	1932	3	165	2,038	69,242	7,975	193,383
10	1933	64	1,639	2,580	74,603	12,760	187,183
Im gan- zen		19,467	677,992	110,736	2,989,631	141,631	2,580,225

LE IX

Küstengewässern Varnas gefangen worden sind und ihres Wert in Lewa

J u n i		Die übrigen Monate		Im ganzen	
kgr.	Lewa	kgr.	Lewa	kgr.	Lewa
1,774	11,167	488	6,898	39,783	950,337
1,126	10,358	673	7,215	43,923	1,172,763
952	8,256	705	6,929	44,900	948,478
772	7,882	329	4,200	57,568	785,770
2,192	33,815	390	4,256	29,198	737,406
4,301	72,968	580	6,235	21,535	688,188
1,287	14,046	746	11,411	17,181	412,788
1,694	24,390	1,270	17,421	11,805	274,555
1,470	25,672	906	8,059	12,392	296,521
4,435	45,567	6,165	43,850	26,004	352,842
20,003	254,121	12,252	116,474	304,084	6,619,648

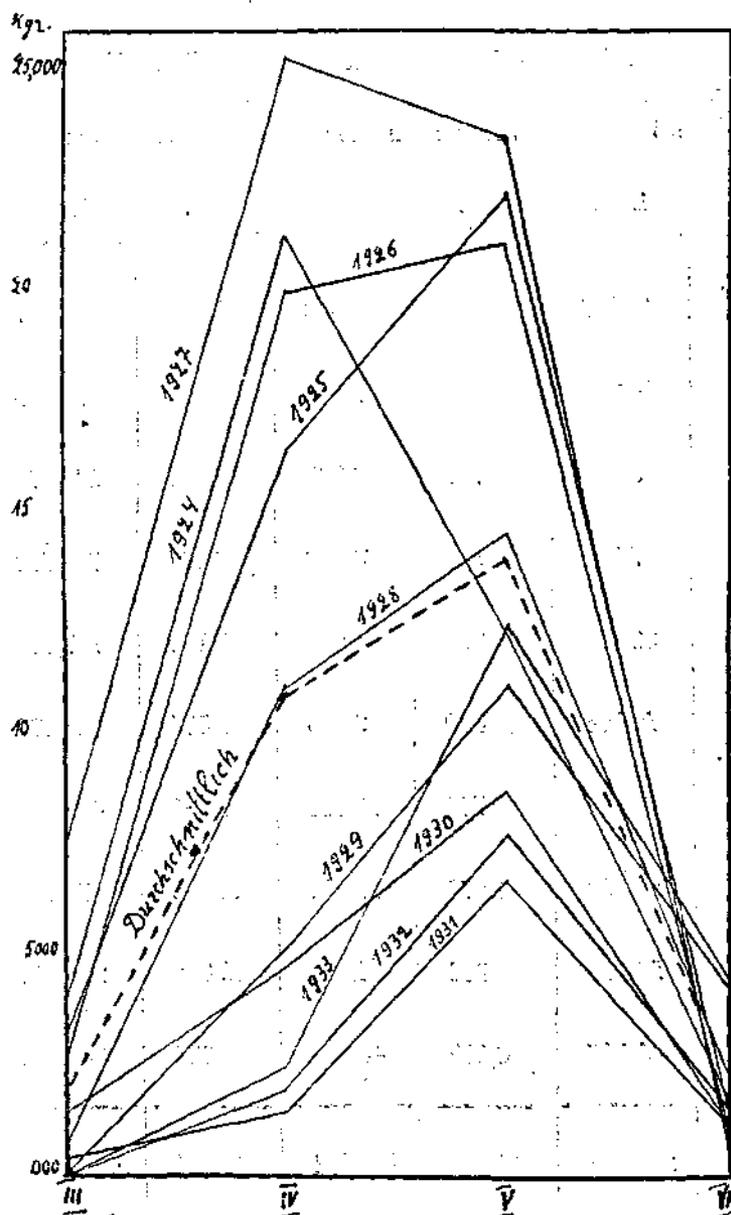


Fig. 1. — Monatliche Fangergebnisse von *Bothus maeoticus* in Varna Küstengewässer während der letzten 10 Jahre.

hältniss zwischen der gefangenen Menge und der Preiswert dargestellt.

Seit dem Jahre 1925 sammelt das Landwirtschafts-

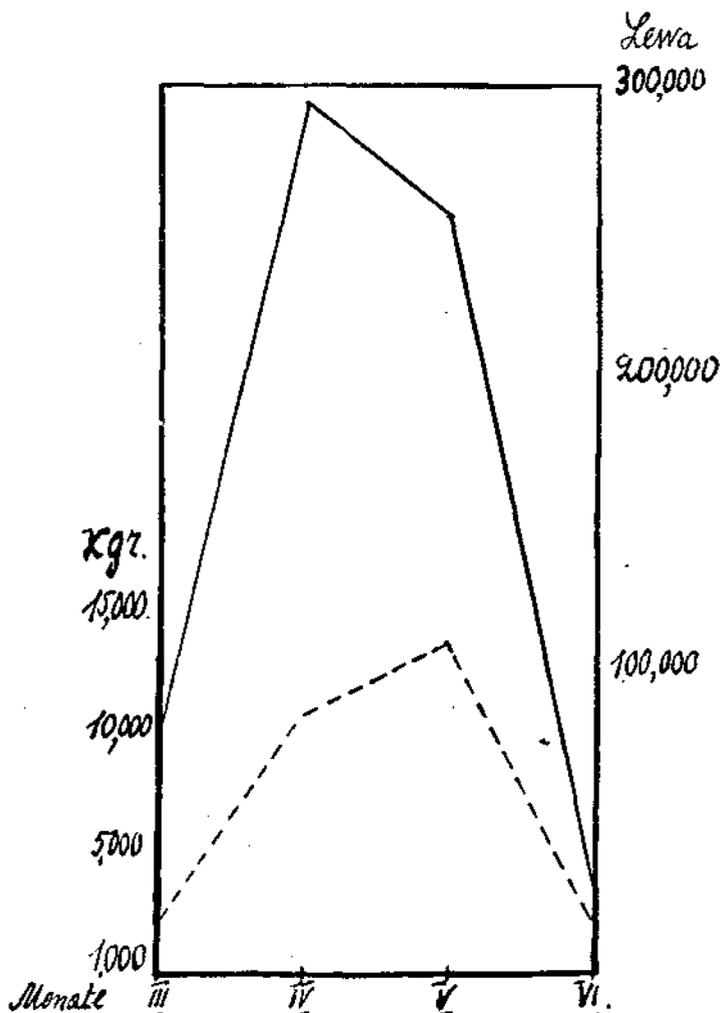


Fig. 2. — Mittlere jährliche Fang von *Bothus maeoticus* in Varnaer Golf und ihre Preiswert.

nisterium fortlaufend statistischen Angaben über die Mengen und der aller gefangenen Fische in den Küstengewässer Bulgariens. Aus diesen Angaben entnehme ich die Unterlagen für

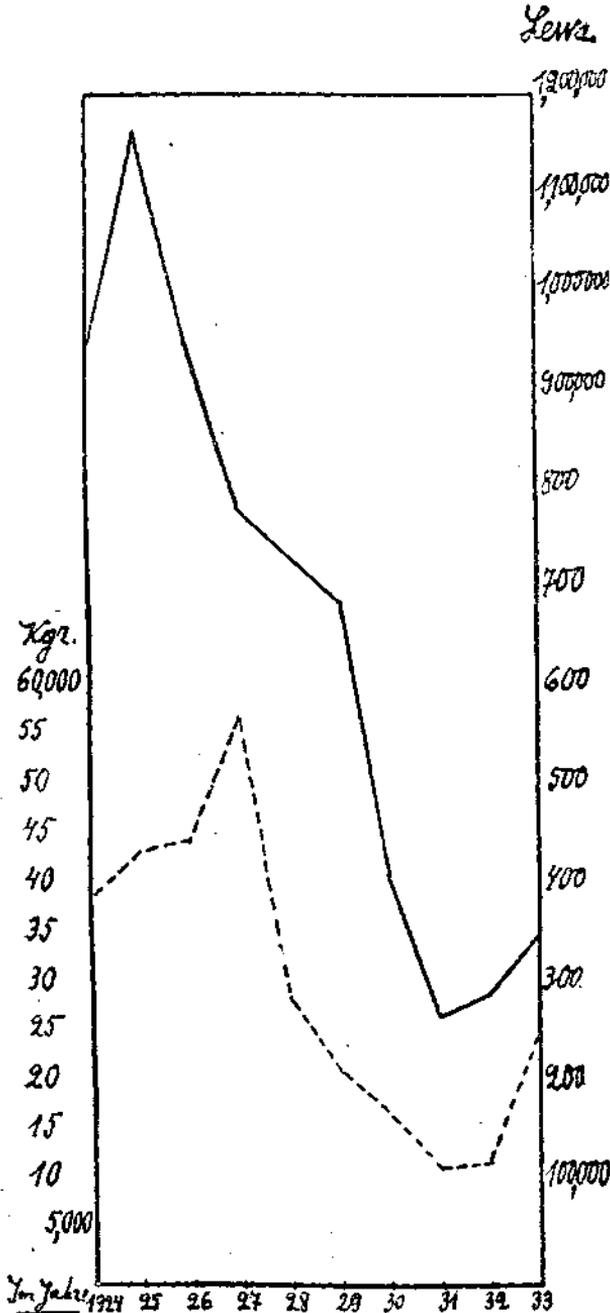


Fig. 3. — Das Verhältniss zwischen der in der letzten 10 Jahre gefangenen Menge von *Bothus maeoticus* und ihre Preiswert.

die Rajon Burgas und Wassiliko. Vergleichend mit der Fangergebnisse des Varnaer Golfes ist zu ersehen, dass die gefangenen Mengen in Burgas und Wassiliko weit hinter denen von Varna zurückbleiben (siehe Tabelle X und Fig. 4). Die

TABELLE X.

Die Mengen (in kgr.) von *Bothus maeoticus*, die in der letzten 10 Jahren in Küstengewässern Bulgariens gefangen worden sind.

Nr	Jahre	Varnas Küstengew.	Burgas Küstengew.	Wassilikos Küstengew.	Im ganzen
1	1924	39.783	?	?	?
2	1925	43.923	9.761	5.740	59.424
3	1926	44.900	4.454	2.650	52.004
4	1927	57.568	7.354	5.465	70.387
5	1928	29.198	7.351	7.640	44.189
6	1929	21.335	5.333	2.112	28.780
7	1930	17.181	4.157	2.400	22.738
8	1931	11.805	797	—	12.602
9	1932	12.392	11.069	—	23.461
10	1933	26.004	26.880	—	52.884
Im ganzen		304.084	77.156	26.007	366.469

Die Ursache dieses Umstandes liegt wahrscheinlich im Vorhandensein von den günstigeren Leichplätzen in der Umgegend der Varnaer Bucht. Andererseits bevorzugten die früheren türkischen Fischern die Gegend um Varna herum, weil sie eine näheren Absatz nach Rumänien hatten.

Die Erhöhung der Fangergebnisse der letzten zwei Jahren in der Umgegend von Burgas ist beachtungswert. Dieser Umstand ist auf eine stärkere Tätigkeit der bulgarischen Fischern dortselbst zurückzuführen.

Auf Grund meinen Beobachtungen möchte ich behaupten, dass eine Erhöhung der Fangergebnisse von *Bothus maeo-*

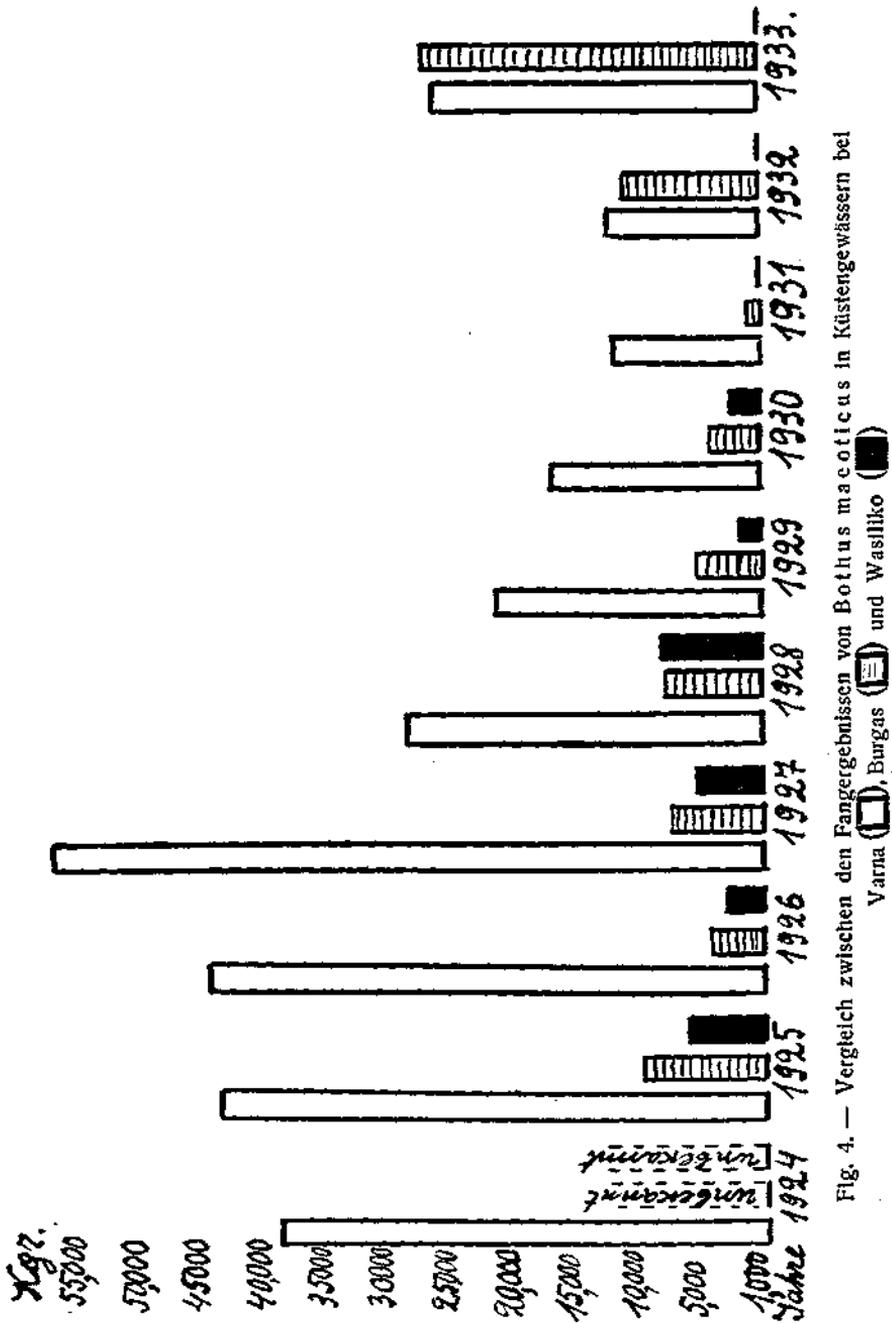


Fig. 4. — Vergleich zwischen den Fangergebnissen von *Botrius macoticus* in Küstengewässern bei Varna (□), Burgas (▨) und Wasiliko (■)

ticus in den Küstengewässern Bulgariens sehr gut möglich ist. Dazu wäre es erforderlich, dass mehr Fischer und mit längeren Bodenstellnetzen arbeiten und dass der Fang von jüngeren Altersgruppen (0 bis III) in den flachen Küstengewässern eingestellt würde. Gerade dieser Fang der Jungfische mit Zugnetzen, sowie mit Legtangeln schädigt meines Erachtens am stärksten den Fortbestand der grösseren Fangergebnisse der älteren Gruppen. Man muss sich nur vor Augen halten welche eine Menge des Nachwuchses der *Bothus maeoticus* im Herbst 1933 durch den Fang 6,000 kgr. Altersgruppe 0—III, vernichtet wurde. Es dürfte doch wirtschaftlicher sein, wenn die *Bothus maeoticus* in gut ausgewachsene Zustände auf den Markt gebracht wird.

LITERATURVERZEICHNISS

1. Pallas, P. Zoographia Rosso-Asiatica. Vol. III. Petropoli. 1831.
 2. Rathke, D. H. Zur Fauna der Krym T. III. L'Académie Impériale des Sciences de St. Petersburg. 1837.
 3. Nordmann. Faune pontique. „Poisson“. Voyage dans la Russie Méridionale par Demidoff — T. 3. 1840.
 4. Karagin, D. Fische und Fischfang (arabisch), Constantinopel, 1913.
 5. Berg. Süßwasserfische in Russland (russisch). Leningrad, 1923.
 6. Nikolski. M. Fische und Tiere (russisch), Petersburg, 1903.
 7. Knipowitsch, N. M. Bestimmungstabellen für die in Schwarzen und Asowschen Meere vorkommende Fische (russisch). Moskau, 1923.
 8. Maximoff, N. Meerestischerrei in Bulgarien (russisch), Moskau, 1912.
 9. Maximoff, N. Verzeichniss der Literatur über die Hydrologie u. Ichtiologie des Schwarzen Meeres bis zum Jahre 1912. Moskau, 1912.
 10. Zernoff, A. Beitrag zur Erforschung des Lebens ins Schwarzen Meere (russisch). L'Académie Impériale des sciences St. Petersburg.
 11. Tantilleff, N. Die mit Russland angrenzenden Meere. (Vollständige Verzeichniss der Literatur bis zum 1931) russisch. Moskau, 1932.
 12. Moroff, Th. u. Netschaeff, A. I. Beitrag zur Erforschung der Verteilung der Fauna im Schwarzen Meere. Jahrbuch der Universität Sofia, Bd. XXV. 1928—1929.
 13. Drenski, P. Beitrag zur Fischfauna des Schwarzen Meeres. — Berichte der Akademie der Wissenschaften in Bulgarien. Bd. 25, 1923.
 14. Borcea, I. Données sommaires sur la faune de la Mer Noire (Litoral de Roumanie). Annales scientifique de l'Université de Jassy. T. 14. F. 3. 1927.
-

ÜBER DAS VORKOMMEN VON *BOTHUS RHOMBUS*, L. IN VARNAER GOLF.

(KURZE MITTEILUNG).

Von G. W. PASPALLEFF.

Über das Vorkommen von *Bothus rhombus*, L. im Schwarzen Meer haben wir im allgemeinen ganz spärlichen Angaben. Nach den russischen Autoren Nikol'ski¹⁾ und Knipowitsch²⁾ wird dieser Art gelegentlich in den russischen Küstengewässern vorgefunden, unter anderen auch bei Kertsch. Borcea³⁾ berichtet, dass er einige Exemplare von *Rhombus laevis*, Goettsch, gesehen hat, die bei Kaliakra gefangen wurden. Jeder Wahrscheinlichkeit nach sind dieser Exemplaren von der Art *Bothus rhombus*, L. gewesen. Nach der Angaben rumänischen Fischer (Borcea) soll dieser Art im Frühling aus den bulgarischen Küstengewässer wandern. Über das Vorkommen dieser Art in den Küstengewässer Turkeis fehlen jeglicher Angaben. Karagin⁴⁾ der *Rhombus laevis*, Goettsch, aus Marmara Meer beschreibt, gibt keine Angaben über das Fangen desselben Artes in Schwarzen Meere. In der Literatur über den in den bulgarischen Küstengewässer vorkommenden Fischarten (Chichkoff⁵⁾ und Drenski⁶⁾ wird ebenso den Befund dieser Art nicht angegeben.

Bei der Untersuchungen, die ich über die Biologie von *Bothus maeoticus*, Pall. in Varnaer Golf vorgenommen habe in diesem Jahre konnte ich als Nebenbefund auch 2 junge

1) Nikol'ski, M. Fische und Tiere. Petersburg, 1903.

2) Knipowitsch, N. M. Bestimmungstabelle der Fischen vom Schwarzen und Asowschen Meere. (russisch). Moskau, 1923.

3) Borcea, J. Données sommaire sur la faune de la Mer Noire (Litoral de Romanie). *Annales scient. de L'université de Jassy*, T. 14. F. 3—4. 1927.

4) Karagin, D. Fische und Fischfang (arabisch). Konstantinpoel, 1913.

5) Chichkoff, G. Contribution e l'étude de le Faune de la Mer Noire. Animaux récolté sur Côtes Bulgares. *Arch. de Zoolog. Experim. et générale*, T. X. Notes et Revue 1912.

6) Drenski, P. Ein Beitrag zur Fische fauna des Schwarzen Meeres. (bulgarisch) *Berichte der Akademie der Wissenschaft in Bulgarien*, Bd 25. 1923.

Exemplare von *Bothus rhombus*, L vorfinden. Nach den mündlichen Angaben der Fischer aus Varna fängt man im Frühling in Varnaer Golf, wenn auch selten Individuen von dieser Art.

Der eine von diesen zwei Exemplaren wurde am 12. III. 1934 bei dem Fischfang mit Bodenschleppnetz in Muschelbänke von *Mytilus galloprovincialis* neben dem Varnaer Golf (25 m. Tiefe) gefischt. Der andere wurde am 23. V. 1934. bei der Arbeit mit Zugnetz im seichten, mit sandigen Boden Gewässer des Golfes selbst (neben der Seebäder) gefangen.

Die gefangenen Exemplare haben: eine Körperlänge von 15 resp. 18 cm. und eine — breite — von 9 resp. 11 cm. Die Körperform dieser Artes ist im Vergleich mit der von *Bothus maeoticus*, Pall etwas schlanker. D. 77—78; die erste 3 Dorsalflosstrahlen sind mehrfach in lappigen Aestchen zerteilt, die 6 nachfolgenden — in zwei gegabelt. A — 58—60; C — 17—18¹).

Die Farbe der linken (oberen) Seite ist hell-braun mit vielen runden, nicht gleich grossen schwarz-braunen Flecken bedeckt, zwischen den auch weissen Punktchen zu sehen sind. Dieselbe Flecken verbreiten sich auch über die Flossen. Am deutlichsten tritt einen schwarzen Fleck auf dem letzten Dritteln der Seitenlinie hervor, sowie auch einen weissen Fleck auf der Basis der linken Brustflossen. Augen links, kleiner als die bei *Bothus maeoticus*, Pall. und ebenso zum Teil mit runden Hautverknöcherungen (Steinen) aber beider Körperseiten mit kleinen Cycloidschuppen bedeckt. In der Basis derselben findet man sternartige, dunkelbraune (auf der linken Seite) und runde gelbliche (auf der rechten Seite) Pigmentzellen.

¹) Nach Knipowitsch (siehe 2) — D. 72—83; A — 53—61; und nach Karagin (siehe 4) — D. 71, A — 51.

CHEMIE DES SCHWARZEN MEERES

von PROF. Z. KARAOGLANOV

(Rektorrede gehalten am 8. XII. 1932)

Der schönen Tradition folgend, nach der am heutigen für die Universität feierlichen Tage der neue Rektor über ein Thema aus seiner Spezialität spricht, wählte ich als Gegenstand meiner akademischen Rede das Schwarzmeerwasser. Ich wählte dieses Thema aus folgenden Gründen:

Vom chemischen Standpunkt aus stellt das Meerwasser ein kompliziertes Objekt dar. Es enthält gelöste Verbindungen von mehr als 32 chemischen Elementen. Die Menge des grössten Teils von ihnen ist unbedeutend. Die gewöhnlichen Bestandteile des Meerwassers sind Verbindungen von Natrium, Magnesium, Kalzium, Kalium, Chlor, Brom, Schwefelsäure, Kohlenstoff, Silicium und Sauerstoff.

Diese Bestandteile gelangen ins Meerwasser, sei es aus dem Lande oder aus der Erdatmosphäre und dabei durch die gewöhnlichen und mineralen Naturwässer.

Jedoch nicht alles, was die Naturwässer mit sich bringen, bleibt im Meerwasser. Ihre bei gewöhnlichen Verhältnissen sich leicht oxydierenden und weniger beständigen Bestandteile verändern sich allmählich, und diejenigen von ihnen, die mit den Bestandteilen des Meerwassers schwerlösliche Verbindungen bilden, fallen ab. Andererseits verändert sich ebenfalls, infolge biochemischer Prozesse, ein Teil der ursprünglichen Bestandteile der Naturwässer.

Von diesem Standpunkt aus betrachtet, stellen die grossen Wasserbassins mächtige Laboratorien dar, in denen langsam, jedoch ununterbrochen verschiedenartige chemische Prozesse vor sich gehen. Trotzdem, wie auch trotz dem Umstande, dass die Quellen, von denen das Meer und der Ozean sich mineralisieren, verschieden sind, haben sie doch im allgemeinen eine beständige qualitative und quantitative Zusammensetzung. Das lässt sich leicht erklären, wenn man die verhältnismässig leichte Beweglichkeit des Wassers vor Auge hat.

Jedoch unterscheiden sich einige Meere auf unseren Erde nach Qualität und Quantität der in ihnen gelösten Bestandteile. Das betrifft besonders diejenigen von ihnen, die von den Ozeans weiter entfernt sind. Zu diesen Wasserbassins gehört

auch das Schwarze Meer. Das ist die eine von den Ursachen, warum ich zum Thema meiner Rede das Schwarzmeerwasser wählte.

Die andere mehr spezifische und wichtigere Ursache, die mich auf dieses Thema brachte, ist folgende: das Schwarze Meer ist das einzige, dessen Wasser die Ufer des heutigen Bulgariens umspülen. Unsere Kenntnisse über dieses Meer würden, ohne Angaben über die chemische Zusammensetzung seiner Wässer, unter wesentlicher Unvollkommenheit leiden. Da eine wahre Beleuchtung der Frage über die Flora und Fauna des Schwarzen Meeres, über die wirtschaftliche Ausnützung der sich in ihm befindlichen Salze, über die heilende Wirkung seiner Wässer und den aus ihm hervorgehenden Schlammes usw. ohne sichere Kenntnisse über die qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers unmöglich ist.

Die Bedeutung der chemischen Angaben bei der Lösung der obigen Fragen wird deutlicher werden, wenn man vor Augen hat, dass das Schwarze Meer sich, wie gesagt, seiner Zusammensetzung nach, bedeutend von den anderen Meerbassins unterscheidet. So ist z. B. die Menge der gelösten Bestandteile im Schwarzmeerwasser nahe zwei Mal geringer als im Mitteländischen Meer, Atlantischen Ozean usw. und ändert sie dabei sich stark bei verschiedenen Tiefen.

Eine wichtige Eigenschaft des Schwarzmeerwassers stellt auch die Menge des in ihm gelösten elementären Sauerstoffs dar. Die Menge dieses Elements ändert sich in den Wässern anderen Meerbassins im Zusammenhang mit der Tiefe wenig. In Schwarzmeerwasser ist die Menge des gelösten elementären Sauerstoffs auf der Oberfläche normal, vermindert sich in der Tiefe und ist bei verhältnismässig geringer Tiefe (nahe 200 M.) praktisch gleich Null. Und wenn man den kausalen Zusammenhang zwischen dem im Wasser gelösten Sauerstoff und dem Leben der Meerpflanzen und -Tiere vor Augen hat, so wird die Bedeutung dieser Tatsache für die Flora und Fauna des Schwarzen Meeres klar.

Die charakteristischste Eigenschaft des Schwarzmeerwassers ist der sich in ihm befindliche Schwefelwasserstoff (H_2S).

Die oberflächlichen Wässer des Schwarzen Meeres enthalten keinen Schwefelwasserstoff. Jedoch in der Tiefe von 200 Metern und noch grösseren Tiefen ist der Schwefelwasserstoff ein beständiger Bestandteil des Meerwassers.

In dieser Hinsicht ist das Schwarze Meer ein Unikum, da die Wässer anderen Meerbassins keinen Schwefelwasserstoff enthalten. Nur in Ausnahmefällen erscheint diese Substanz in der Zusammensetzung des Meerwassers, aber auch dann ist ihre Menge entweder ganz gering, wie es im Kaspischen Meer der Fall ist, oder aber ist sie lokal, oder beschränkt, wie es in manchen

Fjorden in der Nähe der Skandinavischen Halbinsel der Fall ist, zu finden.

Die Bedeutung des Schwefelwasserstoffes für die Flora und Fauna, so auch für andere Vorgänge im Schwarzen-Meere wird uns klar werden, wenn wir einerseits seine grosse Giftigkeit, und andererseits — seine bedeutende chemische Aktivität vor Augen haben.

Trotz der ausschlaggebenden Bedeutung der chemischen Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers für den ganzen Komplex von Erscheinungen, die in den Tiefen, an der Oberfläche und naher Umgebung des Schwarzen Meeres vor sich gehen, ist darauf verhältnismässig spät die Aufmerksamkeit gelenkt worden.

Die ersten Angaben über die chemische Zusammensetzung des Schwarzen Meeres finden wir bei *F. Göbel*. Sie datieren von 1842 und betreffen die Wasserproben, die von *Göbel* im Jahre 1838 während einer Reise in Südrussland genommen wurden.

Im Jahre 1852 untersuchte *Chr. Gasshagen* zwei Proben des Schwarzmeerwassers, die er vom Krimufer entnommen hatte. — Nach diesen Daten sind auch von anderen, namentlich russischen Chemikern, wie *Pisani*, *Werigo*, *Perschke* usw. Untersuchungen über die Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers gemacht worden, nur waren ihre Angaben unvollkommen.

Eine systematische Untersuchung am Schwarzen Meer beginnt vom Jahre 1890. Während dieses und folgender Jahre wurden Expeditionen für allseitige Erforschung des Schwarzen Meeres unternommen. In diesen Expeditionen nahmen die russischen Gelehrten *J. B. Spindler* (Geographie), *Baron Wrangel* (Physiker), *P. Andrussoff* (Geologe), *A. A. Lebedinzeff* (Chemiker) und *A. Ostroumoff* (Biologe) Anteil.

Eines der wichtigsten Resultate der Expedition von 1890 war die Entdeckung, dass in den Tiefen des Schwarzen Meeres sich Schwefelwasserstoff befindet. Die ausführliche Nachprüfung dieser Tatsache ist eines der wichtigsten Objekte der Expedition im Jahre 1891. Hier wollen wir einige von den erhaltenen Resultaten angeben: An 54 Stellen von 182 Meter Tiefe sind Wasser nach Schwefelwasserstoff geprüft worden, und an nur 14 Stellen wurden positive Resultate erhalten. Von Tiefen mehr als 200 Meter sind Wasser aus vielen Orten untersucht worden und in allen Fällen wurde Schwefelwasserstoff festgestellt. So dass in Tiefen über 200 Meter der Schwefelwasserstoff einen beständigen Bestandteil des Schwarzmeerwassers darstellt. Seine Menge wächst mit der Tiefe. Das ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen:

Tiefe	182 M.;	H ₂ S	—	33 cm ³	in 100 L. Wasser	(bei 0° und 760 mm)
365	.	.	—	222	.	.
1737	.	.	—	555	.	.
2166	.	.	—	655	.	.

Diese Angaben betreffen verschiedene Tiefen ein und derselben Stelle. Aus dem ist zu ersehen, dass die Menge des Schwefelwasserstoffes wächst und anscheinend strebt nach einem Maximum.

Von den übrigen chemischen Angaben sind, wie bei den Tiefmeerexpeditionen am Schwarzen Meer, so auch bei den anderen, die kurz darauf unternommen wurden, folgende am wichtigsten.

Die Angaben von *Lebedinzeff* zeigen, dass die Chlormenge in einem Liter Wasser variiert. Auf der Oberfläche beträgt sie 6,09 gr bis 9,89 gr. Die niedrigen Zahlen betreffen die Stellen auf dem Wege zur Meerenge von Kertsch. Die Chlormenge wächst auf dem Wege zum Bosphor. Sie wächst mit dem Tiefenanstieg und dabei anfangs rasch, daraufhin langsamer. Dasselbe bezieht sich auch auf die allgemeine Salzigkeit des Wassers, die *Lebedinzeff* berechnet hat, sei es nach den Angaben der Chlormenge, sei es nach den Angaben des spezifischen Gewichts.

Die Angaben für die organischen Substanzen zeigen, dass ihre Menge im offenen Meer unbedeutend ist und grösser ist am Ufer von Odessa.

Die Menge der gelösten Gase (Sauerstoff und Stickstoff) variiert in verschiedenen Tiefen von 10,75 bis 17,75 ccm für einen Liter Wasser bei 0° und 760 mm. *Lebedinzeff* fand in den Gasen des Schwarzmeerwassers kein freies Kohlendioxyd. Was den Sauerstoff anbetrifft, so sinkt seine Menge rasch mit der Vergrößerung der Tiefe, und ist normal an der Oberfläche. So wurde z. B. an einem Orte gefunden, dass die oberflächlichen Wasser 23,0 ccm Sauerstoff und Stickstoff enthalten, und in der Tiefe von 182 Metern die Gasmenge etwa 14,8 ccm beträgt und jetzt fast ausschliesslich aus Stickstoff besteht.

Der grösste Teil der Resultate von den Tiefwasserexpeditionen während der Jahren 1890/91 sind vom chemischen Standpunkt aus oberflächlich und unvollkommen. Viel wichtiger sind in dieser Richtung die Untersuchungen von *S. Kolotoff*, der eine volle chemische Analyse von 6 Schwarzmeerwasserproben angestellt hat, die an verschiedenen Stellen und verschiedenen Tiefen während der Expedition 1891 genommen wurden.

Die Resultate der Tiefwasserexpeditionen in den Jahren 1890/91 weckten zweifellos ein grösseres Interesse für die chemische Zusammensetzung der Schwarzmeerwasser. Zur Erklärung der Erscheinungen in ihm selbst und insbesondere zur Erklärung der Abstammung des Schwefelwasserstoffes (H_2S) wurden mehrfache Untersuchungen angestellt und neue Expeditionen sei es im Schwarzen-See selbst, sei es in die ihm benachbarten Asowschen-, Kaspischen- und Marmara-See unternommen.

Von den neueren Untersuchungen über das Schwarze Meer in chemischer Hinsicht sind diejenigen von *N. M. Knipowitsch*, sowie auch diese von *B. L. Isatschenko* und *A. Egorowa* von Bedeutung; sie stellten sich zum Ziel, die Grenzen der Verbreitung des H_2S festzustellen, und seine Herkunft zu erklären.¹⁾

Der gemachte kurze Überblick über die Resultate der chemischen Untersuchungen am Schwarzen Meer deuten auf das grosse Interesse, das diese Untersuchungen darstellen. Derselbe Überblick zeigt ebenfalls, dass systematische Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers viel weniger gemacht wurden, als notwendig war. Das waren die Beweggründe, die uns dazu brachten, zusammen mit meinem Kollegen Prof. *M. Chadschlew*, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers an unseren Ufern zu unternehmen.

Diese Untersuchungen konnten wir dank der materiellen Unterstützung, die wir vom Fond für wissenschaftliche Ziele an der Universität bekommen haben, beginnen und zu Ende führen.

Damit unsere so auch fremde Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Schwarzen Meeres deutlicher werden, müssen folgende wichtigere Tatsachen vor Augen gehalten werden:

1) Das Bassin des Schwarzen-Meeres stellt einen Tiefen Kessel dar, der hauptsächlich aus den grossen Flüssen Donau, Dnester, Buck, Dnepr und Don gefüllt wird.

2) Durch die Meerenge von Kertsch fliesst leicht gesalztes Wasser aus dem Asowischen Meer dem Schwarzen Meer zu, und stärker gesalzenes Wasser ins Asowische Meer aus dem Schwarzen Meer ab. Das heisst, das Schwarze Meer salzt die Wässer des Asowischen Meeres.

3) Das Schwarze Meer ist durch den Bosphorus mit dem Marmara Meer verbunden, und das letzte durch die Dardanellen-Strasse mit dem Ägäischen- und Mittelländischen Meer. Dabei passieren die verhältnismässig leicht gesalzenen Wässer der oberflächlichen Strömung des Bosphorus vom Schwarzen Meer in das Marmara Meer: und ein anderer Strom, der die untere Strömung des Bosphorus trägt, trägt in das Schwarze Meer die stark gesalzenen Wässer des Marmara Meeres, bzw. des Ägäischen und Mittelländischen Meeres.

4) Die geologischen Untersuchungen zeigten, dass das jetzige Schwarze Meer einen Teil des ehemaligen grossen süsswässrigen Sarmatischen Meeres darstellt, welches sich vor nicht viel von uns entfernten geologischen Epochen in seinen heutigen

¹⁾ In den letzten Jahren wurden Untersuchungen über das Schwarzmeerwasser auch von rumänischen Chemikern angestellt: *S. H. Stobozianu*, Archives of medical Hydrology 11 (1933), 117.

Zustand umwandelte, indem es sich mit dem Mittelländischen Meer verband und salzig wurde.

* * *

Unsere Forschungen über die Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers begannen im Jahre 1922 und vollendeten im Jahre 1926¹⁾. Wir untersuchten 8 Wasserproben. Die Proben wurden an unserem Meerufer genommen und dabei entweder von einer und derselben Stelle, aber in verschiedenerer Zeiten, oder von verschiedenen Stellen, oder 90 km ins Meerinnere, oder aus einer Tiefe von 290 Metern. Diese Proben wurden einer systematischen und genauen chemischen Untersuchung unterworfen. Die wichtigsten Resultate dieser Untersuchungen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

TABELLE 1.

Die Zusammensetzung der Wasser, ausgedrückt als chemische Individuen für 1000 gr Wasser

Nr des Wassers	Spezifisches Gewicht	Natriumchlorid, NaCl	Natriumbromid, NaBr	Kaliumchlorid, KCl	Magnesiumchlorid, MgCl ₂	Magnesiumsulfat, MgSO ₄	Magnesiumbicarbonat, Mg(HCO ₃) ₂	Calciumsulfat, CaSO ₄	Trockenrückstand
1	1·0128	13·5634	0·0428	—	1·5206	0·9444	0·2180	0·7189	16·9156
2	1·0134	13·9053	0·0440	0·3158	1·6040	0·9507	0·2390	0·8245	17·7729
3	1·0125	12·2016	0·0416	0·3278	1·4764	0·8800	0·2673	0·7420	15·8244
4	1·0134	13·3344	0·0599	0·3110	1·6353	0·9377	0·2634	0·8456	17·2761
5	1·0134	13·9152	0·0668	—	1·6061	0·9532	0·2814	0·8245	17·6190
6	1·9135	14·7412	0·0577	0·3223	1·6855	0·9137	0·2461	0·8656	17·7287
7	1·0146	14·0371	0·0461	0·3539	1·7787	0·9643	0·2388	0·8799	18·2035
8	1·0168	17·9760	0·0626	—	2·1003	1·2002	0·2663	1·0219	22·5155

¹⁾ Siehe ausführlicher über diese Frage: Chemische Untersuchungen über die Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers und einiger unserer Seen am Schwarzen Meer. Von Z. Karaoglanov und M. D. Chadschiev. Jahrbuch der Univ. Sofia, Phys.-Mathem. Fakultät, Bd. 22, 4. II. (1926), S. 133—220. — Siehe auch Zeitschrift f. Chemie u. Industrie 4, (1927), 64.

TABELLE 2.

Die elementare Zusammensetzung für 1000 gr. Wasser.

Nr des Wassers	Kaliumion, K	Natriumion, Na	Calciumion, Ca	Magnesiumion, Mg	Chlorion, Cl	Bromion, Br	Sulfation, SO ₄	Hydrocarbonat-ion, HCO ₃	Organische Substanzen
1	—	5·3398	0·2116	0·6153	9·3655	0·0339	1·2609	0·1818	—
2	0·1656	5·4806	0·2426	0·6414	9·7796	0·0342	1·3400	0·1993	—
3	0·1719	4·8095	0·2184	0·5992	8·6567	0·0323	1·2258	0·2229	0·0040
4	0·1631	5·2595	0·2489	0·6507	9·4539	0·0465	1·3445	0·2195	0·0060
5	—	5·4754	0·2427	0·6726	9·7177	0·0519	1·3424	0·2345	0·0023
6	0·1690	5·4189	0·2548	0·6760	9·7436	0·0448	1·3399	0·2051	0·0046
7	0·1882	5·5329	0·2590	0·6887	10·0087	0·0258	1·3904	0·1991	0·0047
8	—	7·4797	0·3008	0·8231	12·0743	0·0486	1·6788	0·2220	—

Herkunft der Proben

- № 1. Aus Varnaer Hafen, genommen am 15. IX. 1922.
 № 2. Aus Varnaer Hafen, „ „ 12. XII. 1922.
 № 3. Aus Varnaer Hafen, „ „ 15. VIII. 1925.
 № 4. Aus Atanaskioj's Ufer. „ „ 10. VIII. „
 № 5. Aus Anchialo's Ufer „ „ 7. VIII. „
 № 6. Aus Sosopol's Ufer „ „ 9. VIII. „
 № 7. Aus der Oberfläche, 90 km ins Meeresinnere 18. VIII. „
 № 8. Aus 290 M. Tiefe, 90 km ins Meeresinnere. 18. VIII. „

Es ist mir nicht möglich, an dieser Stelle eine ausführliche Übersicht der obigen Angaben zu machen, und deshalb werde ich mich begnügen einige allgemeine Schlüsse von ihnen zu ziehen, die uns zu einem wahren Charakteristicum des Schwarzmeerwassers führen werden.

Unsere Angaben für die Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers zeigen:

1. Dass die Proben des Meerufers bei Varna, Anchialo, Burgas, und Sosopol der quantitativen Zusammensetzung nach in nicht weiten Grenzen variieren.

2. Im Zusammenhang damit, ob das Wasser vom Meeresufer, aus dem Meersinnern oder grosser Meerestiefe genommen ist, ist der Unterschied in der quantitativen Zusammensetzung bedeutend. Am verdünntesten ist das Uferwasser, konzentrierter ist das Weitmeerwasser und am konzentriertesten ist das Tiefmeerwasser.

Von grösserem Interesse ist ein *vergleichendes Studium* unserer Angaben über die Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers. Zu diesem Zweck werde ich diese Angaben entweder mit anderen Angaben über die Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers, oder mit den Angaben über die quantitative Zusammensetzung anderer Meer- und Ozeanwässers vergleichen. Dieses vergleichende Studium zeigt:

1. Dass die Wässer des bulgarischen Schwarzmeeres etwas konzentrierter sind als die russischen Schwarzmeereswässer.

2. Das Schwarzmeerwasser ist nahe 1·5 Mal konzentrierter als dasjenige am Asowisches Meer. Was die relativen Mengen der einzelnen Bestandteile dieser zwei Meere anbelangt, so ist der Unterschied nicht wesentlich.

3. Das Wasser des Kaspischen Meeres ist weniger salzig als dasjenige des Schwarzen Meeres, aber auch die relativen Mengen der einzelnen Bestandteile dieser zwei Meere unterscheiden sich wesentlich.

4. Das Wasser der oberen Bosphorusströmung ist — der quantitativen Zusammensetzung nach — fast demjenigen des Schwarzen Meeres identisch; das Wasser der unteren Bosphorusströmung ist bedeutend konzentrierter als dasjenige des Schwarzen Meeres.

5. Die Untersuchungen von A. A. *Lebedinzeff* über das Marmara Meer zeigen, dass die Konzentration seiner Wässer im allgemeinen grösser ist als diejenige des Schwarzen Meeres und mit der Tiefe immer mehr zunimmt. Dieselben Untersuchungen zeigen, dass je südlicher man ins Marmara Meer hineingeht, desto mehr gleicht sich der Unterschied in der Konzentration des oberflächlichen Wassers mit der aus der Tiefe aus und nähert sich der Zusammensetzung des Mittelländischen Meeres.

6. Die Konzentration des Mittelmeerwassers ist nahe zwei Mal grösser als diejenige des Schwarzmeerwassers aus dem Meeresinneren. Fast dasselbe gilt auch für die Konzentration der Ozeanwässer.

* * *

Über den genetischen Zusammenhang zwischen dem Schwarzmeerwasser und den Wässern anderen Wasserbassins werden wir von folgenden Tatsachen unterrichtet.

Es ist seit langem bekannt, dass zwischen den einzelnen Bestandteilen des Meerwassers so auch der Ozeanwässer ein genaues quantitatives Verhältnis besteht. Ausgehend aus dieser

Tatsache berechneten und verglichen wir einige der wichtigeren Verhältnisse zwischen den Bestandteilen des Schwarzmeerwassers mit denjenigen anderen Meer- und Ozeanbassins. Die Schlüsse dieser Berechnung und Vergleiche sind folgende:

1. Das Verhältnis zwischen der allgemeinen Salzigkeit und der Chlormenge bewegt sich für die Schwarzmeerwässer sowie für die Wässer des Asowischen Meeres, Bosporus, Mittelländischen Meeres und Ozeanwässer in den gleichen Grenzen.

2. Das Verhältnis zwischen der Menge der Sulfat- und Chlorionen bewegt sich in den Grenzen von 12·24 bis 14·53 für die Wässer des Schwarzen Meeres, Mittelländischen Meeres, Ozeans usw. Folglich ist auch in dieser Hinsicht das Schwarzmeerwasser nicht von den typischen Ozeanwässern verschieden.

3. Das Verhältnis zwischen der Kalziummenge und Chlormenge des Schwarzmeerwassers bewegt sich in den Grenzen von 2·15 bis 2·62. Auch in dieser Hinsicht nähern sich die Wässer des Schwarzen Meeres, Bosporus, Mittelländischen Meeres und denen der Ozeane.

Aus diesem Übersicht können wir schliessen, dass trotzdem das Schwarzmeerwasser bedeutend verdünnter ist als das Mittelmeerwasser und das Ozeanwasser, dem Charakter, Herkunft und Verhältnissen seiner Bestandteile nach, mit kleinen Ausnahmen, den typischen Ozeanwässern gleich ist. Damit werden die Behauptungen von A. A. Lebedinzeff u. a. russischer Forscher, die darin bestehen, dass das Schwarze Meer sich nach chemischer Zusammensetzung und nach Charakter wesentlich von den anderen Meerbassins unterscheidet, wiederlegt.

* * *

Als wir uns zum Ziel stellten, das Schwarze Meer in chemischer Hinsicht zu studieren, hatten wir auch den Gehalt und die Herkunft des Schwefelwasserstoffes vor Augen. Unsere erste Aufgabe in dieser Richtung war zu prüfen, ob in den Tiefen des Schwarzen Meeres längs unserer Ufern Schwefelwasserstoff (H_2S) enthalten ist. Dies gelang uns dank dem Beistand der Marineverwaltung der Stadt Varna und ebenfalls Dank dem Vorstand der Fischerschule derselben Stadt. Am 8. VIII. 1925 unternahmen wir in dem tiefen Meer drei Sonden: 1) in der Tiefe von 130 Meter; hier konstatierten wir keinen Schwefelwasserstoff; 2) in der Tiefe von 230 Meter; hier konstatierten wir Schwefelwasserstoff; 3) in der Tiefe von 290 Meter; hier konstatierten wir ebenfalls freien Schwefelwasserstoff.

Das will heissen, dass auch an unsern Ufern das Schwarzmeerwasser H_2S enthält. Eine genauere Nachprüfung dieser Tatsache setzte Einrichtungen voraus, die uns nicht zur Verfügung

standen. Und deshalb werde ich bei der Betrachtung der interessanten Frage über die Herkunft des H_2S ausser den schon berichteten Tatsachen noch folgende vor Augen haben:

1. Die vom Ufer entfernten Wässer des Schwarzen Meeres sind bis zur Tiefe von 40—46 Meter homohalin, d. h. ihr Salzgehalt ist gleich und nahe 18 ‰. Von dieser Tiefe ab beginnt eine langsame Vermehrung der Salzigkeit, die ihr Maximum bei nahe 900 Meter erreicht und von dieser Tiefe ab wird das Wasser wieder homohalin und ihr Salzgehalt beträgt nahe 22.5 ‰.

2. Der Schlamm des Schwarzmeergrundes enthält Ferrosulfid und Ferrihydrat.

3. Das Schwarze Meer ist ein tiefes Wasserbassin. Seine durchschnittliche Tiefe beträgt nahe 1,200 Meter, und seine allergrösste gemessene Tiefe 2,244 Meter.

Von den vorgeschlagenen Hypothesen über die Herkunft des H_2S im Schwarzen Meer war bis vor kurzem die Hypothese von *N. Andrussoff* die alleranerkannteste. Dieser Hypothese nach führt das H_2S ihren Ursprung vom Eiweiss der Organismen, ausgestorben in der Periode, wo das Schwarze Meer von einem süsswässerigen Meer — Sarmatischen Meer — sich in die heutige Form unwandelte.

Als das wichtigste Argument zur Bestätigung dieser Hypothese dient die festgestellte Tatsache, dass am Meeresgrunde Abfälle von Süsswassertieren gefunden wurden. Zu ihrem Vorteil wird auch die Erwägung angeführt, dass wegen des katalinischen Charakters des Schwarzen Meeres, d. h. da mit der Vergrösserung der Tiefe des Wassers die Konzentration der in ihm gelösten Substanzen sich vermehrt, ist die senkrechte Zirkulation auf einer verhältnismässig dünnen Schicht beschränkt und folglich kein Sauerstoff von der Luft in die Tiefen eindringen kann, oder mit anderen Worten gesagt, sie können nicht durchlüftet werden.

A. A. Lebedinzeff widersetzt sich der Hypothese von *Andrussoff*. Nach ihm stammt der Schwefelwasserstoff (H_2S) im Schwarzen Meer von den Sulfaten ab, die sich aus organischen Stoffen zu Sulfiden reduzieren, die letzteren hydrolysieren und freien H_2S bilden. Zur Bestätigung dieser Hypothese werden folgende Argumente angeführt: 1) die gleichmässige Verteilung des H_2S in den Tiefen des Schwarzen Meeres; 2) die verhältnismässig grosse Sulfatmenge und 3) der schwache Zutritt des Sauerstoffes in die Tiefen des Schwarzen Meeres.

N. D. Selinski findet die Hypothese von *N. Andrussoff* für unwahrscheinlich. Er hat bakteriologisch den tiefen Meereschlamm des Schwarzen Meeres studiert, hat die Anwesenheit von Mikroorganismen bewiesen, die die Fähigkeit besitzen die

Sulfate zu reduzieren und H_2S abzugeben. Diesen Mikroorganismen schreibt *N. D. Selinski* die Bildung des H_2S zu.

Auch andere Forscher unterstützen die Hypothese der bakteriellen Abstammung des H_2S im Schwarzen Meer. *M. A. Egunoff* behauptet, der ganze H_2S stamme von Bakterien ab, die die Fähigkeit besitzen, H_2S abzugeben und dabei wie von den Sulfaten, so auch vom Eiweiss. *B. L. Isatschenko* und *A. A. Egorowa* gelangen auf Grund umfangreicher Untersuchungen zum Schluss, dass die Bildung von H_2S im Schwarzen Meer auf organischen Stoffen und Sulfaten beruht. Von diesen beiden Quellen spielt die zweite die Hauptrolle. Unter dem Einfluss der Bakterien, die sich in grossen Mengen in dem oberflächlichen so auch im tiefen Schlamm des Schwarzen Meeres befinden, geben die Sulfate reichlich Schwefelwasserstoff ab.

Nach dem bis jetzt Gesagtem werde ich mir erlauben, einen kritischen Überblick über die obigen Hypothesen zu machen. Ihr Grundfehler ist, dass sie erfordern, dass das Verhältnis von $SO_4:Cl$ für die tiefen Schwarzmeerwässer kleiner sei, als für die oberflächlichen Wässer. Die Resultate der bisherigen Untersuchungen unterstützen nicht diese Erforderung der Hypothesen. Mit ihnen stimmen auch folgende Tatsachen nicht überein:

1) In dem Schwarzmeerwasser ist kein Kohlendioxyd enthalten, auch sind weder Ammoniak, noch Nitrate oder andere Fäulnisprodukte festgestellt;

2) Die Menge der organischen Stoffe ist im Schwarzmeerwasser im allgemeinen gering;

3) Zum chemischen Reduktion der Sulfate in Sulfide bedarf es Körper mit grossem Reduktionspotential, deren Anwesenheit im Schwarzen Meere nicht bestätigt ist.

4) Nach den angezählten Hypothesen ist der katohaline Charakter des Schwarzen Meeres die wichtigste und indirekte Ursache zur Bildung des Schwefelwasserstoffes (H_2S). Dank dem letzteren ist der Zutritt von Sauerstoff in die Meerestiefen beschränkt und dieses ermöglicht Prozesse, die durch die Abwesenheit des Sauerstoffs begünstigt werden. Meiner Ansicht nach kann die Bedeutung dieser Tatsache nicht so gross sein, da auch das Marmara Meer und Nordeismeer usw. katohalinen Charakter und zwar in grösserem Umfang besitzen und in ihren Wässern ist trotzdem kein H_2S konstatiert worden.

Ausserdem gibt es Tatsachen, die uns zeigen, dass die Sauerstoffzufuhr auch in den Tiefen des Schwarzen Meeres nicht so sehr beschränkt ist. Hier sind einige von diesen Tatsachen angeführt:

Es ist bekannt, dass die H_2S -Menge im Schwarzen Meere

in den Tiefen grösser ist, vermindert sich jedoch und verschwindet gegen die Oberfläche. Diese Tatsache kann nur mit der Annahme erklärt werden, dass der Sauerstoff in die Tiefen des Schwarzen Meeres eindringt, nun wird aber seine Menge hier geringer, da er den H_2S oxydiert. Also ist nach dieser Auffassung die verminderte Sauerstoffmenge in den Tiefen nicht die Ursache zur Bildung des Schwefelwasserstoffes, sondern Folge der Anwesenheit von H_2S im Schwarzen Meere.

Auf Grund der gemachten kritischen Bemerkungen gelangt man zum allgemeinen Schluss, dass die vorliegenden Hypothesen nicht genügend alle bekannten Erscheinungen, die in Zusammenhang mit dem Schwefelwasserstoff im Schwarzen Meere stehen, erklären. Ob das jedoch auf der Fehlerhaftigkeit der Hypothesen selbst beruht, oder auf der Unvollkommenheit unserer Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers, wird erst nach genaueren allseitigen und erschöpfenden Studien des Schwarzmeerwassers klar werden.

* * *

Mein Thema würde wesentlich unvollkommen sein, wenn ich nicht einige Worte über die praktische Bedeutung der Salze, die das Schwarzmeerwasser enthält, sage. Wie bekannt, ist das Meerwasser das Ausgangsmaterial zum Erhalten von verschiedenen, für den Menschen nützlichen Stoffen, von denen zweifellos das Natriumchlorid oder Kochsalz am wichtigsten ist. Zum Glück wird das Schwarzmeerwasser bei uns zum Gewinnen von Kochsalz benutzt.

Der Reisende, der zu Lande in den heissen Sommermonaten oder im Herbst zwischen Messemvria und Anchialo reist, kann sich an folgender Landschaft ergötzen. In der nahen und entfernten Umgebung der Stadt Anchialo, hie und da und dabei ziemlich oft, streichen weisse Haufen vorüber, die Soldatenlager ähnlich sind. Das sind regelmässig aufgebaute Haufen von Meersalz, Erzeugung der Anchialischen Salzanlagen. Diese grossen Salzengen deuten auf das grosse Nationalreichtum des Schwarzmeerwassers. Ich möchte noch hinzufügen, dass nach historischen Angaben, in den Anchialischen Salzanlagen Kochsalz schon seit dem IX Jahrhundert erzeugt wurde.

An unserem Schwarzmeerufer nordöstlich von Burgas sind ebenfalls die Atanaskiojschen Salzanlagen angelegt. In denen wird Kochsalz seit 1922 erzeugt, und in kurzer Zeit erreichte diese Erzeugung verhältnismässig grossen Umfang.

Im Bereiche des heutigen Bulgariens wurde versucht, Kochsalz auch in der Nähe der Stadt Sosopol zu erhalten; und in unserem ehemaligen Baltschik wurde ebenfalls, obschon in geringeren Mengen, aus dem Schwarzmeerwasser Salz gewonnen.

Das Gewinnen von Kochsalz oder Natriumchlorid in den Salzanlagen ist auf der allmählichen Konzentration des Meerwassers und Auskrystallisieren des sich in ihm befindenden Natriumchlorids unter dem Einfluss der Sonnenwärme und Luftdurchzug begründet. Um diesen Prozess zu beschleunigen und das Natriumchlorid in reinem Zustande zu gewinnen, bedarf es einiger Besonderheiten im Bau der Meersalzanlagen (Salzgarten).

Gewöhnlich sind sie folgendermassen eingerichtet. Durch einen Kanal wird das Meerwasser in einen grossen und flachen natürlichen Becken hineingetrieben, wo es sich abklärt und sich gleichzeitig erwärmt und konzentriert. Aus diesem Becken wird das Wasser in einen anderen, kleineren, jedoch wieder natürlichen Becken hineingeführt, wo seine Abklärung und Konzentrierung fortsetzt. Darauf wird das Meerwasser mit Hilfe spezieller Kanäle in eine Reihe kleiner und flacher Verdampfungsbassins eingeführt, die untereinander durch Stege getrennt sind, mit Brettern und Erde ausgemauert, und durch kleine Öffnungen verbunden, die nach Wunsch geschlossen werden können. Durch diese Becken zirkulierend, konzentriert sich das Wasser noch mehr, wobei die unter den vorhandenen Bedingungen schwer löslichen Bestandteile, wie Kalziumsulfat, Magnesiumcarbonat u. a. beginnen auszukristallisieren oder bilden einen Niederschlag. Das so konzentrierte und abgeklärte Wasser wird durch spezielle Kanäle in Krystallisationsbecken oder Krystallisatoren eingeführt. Die letzteren sind kleiner und seichter als die voranstehenden Becken, sind ihnen jedoch der Einrichtung nach ähnlich. Ihr Boden ist mit fettigem festem Ton bedeckt.

In den Krystallisatoren erreicht das Wasser eine noch grössere Oberfläche, die Verdunstung setzt fort, und aus ihm beginnt das Natriumchlorid auszukristallisieren. Und nachdem das Wasser soweit konzentriert ist, dass zusammen mit dem Natriumchlorid auch andere Salze auszukristallisieren anfangen, dann wird die übriggebliebene Flüssigkeit, genannt Mutterlauge oder Lauge, ausgezapft, in den Krystallisor frisches konzentriertes Wasser eingeführt, und das wiederholt sich so lange, bis sich am Boden des Krystallisators eine bedeutend dicke Schicht Salz gebildet hat. Dann lässt man die Lauge abfliessen, das Salz wird zerbrockelt, in kleine Haufen im Krystallisor gesammelt, und nachdem die Lauge abgelassen ist, wird es den Krystallisatoren entlang in speziell zugerichtete Stellen gebracht und in grössere Mengen angehäuft, bleibt dort für längere Zeit zur Durchlüftung, zum Trocknen und wird endlich aufgestapelt.

* * *

Die Untersuchungen, die ich und mein Kollege *M. D. Chadshiev* über die Zusammensetzung des Schwarzmeerwassers

unternommen haben, zielten unter anderem den Zusammenhang zwischen dem Schwarzmeerwasser und den Seen längs unserem Schwarzmeerufers zu verfolgen, wie auch die Haupt- und Abfallprodukte der Salzanlagen in Anchialo und Atanaskioj zu studieren. Anlass zur Erweiterung unserer Untersuchungen über die Erzeugung unserer Salzanlagen gab uns der Umstand, dass in dieser Richtung fast keine Untersuchungen gemacht worden waren, und wie aus dem folgenden zu ersehen sein wird, verdient diese Seite der Frage unsere Aufmerksamkeit.

Wir untersuchten Wasserproben der in Frage kommenden Seen in verschiedenen Zeiten; wir untersuchten ebenfalls Salzproben verschiedener Rekolten, auf verschiedene Weise erhalten und in verschiedenen Zeitperioden aufbewahrt; wir untersuchten die Abfallprodukte in verschiedenen Perioden der Erzeugung usw. Es ist mir unmöglich, nicht einmal kurz mich bei diesen Untersuchungen aufzuhalten¹⁾. Ich werde mich damit begnügen nur ihre wichtigsten Resultate mitzuteilen.

Systematische Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Wasser der Anchialischen Seen zeigten, dass sie sich dem qualitativen Gehalt nach nicht von den Schwarzmeereswässern unterscheiden. Auch ist ihre Konzentration nicht nur grösser als diejenige des Schwarzmeerwassers, sondern übertrifft auch diejenige der Mittelländischen- und Ozeanwässer. Dabei ist das Wasser des kleinen Sees konzentrierter als dasjenige des grossen Sees.

Das vergleichende Studium der Beziehungen zwischen den einzelnen Bestandteilen der Wasser beider Anchialoseen zeigte, dass die relativen Mengen einiger Bestandteile dieser Seen sich in kleinerem oder grosserem Masse von denen des Schwarzen Meeres unterscheiden. Diese Tatsache kann befriedigend erklärt werden, wenn man folgendes vor Augen hat: 1) die Veränderungen, die in den Bestandteilen des Meerwassers während der Konzentration stattfinden; 2) der Einfluss, den die Salzanlagen auf den quantitativen Gehalt der Wasser beider Seen ausübt und 3) der Einfluss des Süsswassers, das durch Ströme und Regen in die Seen einfliesst.

Unsere Angaben zeigten, dass die Anchialo-Seen vom Meer abstammen und dass die von einigen Forschern ausgesagte und unterstützte Annahme, die Anchialo-Seen verdanken ihre Salzigkeit den Mineralquellen oder der Ausspülung unterirdi-

¹⁾ Siehe ausführlicher über diese Frage „Chemische Untersuchungen über die Produkte der Salzanlagen in Anchialo, Atanaskioj und Prowadia“. Von Z. Karaoglanov und M. D. Chadschiev. Jahrbuch der Univ. Sofia, Phys.-Mathem. Fakultät, Bd. 22. (1926). S. 235—351.

scher Salzsichten, ist unbegründet. Was die Konzentration ihrer Wässer anbetrifft, so ist sie deshalb grösser als diejenige des Schwarzen-Meeres, weil wegen der relativ grösseren Oberfläche des Wassers die Ausdünstung der Anchialo-Seen rascher vor sich geht und weil in ihnen das Wasser minder durch Süsswasserströme verdünnt wird.

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Atanaskiojschen Sees steht demjenigen des grossen Anchialo-Sees sehr nahe. Folglich ist die Konzentration seiner Wässer ebenfalls grösser als diejenige des Schwarzen Meeres. Bezüglich der Ursachen dieser Tatsache und des Ursprungs des Atanaskiojschen Sees trifft das für die Anchialo-Seen Gesagte zu.

* * *

Wir wollen uns jetzt bei unseren Salzanlagen aufhalten. Die Gewinnung des Kochsalzes in den Anchialischen Salzwerken geht in zweierlei Weise vor sich: *Anchialischen* und *Fotschanischen*. Die erste ist primitiver, die zweite vollkommener. Der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Verfahren zur Gewinnung von Salz besteht in Aufbau der Krystallisatoren und im Grade der Wasserverdunstung.

Unsere Resultate von der quantitativen Untersuchung der Salze, die auf diese zwei Weisen erhalten und unter verschiedenen Bedingungen genommen wurden, zeigten:

1. Dass das nach Fotschaner Art erhaltene Salz erstklassig ist. Es ist reiner als dasjenige, erhalten nach Anchialer Art. Jedoch ist das Salz, das nach Anchialer Art erhalten wird, nicht so sehr unrein und so niedriger Qualität, wie es früher einmal war und wie es in fremder Literatur angeführt ist.

2. Die Qualität des Salzes hängt ausser von der Art seiner Herstellung noch davon ab, ob es direkt aus dem Krystallisator oder aber nach andauerndem Liegen im Haufen oder im Depot genommen wird. Diese Tatsache steht im Zusammenhang mit dem Reifungsprozess, der im Salze vor sich geht. Aus unseren Angaben folgt, dass das Salz sich bei diesem Prozess von den Kalium- und Magnesiumsalzen befreit. Die letzteren fliessen von den Haufen zusammen mit dem mechanisch beigemischtem und hygroskopischen Wasser ab.

Unsere Untersuchungen über die Zusammensetzung der Laugen, gewonnen auf Anchialer und Fotschaner Art, zeigten, dass die Laugen, gewonnen nach Anchialer Art, ärmer sind an Natrium- und Kaliumsalzen, und reicher an Magnesiumsalzen, als diejenigen, die nach Fotschaner Art gewonnen werden. Andererseits ist die Salzmenge der Anchialen Lauge grösser. So kann

der grössere Gehalt an Magnesiumsalzen und anderen Beimischungen im Salze, gewonnen auf Anchialer Weise, erklärt werden.

Die Gewinnung des Kochsalzes in den Atanaskiojschen Salzwerken geht auf einer Weise vor sich, die der Fotschianischen ähnlich ist, nur sind hier die Krystallisatoren bedeutend grösser. Unsere Untersuchungen zeigten, dass das Atanaskiojsche Salz mit geringen Ausnahmen erstklassig ist. Die Variationen in seiner Zusammensetzung sind von den Umständen, unter denen der Krystallisationsprozess verläuft und von der Reifungsstufe abhängig. Im Vergleich mit dem Salze aus den Anchialischen Salzwerken, ist das Atanaskiojsche Salz besserer Qualität als dasjenige erhalten nach Anchialer Art, und ist fast ähnlich diesem, das auf Fotschaner Weise gewonnen wird.

Unsere Angaben über die Zusammensetzung der Laugen aus den Atanaskiojschen Salzwerken, verglichen mit denen über die Laugen der Anchialischen Salzwerken, zeigen, dass die Laugen der Atanaskiojschen Salzwerke reicher sind an Natriumchlorid und ärmer an Magnesiumsalze. Diese Tatsache erklärt uns warum das Atanaskiojsche Salz reiner ist als das Anchialische.

* * *

Von Interesse ist auch die folgende Statistik (Siehe Tabelle 3, S. 73) über die Gewinnung des Kochsalzes bei uns in den letzten Jahren, und ebenfalls über das in Bulgarien eingeführte Salz¹⁾.

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass die gewonnene Salzmenge in unseren Meersalzwerken mit der Zeit ansteigt. In umgekehrter Reihenfolge ändern sich die Zahlen des Einfuhrs vom fremden Salz in Bulgarien. Dieselbe Tabelle zeigt ebenfalls, dass in den letzten Jahren bei uns durchschnittlich 35.000.000 kgr. Kochsalz gewonnen wurde²⁾, während die durchschnittliche Konsumation nahe 60 Million kgr. ist.

Diese Angaben erhalten eine grössere Bedeutung wenn wir folgendes berücksichtigen. Das Natriumchlorid oder Kochsalz ist ein notwendiger Bestandteil unserer Nahrung. Die jährliche Durchschnittsmenge für einen Menschen beträgt 8 kgr, so dass in Bulgarien 50.000.000 kgr Natriumchlorid nur als Bestandteil der menschlichen Nahrung gebraucht wird. Und dabei ist bekannt, dass grosse Mengen Kochsalz für die tierische Nahrung, zum Konservieren von Fleisch, Fischen, Früchten usw. verbraucht wird.

¹⁾ Statistischer Jahresbericht des bulg. Reichs. Jg. XXIII (1931), S. 343.

²⁾ Von dieser Erzeugung der Prowadischen Salzwerke stammen 2.000.000 bis 3.000.000 kgr, deren Ausbeutung im Jahre 1926 begonnen hat. Das übrige stammt aus den Meeressalzanlagen.

TABELLE 3.

Jahr	Jährliche Erzeugung von Kochsalz	Einfuhr	Ausfuhr	Übriggeblieben zu Konsumation
1900	12,315,700 krp.	30,429,114 krp.	23,800 krp.	42,721,044 krp.
1905	11,991,600 „	22,715,058 „	2,716 „	34,703,942 „
1910	14,586,400 „	33,543,934 „	2,669 „	48,127,665 „
1915	10,576,400 „	31,894,158 „	14,850 „	42,455,708 „
1920	8,124,526 „	56,357,556 „	—	64,482,492 „
1925	26,497,250 „	35,514,782 „	490 „	62,011,542 „
1926	28,530,233 „	27,029,317 „	297 „	55,559,253 „
1926	47,873,300 „	23,280,535 „	—	71,153,835 „
1928	46,817,000 „	26,528,796 „	—	73,345,796 „
1929	28,846,650 „	20,589,621 „	15 „	49,436,256 „
1930	31,641,822 „	13,140,011 „	—	49,781,833 „

Ausserdem werden grosse Mengen Natriumchlorid für industrielle Zwecke verwendet, wie z. B. Durchsalzen der Seife, Rafinieren von Fetten und Oelen, Reinigung der Mineralfette, Konservieren von Pelzen, Gewinnung künstlicher Kälte, Glasieren von Tonwerken, Gewinnung von Silber und Kupfer aus ihren Erzen, usw.

Wichtiger ist die Verwendung des Natriumchlorids als Ausgangsmaterial zur Gewinnung anderer Verbindungen. Es ist das fast ausschliessliche Material zur Gewinnung folgender für die Praxis wichtigen Natrium- und Chlorverbindungen: Natriumcarbonat (Soda), Natriumbicarbonat, Natriumhydrat (Sodakaustik), Natrium sulfat (Glaubersalz), Natriumthiosulfat (Antichlor), Natrium sulfid, Natriumhypochlorid, Salzsäure, elementares Chlor, Chlorkalk, Kaliumchlorat usw.

Zu Zwecken der chemischen Industrie wird fast $\frac{1}{3}$ der totalen Welterzeugung von Natriumchlorid verbraucht. Sodass das Natriumchlorid ein Gegenstand erster Wichtigkeit ist und dabei nicht nur als Nahrung, sondern auch als Ausgangsmaterial für die chemische Industrie.

Bei uns ist der Gebrauch von Natriumchlorid für industrielle Zwecke, insbesondere als Ausgangsmaterial zur Erhaltung anderer Natrium- und Chlorverbindungen, beschränkt. Als Ursache dafür dient die noch sehr schwach entwickelte chemische Industrie.

Jedoch reifen allmählich die Bedingungen zum Schaffen einer chemischen Industrie, und eine solche wird zweifellos geschafft werden. Dann wird das Natriumchlorid auch bei uns in grösseren Mengen zu industriellen Zwecken verwendet werden und das Schwarze Meer wird zur Quelle neuer Güter werden.

Eine der wichtigsten Bedingungen zum Aufbau unserer in Frage kommenden Industrie ist das Vorhandensein des notwendigen Natriumchlorids. Aus dem oben Gesagten geht klar hervor, dass die heutige Salzgewinnung in Bulgarien nicht vollkommen den unerlässlichen Bedarf an Kochsalz befriedigen kann. Jedoch kann diese Erzeugung sich verstärken und wird sich noch mehr verstärken. Bei den Anchialischen und Atanaskiojschen Salzwerken gibt es noch Stellen, die zu Salzwerken ausgenützt werden können. Ausserdem gibt es an unserem Schwarzmeererfer noch andere Stellen, die zu Salzanlagen verwendet werden können. Schliesslich könnten auch in dieser Hinsicht die Steinsalzschiechten bei Prowadja und die dort ausgebaute Salzfabrik behilflich sein.

Sodass bei einer rationellen staatswirtschaftlichen Politik in Bulgarien in der nächsten Zukunft genügend Natriumchlorid erzeugt werden wird, und dabei wie zur Befriedigung der täglichen Bedürfnisse, so auch zur Befriedigung der Bedürfnisse der chemischen Industrie, bei der das Ausgangsmaterial das Natriumchlorid ist.

* * *

Ich möchte noch einige Worte über die Nebenprodukte bei der Gewinnung des Kochsalzes in den Salzanlagen sagen. Die Laugen sind fast der einzige Nebenprodukt bei dieser Erzeugung. In manchen ausländischen Salzanlagen werden sie, sei es zur Erhaltung minderwertigen Salzes, sei es zu balneologischen Zwecken oder schliesslich zur Erzeugung von Natriumsulfat, Kaliumchlorid, Brom u. a. verwendet.

Bei uns werden die Laugen aus den Salzanlagen hinausgeworfen, trotzdem, dass aus den Angaben über ihre chemische Zusammensetzung folgt, dass sie bedeutende Mengen Natrium-, Magnesium-, Kalium- und Bromverbindungen enthalten. Wenn man die grossen Mengen Lauge, die bei der Gewinnung von Salz in den Salzanlagen erhalten werden, vor Augen hat, so folgt, dass sie zur massenhaften Gewinnung einiger von den genannten Körpern ausgenützt werden könnten. Und das wäre

von grosser wirtschaftlicher Bedeutung und dabei vor allem aus dem Grunde, dass auf diese Weise der Preis des Hauptproduktes dieser Erzeugung (das Natriumchlorid) herabgesetzt und seine Konkurrenzfähigkeit gestiegen wäre, und weil auf diese Weise bei uns der Anstoss zu neuen Industrien gegeben werden könnte.

Dann wird das Schwarze Meer nicht nur eine Zierde unserer Meerufer sein, es wird nicht nur zur Erholung und zum-Kurort Ermüdeten und Kranker dienen, wird nicht nur die Verbindungsstelle Bulgariens mit anderen Ländern sein, wird nicht nur mit Fischen, Kochsalz usw. versorgen, sondern wird die Quelle neuer Güter für Bulgarien werden und wird neue Bedürfnisse befriedigen, zu deren Befriedigung heute im Auslande viele Millionen Lewa ausgegeben werden.
