

DER SEE KARA-GÖL (ALAGHÖZ).

M. S. KIREEWA.

Zusammenfassung.

Der See Kara-Göl liegt etwa am Gipfel des Berges Alaghöz 3195 mt. ü. M., in einer Mulde, von mittelhohen Bergen und Hügeln umgeben; nur gegen Nordwesten nähert sich dem See eine mächtige Basaltlavaanhäufung mit anderen verschiedenen Produkten vulkanischer Tätigkeit des Alaghöz.

Nordöstlich münden in den See vier Quellen, unterirdisch fließen hier aber bedeutend mehr. Die Ufern sind hier sumpfig. Westlich mündet eine recht bedeutende Quelle in den See.

Der See wird mit Tauwasser und Quellen gespeist, welche ihr Wasser augenscheinlich von den Schneefeldern des Alaghöz-Gipfels beziehen. Dank dieser Tauwasserspeisung erfährt das Seeniveau im Laufe des Jahres starke Schwankungen (1—1,5 mt.).

Die Arbeiten der Expedition fanden in der allerwärmsten Jahreszeit (4 VIII—11 VIII. 1930) statt. Es war an den Seeufnern kein Schnee mehr, nur in den nächstliegenden Klüften sah man unbedeutende Schneeflecke liegen.

Wasserpflanzen sind am See nicht zu beobachten. Die Durchsichtigkeit ist 5 mt. Wasserfärbung ist nach Forel-Uhle-Skala Nr. 10.

Hohe Seelage unter 40° n. Br. und trockenes Klima schaffen für eine Reihe Faktoren, die für das Seeleben im ganzen massgebend sind, ganz eigentümliche Bedingungen.

In vorliegender Arbeit sind meteorologische Angaben angeführt. Auf der Tab. 1 ist die Lufttemperatur dargestellt, welche d. 1—7 VIII. 1930 beobachtet wurde. Wie es aus der Tabelle zu erse-

hen ist, sind binnen eines Tages nur unbedeutende Temperaturschwankungen zu beobachten. Das Temperaturminimum an der Erdoberfläche schwankte zu der Zeit von $+2,8$ bis $+4,5^{\circ}$ (Tab. 2).

Die Tab. 3 charakterisiert die Bewölkung, die Windrichtung und Windstärke. Das auf Grund der Beobachtungen gewonnene Bild zeigt Charakterzüge einer Hochgebirgsregion. Die Witterung ist am Morgen klar und still, gegen 13 Stunden ziehen die Wolken heran, ihre Dichte nimmt gegen Abend immer zu. Für die Winde ist ein analoges Bild zu beobachten.

Aus unseren Arbeiten über die Morphometrie des Sees ergibt sich, dass die maximale Seelänge sich auf 505 mt., die maximale Breite auf 370 mt. beläuft. Die Gesamtfläche des Sees beträgt 16,8 ha. oder 167720 mt^2 . Das Seevolumen $v=344461 \text{ mt}^3$. (die morphometrischen Daten sind in die Tabelle 4 der morphometrischen Elemente zusammengestellt, wo auch die hypsographische Kurve für den Kara-Gölsee angegehen ist). Maximale Tiefe ist 5 mt., mittlere—2 mt.

Länge der Uferlinie—1710 mt.

Entwicklung der Uferlinie $U=1,17$.

Kapazität des Wasserbeckens ist nach der Formel von Rezw

berechnet $M = \frac{AH}{P} = 196,16$ (Tab. 4).

Bei der Betrachtung der beigelegten Tiefenkarte bemerken wir, dass das Bodenrelief garnicht durcharbeitet ist. Die grössten Tiefen sind in der Art zweier Trichter nördlich und nordöstlich beobachtet worden.

Solch ein Bodenrelief ist vor allem durch die Gletscherherkunft des Sees, dann durch eine wenig bedeutende Produktion der Schlammablagerungen midbedingt. Zwar muss auch das verhältnismässig jugendliche Alter des Wasserbeckens in Rücksicht genommen werden.

Das Temperaturregime des Kara-Gölsees wurde mit Halfe zweier Serien hydrologischer Sektionen (S. die Karte) dargestellt, ausserdem liegen uns Angaben (s. die Tab. 5 u. 6) über die Temperaturverhältnisse der Uferzone vor, sowie der tägliche Gang der Temperaturschwankungen auf demselben Punkte, aber in verschiedenen Tiefen. Die Betrachtung unserer Angaben lässt uns vor allem bemerken, dass eine ständige Epi-, Meta- und Hypolimnionzone nicht zu beobachten war. Diese Wasserschichten entstehen nur zeitweise und sind durchaus mit der Sonnenradiation des betreffenden Tages verbunden.

Die Lufttemperatur war während unserer Arbeit am See immer niedriger als die des Wassers. Diese Erscheinung ist wohl für eine Hochgebirgsregion charakteristisch, wo die Erwärmung des Wassers vollkommen auf eine ausserordentlich starke Radiation zurückzuführen ist. Die Temperatur des Wassers der Quellen beträgt am Ausfluss $0,7-0,6^{\circ}$.

Parallel den Wassertemperaturmessungen wurden auch Wasserproben für chemische Bestimmungen entnommen. In Bedingungen unserer Feldarbeit wurden O_2 , CO_2 , SiO_2 , Fe_2O_3 und die Oxydation bestimmt.

Die Sauerstoffmenge schwankt, wie es aus der Tab. 9 und 10 ersichtlich ist, von $73,5\%$ bis $27,8\%$. Der Gehalt an freiem CO_2 ist im See sehr gering und schwankt von $3,16-1$ mg. pro L. Im Quellwasser steigt des CO_2 -Gehalt bedeutend an, auf der St. 7 sind $14,88$ mg. pro L. festgestellt worden. Hydrokarbonate wurden auch nur in kleinen Mengen gefunden: ihr Gehalt schwankt von 8 bis 5 mg. pro L. Im Quellwasser ist der Hydrokarbonatengehalt höher. SiO_2 findet sich in bedeutenden Mengen von $1,92$ bis $3,12$ mg. pro L., im Quellwasser bis 9 mg.

Eine nähere Betrachtung unserer Tabellen lässt bemerken, dass keine horizontale Schichtung dieser chemischen Komponenten in verschiedenen Horizonten zu entdecken war. Nur für die Oxydation war eine gewisse Stratifikation zu finden: so beträgt sie auf der St. 12 in 0 mt. Tiefe— 108 mg., am Seeboden aber— $1,35$ mg.

Die Quellen lassen fast gar keinen Einfluss auf die Verteilung chemischer Faktoren im See bemerken.

Eine vollständige Analyse des Seewassers wurde von der Expedition der Akademie d. Wissenschaften U. S. S. R. ausgeführt, ebenfalls wurden auch Proben des Tauwassers entnommen. Wir haben auch eine Wasserprobe für die Analyse genommen. Wenn wir nun die in den Tab. 9 u. 10 zusammengestellten Angaben dieser Analysen vergleichen wollen, bemerken wir sofort manche auseinanderweichenden Ergebnisse. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Wasserproben nicht gleichzeitig entnommen wurden, dabei muss zwar auch ihre Herkunft aus verschiedenen Seeteilen unbedingt in Rücksicht gezogen werden. Die Chemiker der Akademie d. Wissenschaften entnahmen Wasserproben für die Analyse am Ufer. Wir arbeiteten aber im Boot und holten unsere Proben in maxima-

ler Tiefe. Unsere Angaben sind in der Tab. 12 zusammengestellt.

Nähere Betrachtung chemischer Angaben, die auf Grund einer Untersuchung des Tauwassers erbracht wurden, gibt uns Auskunft über die Genesis der den See speisenden Quellen.

Die Quellen beziehen ihr Wasser von der Höhe, wo schmelzender Schnee vorhanden ist. Das Wasser der Kara-Gölsees ist ihrer chemischen Beschaffenheit nach vom Quell- und Tauwasser verschieden. Die Mineralisierung des Seewassers ist geringer als es für das Tau- und Quellwasser der Fall ist. Dessenungeachtet muss ganz entschieden anerkannt werden, dass die Quellen und das Tauwasser die Hauptspeisung des Sees bilden.

Die biologische Charakteristik des Sees kann vorderhand nicht vollkommen sein, da ein Teil der Materialien noch nicht bearbeitet bleibt.

Es kann auf Grund unserer Untersuchungen eine schematische Charakteristik der Böden gemacht werden. In der Uferzone finden sich Steine und Sand. Von 3,5 mt. Tiefe an finden wir einen grau-braunen Schlamm. Im südöstlichen Seeteile sind in der Tiefe von 2 mt. grosse Mengen gelb gefärbten Schlammes beobachtet worden. Die Färbung ist durch die Anwesenheit der Eisenverbindungen verursacht. Ausserdem wurden Bodenproben mit Hilfe des Stratometers von Perfiliew entnommen, das Material hat der Geologe Afanasiew bearbeitet. In den Monolithen sind keine Tier- oder Pflanzenreste entdeckt worden. An den Schnitten ist eine 1—1,5 mm breite Schichtung in dunklere und hellere Schichten zu bemerken. Welcher Jahreszeit jede Schicht entspricht ist ohne eingehende Untersuchungen zwar schwer zu entscheiden, doch scheinen die helleren Schichten nach ihrem Aussehen der Winterzeit, die dunkleren aber dem Sommer zu gehören.

Der Artbestand des Phytoplanktons ist arm. Als Grundformen sind *Botryococcus Braunii*, *Dyctiosphaerium ehrenbergianum*, *Melosira* sp., *Gleococcus* zu bezeichnen.

Ausser den typischen Planktonen wurde eine ganze Reihe epiphytischer Diatomeen entdeckt worden.

Die qualitative Zusammensetzung des Phytoplanktons wird in der Tabelle 13 dargestellt. Wie aus dieser Tabelle zu ersehen ist, kommen die grössten Werte in der Tiefe von 0 mt. dem *Botryococcus* zu. Am Seeboden steigt die Menge der epiphytischer Diatomeen sehr stark an.

Die zoologischen Sammlungen wurden in der litoralen Zone ausgeführt, es waren auch Materialien mit Hilfe einer Dredge entnommen. In der litoralen Zone wurden unter den Steinen grosse Mengen Wasserkäfer aus der Gattung *Agabus*, viele *Branchipus* und Larven des Schwimmkäfers gefunden, von Mollusken—*Pisidium* sp. und *Limnaea* sp.; von Oligochaeten—verschiedene Lumbriciden und grüne Chyromiden.

Die Seeproduktion ist sehr hoch, auf diese Erscheinung hat L. Arnoldi auch für den Hochgebirgssee Kanly-Göl (Armenien) aufmerksam gemacht. Fische fehlen.

Der See Kara-Göl kann keinem Wasserbeckentypus nach der Klassifikation von Thienemann-Naumann zugerechnet werden. Die Sevanssee Station verfügte, dank ihren Untersuchungen kaukasischer Hochgebirgsseen über erhebliche Materialien. M. A. Fortunatow und L. W. Arnoldi versuchen auf Grund dieser Materialien eine neue Klassifikation der Hochgebirgsseen zu entwerfen (in litteris). Die Grundeinteilungen sind folgende: 1) Hochgebirgsseen des vulkanischen Plateaus; 2) Seen der Bergwiesen; 3) Seen der Waldzone; 4) Gemischter Typus.

Der See Kara-Göl ist nach dem angeführten Schema dem Typus der Hochgebirgsseen des vulkanischen Plateaus zuzurechnen. Die Seen diesen Typus werden folgenderweise charakterisiert: sie liegen in der Höhe über 2500 mt. ü. M., mitten in dem jungen effusiven Gestein. Ihre Speisung ist Tauwasser. Die Festreste sind nach der Glühung sehr gering < 50 mg. (dessenungeachtet ist die Bodenproduktion hoch). Das Wasser ist an SiO_2 reich. Hinsichtlich Ca/Mg nimmt dieser Seetypus eine mittlere Stellung ein.

Hydrophysische Eigenschaften: Die Seen gefrieren. Eine ständige thermische Stratifikation ist nicht zu beobachten. Im Sommer bleibt die Lufttemperatur während des ganzen Tages und der Nacht niedriger als die Wassertemperatur. Die Wasserfärbung ist grün (oder gelbbraun, wenn die Seefläche umfangreich ist). Untergetauchte Angiospermen—Makrophyten sind nicht vorhanden. Ein intensiver Epiphyten-Bewuchs ist auf den Steinen nicht entdeckt worden. Keine Wasserblüte kam zum Vorschein. Alle angegebenen Merkmale entsprechen den zu beobachtenden Besonderheiten des Sees Kara-Göl, demzufolge ist der See Kara-Göl dem Typus der Hochgebirgsseen des vulkanischen Plateaus zuzurechnen.

MATERIALIEN ÜBER HYDROLOGIE UND PLANKTON DES EISENAMSEES (DAGHESTAN).

M. S. KIREEVA.

Zusammenfassung.

Vorliegende Darlegung ist eine Bearbeitung der von der Expedition des Ichthyologischen Laboratoriums Daghestan und der Sevansee-Station am Eisenamsee erbeuteten Materialien.

Die notwendigen Arbeiten wurden vom 11 V. bis zu d. 21 VII. 1929 ausgeführt. Während dieser Zeit haben wir zwei thermische Schnitte mit ausführlichen Temperaturmessungen nach Wasserhorizonten, sowie einzelne thermische Stationen an verschiedenen Seeteilen gemacht. Einer Reihe Stationen wurden Wasserproben zur chemischen Analyse des Wassers entnommen (Nr. 5, 6, 8, 10, 11, 12 — siehe die beigelegte Karte). Direkt am Orte der Feldarbeit wurden der O_2 - und CO_2 -Gehalt, sowie Fe_2O_3 , P_2O_5 , SiO_2 , Azidität und pH bestimmt. Um genaue Wasseranalyse zu erhalten, wurden Wasserproben aus den Tiefen von 0 mt, 15 mt und 43 mt genommen. Planktonproben wurden in 0, 5, 10, 15, 30 und 45 mt gesammelt.

Über den Eisenamsee liegen uns bislang keine speziellen Untersuchungen vor.

Der See liegt im Andischen Grat, in einem Kesseltal, 1822 m über Meer, und ist vom Kalkgebirge umgeben. Der Charakter der Uferlinie ist lappenförmig (Penck). Die Seefläche beträgt 2,4 km. Maximale Tiefe, die von unserer Expedition festgestellt wurde, ist 7,4 mt. Der See hat zwei Zuflüsse — Charsum und Kaucha. Er besitzt keinen sichtbaren Abfluss; der Fluss Mior-su, welcher vom Seewasser gespeist wird, bekommt es durch unterirdische Filtration.

Im Norden und Westen schliesst sich dem See ein Sumpf mit vorherrschenden *Carex gracilis* und *Agrostis alba* an.

In der Uferzone sind *Calla palustris*, *Carex rostrata*, *Alopecurus fulvus*, *Digraphis arundinacea* zu finden. Etwas weiter Seewärts treten uns Bestände von *Polygonum amphibium* var. *terrestre*, *Potamogeton crispus*, *P. natans*, *P. perfoliatus* entgegen. Die Wasserpflanzen gehen bis in die Tiefe von 2¹/₂ mt hinab, andere Teile des Ufers sind vegetationslos.

Temperaturmessungen wurden in Eisenamsee mit Hilfe des Umkippthermometers von Richter gemacht. Das thermische Regime des Sees wurde mittelst 9 Serien Messungen untersucht. Ausserdem wurde ein Versuch gemacht, eine thermische Station während 24 Stunden durchzumachen, doch konnte die Arbeit wegen starken Regens nur 12 Stunden dauern.

Die Arbeiten der Expedition wurden am Eisenamsee während des hydrologischen Sommers ausgeführt, deswegen war hier eine scharf ausgeprägte Schichtung in Epi-, Meta- und Hypolimnion zu entdecken, welche für einen tiefen See von kleiner Oberfläche charakteristisch ist.

Angaben über thermische Messungen sind in Abb. 1 und 2 graphisch dargestellt. Ausserdem sind für alle thermischen Serien Temperaturgradienten berechnet worden und in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Während der Analyse der vertikalen Verteilung der Gradienten bemerken wir, dass das Epilimnion nicht immer gleich dicke Wasserschicht einnimmt, dabei lässt fast jede Station verschiedene Erwärmung des Epilimnions erkennen. Im Zusammenhang damit ist die obere Grenze des Metalimnions nicht genug scharf. Unregelmässig verlaufende untere Grenze des Epilimnions bewirkt eine wellenartige Gestaltung des Metalimnions (s. Tab. I). Ausserdem ist die Thermokline an verschiedenen Stationen nicht gleich deutlich ausgeprägt, demzufolge ist der Übergang zum Hypolimnion nicht übersichtlich. An flachen Seeteilen (St. 1 und 9) ist die Schichtung in Epi-, Meta- und Hypolimnion nicht standhaft, da hier der Windstau von grosser Wirkung ist und die thermische Stratifikation daher gestört wird.

Die unbeeidigt gebliebene 24 Stunden-Station wurde im nördlichen Seeteile in der Tiefe von 43 mt gemacht (s. die Karte). Es dauerte hier die Untersuchung von 9 Uhr bis 21. Temperaturmes-

sungen wurden je 3 Stunden gemacht. Die erhaltenen Angaben haben wir durch die graphischen Darstellungen 3 und 4, sowie durch die Tabelle 2, welche die Temperaturgradienten wiedergibt, veranschaulicht (siehe russ. Text). Die Untersuchung hat bei trübem Wetter stattgefunden, der See war fast die ganze Zeit mit Nebel umhüllt.

Bei der Betrachtung der Tabelle der Temperaturgradienten bemerken wir unbedeutende Temperaturschwankungen an der Oberfläche. Es ist aber bekannt, dass die Temperatur der oberen Wasserschicht einerseits von der Radiationsintensität der Sonnenstrahlen, andererseits aber von der nächtlichen Wärmeabgabe abhängt. Am sonnigen Tage und in einer hellen Nacht wird der tägliche Gang der Oberflächentemperatur viel deutlicher zum Vorschein kommen (s. Gr. № 4), als es am Eisenamsee zu beobachten war. Die Thermokline geht wellenartig vor sich, indem die Temperaturgradienten bei jeder Messung anders ausgedrückt werden. Ausser dem Hauptsprung haben wir noch sekundäre Temperatursprünge feststellen können. Als Beispiel sei die 12 Stunden-Messung angeführt, wo die teilweise ausgeprägte Thermokline zunächst in 7—8 m Tiefe, dann in der Tiefe von 10—12 m beobachtet wurde. Der Übergang von der Thermokline zum Hypolimnion ist bei einigen Messungen recht intensiv ausgeprägt, in anderen Fällen ist der Übergang von der unteren Grenze der Thermokline zum Hypolimnion undeutlich (siehe Gr. № 4 im russ. Text).

Zum Vergleich der zu verschiedenen Stunden des Tages am Eisenamsee gemachten Serie von Messungen haben wir die Angaben einer täglichen, in derselben Dekade am Sevanssee (oder Goktscha, Armenien)¹ durchgeführten Station herangezogen. Die betreffenden Beobachtungen am Sevanssee haben wir bei günstigen Verhältnissen machen können. Ein sonniger Tag und eine helle Nacht haben für den Gang der Oberflächentemperatur des Wassers ganz andere Bedingungen als am Eisenamsee geschaffen (siehe Gr. № 5 im russ. Text). Bei der Analyse der Kurven (№ 5) über die tägliche thermische Stratifikation bemerken wir ihre Verschiedenheiten.

Die Temperatur an der Oberfläche schwankt während 24 Stunden sehr stark. Die thermische Schicht in 5 m Tiefe wiedergibt

¹ Meine Angaben sind dem hydrologischen Journal der Sevanssee-Station entnommen.

die Temperatur der Oberfläche, zwar mit einer Verspätung: am Tage zeigt sie die nächtliche Temperatur, in der Nacht wird die Wärme des Oberflächenwassers den tiefer liegenden Wasserschichten durch die Konvektionsströmung zugeführt. Die Temperaturkurve der Wasserschichten in 10 — 15 mt unterscheidet sich von denselben in der Tiefe von 5 mt durch grössere Schwankungen. Bei der Untersuchung der Temperaturgradienten bemerken wir bei der Messung um 9 Uhr in 20 mt Tiefe 13,7⁰, während in 15 mt die Temperatur 10,7⁰ zeigte. Es dürfte die warme Wasserschicht wohl nur als eine gelegentliche, durch den Windstau hervorgerufene Wasserzufuhr erklärt werden.

Wollen wir alle Gradiententabellen vergleichen, so sehen wir sofort, inwieweit die Lage der Thermokline zu verschiedenen Tageszeiten verschoben wird. An der täglichen Station am Sevansee liegt die Schwankungsamplitude der Thermokline zwischen 10 mt Tiefe bis 30 mt.

Die unbeeidigte tägliche Station am Eisenamsee zeigt im Grunde dieselben Schwankungen der Thermokline, obgleich diese Schwankungen viel schwächer ausgeprägt sind als am Sevansee.

Diese wellenartigen Schwankungen der Thermokline können leicht mit Hilfe des Wederburn'schen [16] Schemas erklärt werden. Diese sogenannten stehenden Wellen oder Seiches verdanken ihre Entstehung der Tätigkeit des Windes. Demall [2] steht auch derselben Meinung bei. Am Eisenamsee werden die Temperaturseiches durch energische Erwärmung der Oberflächenschichten bewirkt. Dank dieser Erwärmung, kommt in einiger Tiefe die Temperatursprungschicht zustande. Die ganze Wassermasse wird in zwei Schichten zerlegt—die obere warme und weniger dichte und die untere kalte und dichtere. Wenn durch den Wind nach irgend einer Richtung Wasser angestaut wird, so gerät die ganze Wassermasse im See in Bewegung, indem beide Schichten verschiedene Schwankungen erfahren. Durch solche Temperaturseiches können die wellenartig verlaufenden Grenzen der Thermokline erklärt werden, welche während allen unseren Arbeiten stets zu beobachten waren.

Die graphische Darstellung № 6 gibt die Temperaturkurven für folgende Seen: Eisenam, Göck-Göl, Beloye und Sevansee. Zum Vergleich wurden verschiedene hoch gelegene Seen angeführt. Die Tiefe, in welcher in diesen Seen die Sprungschicht gelagert ist, hängt

in bedeutendem Grade von der Seefläche ab. So werden die Sees Bloye und Göck-Göl, welche die aller kleinste Oberfläche besitzen, durch die in 5 bis 10 mt Tiefe gelegene Thermokline charakterisiert. Der Eisenamsee hatt grössere Oberfläche als die zwei obengenannten und zeichnet sich durch die 10 bis 15 mt tief gelegene Thermokline aus. Der Sevanssee hat die grösste Oberfläche, dabei ist er auch durch das am tiefsten gelagerte Metalimnion gekennzeichnet.

Auf der Tabelle № 5 sind alle Temperaturangaben für alle Stationen des Eisenamsees zusammengestellt.

Nach dem thermischen Regime müssen wir den Eisenamsee im Anschluss an Forel [6] dem gemässigten Wasserbeckentypus zurechnen. Es wird der Eisenamsee im Sommer durch direkte Temperaturstratifikation, sowie durch die Herbst- und Frühjahrshomothermie und umgekehrte Temperaturstratifikation im Winter charakterisiert. Er wird auch durch das Gefrieren im Winter gekennzeichnet.

Chemische Bestimmungen wurden an 4 Seeteilen und im Zufluss gemacht. Es war bereits erwähnt, welche Bestimmungen vorgenommen worden waren. Ausserdem wurden Wasserproben aus den Tiefen von 0, 15 und 43 mt zum Zweck einer vollkommenen Analyse entnommen, leider stehen uns nicht alle Daten dieser Bestimmungen zur Verfügung.

Die Sauerstoffkurven lassen an verschiedenen Stationen manche Abweichungen erkennen (s. Graph. 7), doch unterscheiden wir im Grunde mit Sauerstoff reichlich gesättigte Wasserschichten. Der Gehalt an freiem Sauerstoff ist auch am Seeboden beträchtlich, so haben wir z. B. auf der Station № 5 67,1% entdecken können; nur in maximalen Tiefen sinkt sein Betrag bis 40,9%.

In der Litoralregion, nämlich in den Makrophytenbeständen, haben wir recht grossen Sauerstoffgehalt gefunden — 121% und 135%. Diese Zunahme hängt mit dem Assimilationsvorgang zusammen. Unsere Beobachtungen über den täglichen Gang des O₂-Gehaltes haben in den an Makrophyten reichen Seeteilen bedeutende Schwankungen festgestellt. So sehen wir am Gillisee [5] um 24 Uhr O₂ 73%, um 12 Uhr — 226%.

Wir haben am Eisenamsee gut aerierte Wasserschichten beobachten können. Die ganze Wassermasse kann im Laufe der Herbst- und Frühjahrshomothermie mit O₂ gesättigt werden.

Freie CO₂ kommt in der Tiefe von 20 mt zum Vorschein.

Der Monokarbonatengehalt ist unbedeutend (s. Tab. 8), es wurde von der Oberfläche bis zu 15 mt Tiefe keine Stratifikation gefunden. Die Verteilung der Bikarbonate, wie es aus der Gr. № 8 zu ersehen ist, zeigt ein umgekehrtes Bild als es für t^0 und O_2 der Fall ist, es wird der Bikarbonatengehalt gegen den Seeboden grösser.

Der Kieselsäuregehalt bleibt für alle Stationen und in allen Tiefen gleich, zwar ist er sehr gering, nämlich 0,5 mg pro L. Den Eisenamsee halten wir für einen Karbonatcalciumtypus, in derartigen Seen ist nach den Beobachtungen von M. A. Fortunatov [4] der Gehalt an SiO_2 stets gering.

Eine Phosphorstratifikation haben wir auch nicht beobachten können; sein Gehalt ist klein — 0,025 mg. Für die Seen vom oligotrophen Typus, die sich durch die Planktonarmut auszeichnen, ist der kleine P_2O_5 -Gehalt ganz normal. Um so mehr kann das Kalkgestein dem See keine Ph-Zufuhr verschaffen.

Die Tatsache, dass im Eisenamsee kein Eisen entdeckt wurde, muss ebenfalls in Verbindung mit dem seine Küsten zusammensetzenden Gestein gestellt werden.

Die Azidität ist ganz unbedeutend: an der Oberfläche beträgt sie 0,55, am Seeboden — 0,77.

Auf der Tabelle 7 sind die Ergebnisse der chemischen Analysen angegeben.

Die quantitative Berechnung des Planktons haben wir in zwei Weisen durchgeführt: in der Kolkwitz-Kammer wurde das Zooplankton und grössere botanische Objekte, die Diatomeen aber unter dem Deckglass gezählt $\frac{1}{20}$ cm³.

Das Plankton ist sowohl qualitativ wie quantitativ sehr arm. Die Phytoplanktonliste ist auf Seite 65 des russ. Textes angeführt. Was das Zooplankton vom systematischen Standpunkte anbelangt, so müssen wir auf die Angaben der Spezialisten verweisen, wir haben dasselbe zwar nur zur quantitativen Berechnung verwendet.

Die Tabelle 8 gibt die Quantität der Formen pro L Wasser. Am häufigsten ist die *Cyclotella*; ihre maximale Entwicklung ist in der Tiefe von 15 mt zu beobachten. Das Temperaturregime in der Tiefe von 15 mt erwies sich für die Entwicklung der Diatomeen am günstigsten. Gewisse Zunahme der Diatomeenmenge gegen den Seeboden sind wir geneigt durch die absterbenden Formen zu erklären (siehe Graph, 9 im russ. Text).

Ceratium hirundinella gelangt im Gegenteil zu seiner höchsten Entwicklung an der Oberfläche, was leicht verständlich ist, da diese Form zu den Wärmeliebhabern gehört. Die den Entwicklungsgang des *Ceratiums* darstellende Kurve zeigt (Gr. 10) eine Steigerung in der Tiefe von 15 mt. Die letztere scheint aber sich auf die absterbenden, in der Zone der Thermokline in Verbindung mit verschiedenen Wasserdichten angehäuften Formen zu beziehen.

Für *Rotatoria* (Gr. 10) wiederholt die Kurve das Verteilungsbild der *Cyclotella*, es sind nämlich die grössten Mengen in der Tiefe von 10 mt zu treffen.

Für das Zooplankton ist I L. Wasser für die quantitative Berechnung gar nicht ausreichend, infolgedessen müssen die hierbezüglichen Daten sehr vorsichtig verwendet werden.

Wir bemerken sofort, dass die planktischen Organismen eine deutliche Stratifikation aufweisen, welche mit den Temperaturverhältnissen eng verbunden ist.

Die Thermik zeigt ein für den Sommer charakteristisches Bild. Das Gasregime gibt eine Stratifikation an, welche den See in einem Übergangszustande vom Frühjahrs- zum Sommerregime kennzeichnet.

Die wenig veränderlichen Elemente, wie SiO_2 und P_2O_5 , zeigen eine Verteilung, welche für die Periode der Frühjahrshomothermie charakteristisch ist.

Aus allem oben dargelegtem ist zu folgern, dass einzelne Faktoren diesen oder jenen Saisonzustand zu verschiedenen Zeiten durchmachen. Demzufolge wäre es wohl nicht richtig, dem See im Ganzen diese oder jene Saisonperiode zuzusprechen. Der Eisenamsee ist ein echter Gebirgssee und wird durch beträchtliche Tiefe charakterisiert, wo das Hypolimnion das Epilimnion übertrifft.

Der Sauerstoff gelangt in recht grossen Mengen bis zum Seeboden.

Das Plankton ist qualitativ und quantitativ arm.

Auf Grund der angeführten Angaben ist der Eisenamsee nach dem Schema von Thienemann und Naumann [10] zum oligotrophen Seetypus zu zählen.

THE EIZENAM-LAKE TROUT.

K. R. FORTUNATOVA.

Summary.

The present work, that deals with the investigation of the trout in the Eizenam-Lake, represents a part of works of the Sevan Lake Station on comparative study of the lake and stream trout (brown-trout) in the Caucasus.

The said Eizenam-Lake is situated on the northern slope of the Caucasian chain (altitude 1868 m); having no surface water-outlet and being a basin of a perfectly isolated order, it presents a special interest from the species-formation point of view.

The biometrical analysis shows, that the Eizenam trout differs radically by a series of characteristics from that of the Transcaucasia's other basins, though the rows are transgressive for all characteristics excepting the number of *appendices piloricae* amounting to 43.33 on the average (see Table 3).

The Eizenam trout is peculiar for the high structure of the entire corps, large fins and high massive head (to 23.2% of the body's length for male-trout); the jaws — both upper and lower — are short; *maxillari* not stretching beyond the vertical line of the back part of the eye. It is necessary to note the bright colouring of this trout: large vermilion-red spots on its sides and fins (dorsal, fat and partly caudal fins) over a comparatively dark back ground; nearly no black spots visible, with the exception of *operculum*, where 2 — 3 (5) big, round black spots are always present.

This bright colouring and the small number of black spots, together with a series of plastic characteristics (the height of corps and fins, head configuration etc.) rank the Eizenam trout with the types of the stream (or brown) trout.

No sexual dimorphism has been observed, that being partly explained by the fact, that all the fish treated were in sterile state, viz. — possessing sexual products of 2-nd or 3-rd grade of maturity.

Analysis of the Eizenam trout in the lake proved its length to be no more than 25 cm on an average (see Table 4). This is to be explained by the slow growth of that trout, as the majority of the fish examined was aged 4+, 5+ (see Table 5). The fact of such an exceptionally slow growth of the Eizenam trout is explained by general conditions of feeding, as well as by their corpses being literally infested by *Ligula*; the weight of this parasite in comparison with the total weight of the trout's body rating usually to 8.7%. In consequence of the said conditions the data concerning weight and corpulence undergo strong mutilation (see Table 7).

For the growth rate investigation the Knut-Dahl's method of inverse calculation was applied; no „break“ in the rate of growth at maturity period has been observed.

The data concerning the annual rate of growth, gain in weight and the number of *sclerits* per annum show clearly the exceedingly degenerative state of development in this form of trout (see Tables 14, 15, 16).

The fry of the Eizenam trout possess all characteristics peculiar for the infantile stage, viz. — large eye, short jaws etc. (see Tables 9, 10), — data concerning length, weight and the number of *sclerits* being deducted from 34 specimens of fry (see Table 8).

As for the food of the Eizenam trout, molluscs are the chief ingredient and *Limnaea stagnalis* play the most important part (see Table 17), forming 67.6% of the total number of organisms swallowed, and 80.5% of the weight of ventricle's contents. The young fish feed mostly on the swimming larvae *Diptera* and partly on *Daphnidae* (see Table 18).

Being situated far from the villages and larger populated centers, with an excessively difficult access to it (no roads of any description for transportation), — the Eizenam-Lake with its trout cannot be considered to be of any practical importance for fish-breeding or fish-trade, especially when bearing in mind the peculiar biological characteristics of the trout in question.

DJANDARSEE.

L. W. ARNOLDI und E. B. KULIKOVA.

Zusammenfassung.

Der Djandarsee liegt 40 km von der Stadt Tiflis entfernt, in der Nähe der Station Karajasy. Der Wasserbecken nimmt eine gegen Norden und Nordosten von Erhöhungen abgegrenzte Niederung ein. Er entstand nach der Errichtung der Mariinsky Befeuchtungssystems und wird vom Überfluss des Kanalwassers gespeist. Es fand sich bald eine Fischbevölkerung ein und ergab einen bedeutenden Fischertrag. 1927—1928 wurde der See wegen einer Schleusebeschädigung ganz entwässert, deswegen ging die ganze Boden- und Fischbevölkerung zugrunde. Im Herbst 1928, nach der Verbesserung der Schleuse, liess man das Wasser wieder der Munde zuströmen, jetzt füllt es dieselbe allmählich an, wenngleich das maximale Wasserniveau noch nicht erreicht ist. Zur Zeit der Untersuchung betrug das Wasserniveau 1000 ha, beim maximalen Niveau ist aber der Betrag 1300 ha. Während des Austrocknens wurde ein Teil der Niederung von Weiden, *Eleagnus* und umfangreichem *Phragmites*-Bestand bewachsen. Der Boden des rezenten Wasserbeckens ist von den Ablagerungen des früheren bedeckt, welche zwar Schlamm darstellen, aber zur Zeit verdichtet, etwas zementiert sind und in einzelne Stücke zerfallen. Feinkörniges Material findet sich nur in der Mündung des Zuflusses (des Kanals) und bedeckt etwa 100 ha.

Die Bodenbevölkerung ist sehr dürrtig und gleichförmig. Deren Hauptmasse ist in der Region des Ablagerungsgebietes auf dem feinkörnigen Boden vereinigt, doch übertrifft die gesamte Biomasse nirgends 0,5 per m². Auf der übrigen Bodenfläche beträgt die Bevölkerung einige mgr per m². Das Benthos besteht aus *Oligochalten*, *Chironomiden*- und *Ephemerenlarven*. Die *Chironomiden* sind nur klein—grün und farblos — angetroffen. Quantitativ sind die

Oligochaeten entschieden vorherrschend, an einem Orte ergeben etwa 3000 Individuen mit einem Gewicht von 6,0 gr per 1 m². Den übrigen Formen kommt eine sekundäre Rolle zu. Zur Zeit sind im See keine Mollusken zu finden, in der Vergangenheit spielten sie aber eine grosse Rolle und ihr Bestand war sehr mannigfaltig. An den Ufern liegen bedeutende Mengen von *Corbicula*- und *Unio*-muscheln.

Die Bodenvegetation (untertauchte) ist sehr arm. Es wurden nur drei Arten von *Angiospermae* — *Potamogeton perfoliatus*, Sprosse von *P. crispus* und *Geratophyllum* sp. — und nur eine Art *Confervoidae* gefunden. Diese Pflanzen bilden noch keine Gruppen. Nur *Phragmites* bedeckt die Hälfte der gesamten Bodenfläche.

Hydrochemische Angaben zeigen eine nahe Ähnlichkeit mit dem Wasser der Kura, wovon der Kanal abgeleitet ist. Vollkommene Wasseranalyse ist am Ende des Artikels angeführt. Hydrologische Untersuchungen zeigten das Fehlen einer thermischen Stratifikation.

Die Zusammenstellung aller Angaben der Expedition führt die Verfasser zur Überzeugung, dass der Wasserbecken als ein See noch nicht endgültig formiert, vielmehr einem zeitlichen Überschwemmungsgewässer ähnlich ist. Allerdings ist die künftige Entwicklungsrichtung des Wasserbeckens bereits markiert. Binnen nächsten Jahren muss der See wahrscheinlich in einen anorganischer Produktion reichen Wasserbecken verwandelt werden, welcher nach dem Charakter seiner Fauna dem *Plumosus* Seetypus am nächsten steht.

Zur Zeit ist der See bereits von Fischen besiedelt, was, soweit es nach dem Alter der untersuchten Fische zu beurteilen, schon im ersten Jahre der Anfüllung der Mulde mit Wasser geschehen ist, d. h. 1928. Der Versuchsfang mit den Netzen ergab drei Arten: *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* und *Varicorhinus capoeta*. Die zwei ersteren sind zahlreich, die letztere kommt vereinzelt vor. *Cyprinus* und *Barbus* gedeihen im neuen Wasserbecken bei weitem nicht gleich gut. Während *Barbus* gut gemästet aussieht und gutes Wachstum erkennen lässt, wächst *Cyprinus* sehr schwach und sieht abgezehrt aus. Dieser Unterschied ist nach der Untersuchung der Nahrung dieser zwei Arten leicht zu erklären. *Cyprinus* nährt sich im wesentlichen mit Pflanzen, nur als eine Beimischung ist die tierische Nahrung — grüne Chironomidenlarven festgestellt worden. Die Nahrung der Barbe sind im Grunde junge Fische, Insektenlarven (*Agrionidae*,

Ephemeridae), Pflanzen werden als Beimischung gebraucht. Der erste muss also wegen des Nahrungsmangels hungern, der zweite ist mehr oder weniger mit der Nahrung versehen. Künftig, wenn der See zu einer reicheren Entwicklung der Bodenfauna gelangt, muss der Karpfen ein genügendes Wachstum gewinnen, zur Zeit ist aber als ein wertvollerer Erwerbfish wohl die Barbe anzusehen.

Die Wachstumstabellen sind im russischen Text zu finden.



Проб. 1940г.