TARTU ÜLIKOOL · UNIVERSITAS TARTUENSIS · 1632

Arbeiten

des

Naturforscher-Vereins

zu Riga.

Neue Folge. Elftes Heft.

Riga 1908.

Die Küstenseen

des

Rigaer Meerbusens.

Chemische und geophysikalische Untersuchungen

von

Mag. **F. Ludwig.**

Mit 3 Tabellen und 24 Karten.

Riga.
Druck von W. F. Häcker.
1908.

Dem

Technischen Vereine zu Riga

in Anerkennung seiner Verdienste um die Entwickelung der Technik und Industrie in unserer Vaterstadt zum Feste seines

fünfzigjährigen Bestehens

am 26. Januar (8. Februar) 1908

gewidmet

vom

Naturforscher-Vereine zu Riga.

Vorwort.

Aus dem mittleren Sibirien wieder in die Ostseeprovinzen zurückgekehrt, war mein sehnlichster Wunsch, hier ein Gebiet zu finden, auf dem ich Wissen und Arbeitskraft zu Nutz und Frommen der Naturforschung unserer engeren Heimat in den Dienst stellen könnte. Lange wollte es mir nicht gelingen dieses Feld auffindig zu machen, denn gerade Arbeiten chemisch-mineralogischen oder -geologischen Charakters, die mir am meisten zusagten, waren schon vor mir vielfach ausgeführt worden, so dass es auf diesem Gebiete, bei der relativen Bodenarmut unserer Provinzen, nicht mehr viel zu erforschen gab. Da fiel mein Blick auf unsere einheimischen Seen. Diese waren von den früheren Naturforschern, wenigstens in chemischer und geophysikalischer Hinsicht, fast vollkommen unberührt gelassen worden. Rasch war ich bereit diese Lücke nach Kräften auszufüllen. Im Sommer 1904 begann ich meine Arbeiten auf den Riga zunächst gelegenen Seen, setzte dann den Sommer 1905 aus, hoffend, dass die immer öfter auftretenden Bauernunruhen ein baldiges Ende erreichen würden. Als sich jedoch meine Hoffnung nicht erfüllte, die Unruhen sich vielmehr in offene Revolution verwandelten und als Folge davon Räuberbanden die Felder und Wälder unsicher machten, da sah ich wohl ein, daß hier so bald kein Ende zu erwarten sei. Ich verliess mich daher auf mein gutes Glück und setzte im Sommer 1906, begleitet von unserem Bryologen Herrn Joh. Mikutowicz und zuweilen von Herrn Prof. K. R. Kupffer, Botaniker, und Herrn F. Stoll, Ornithologen, die begonnene Arbeit nach dem vorgezeichneten

Plane fort, und es gelang mir auch sie glücklich zu beenden; in der Zwischenzeit wurden dann im Laboratorium die langwierigen chemischen und mikroskopischen Arbeiten ausgeführt. Wenn ich hier von einem Beenden spreche, so soll damit nicht gemeint sein, dass durch diese Untersuchungen die Erforschung der Küstenseen innerhalb des von mir gewählten Programmes bis zur Vollkommenheit abgeschlosssen ist. Im Gegenteil! ich bin mir dessen am besten bewusst, dass es noch so manche Lücke gibt, die auszufüllen es mir leider nicht mehr möglich war, sollte die Veröffentlichung nicht noch auf weitere Jahre verschoben werden. Besonders gilt dieses in Bezug auf die Schwebeflora und -fauna unserer Gewässer, von deren Reichtum und Mannigfaltigkeit meine mikroskopischen Untersuchungen nur ein ganz unvollständiges Bild geben können, da sie sich nur auf den Bodensatz einer einzigen Flasche von etwa 10 l aus jedem See beziehen. Wieviel reicher müsste die Ausbeute und wieviel dankbarer die Aufgabe sein, wenn die Gewässer mit dem Planktonnetz abgesucht werden könnten, und zwar zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten, aus der Uferzone und aus ihrer Mitte. Sollten dennoch meine Arbeiten, trotz ihrer Unvollkommenheit, einige Anregung geben, und Botaniker oder Zoologen, am besten aber beide, sich der Erforschung des Planktons unserer Küstenseen zuwenden und sie zusammen mit den Untersuchungen der obengenannten Herren als Ergänzung dieser Arbeit veröffentlichen, so würde mir das zur grössten Freude gereichen.

Bevor ich schliesse kann ich nicht umhin, allen denen, die mich in meiner Arbeit, sei es durch liebenswürdige Gastfreundschaft, sei es durch bereitwilligst erteilten Rat oder sonst wie, gefördert haben, auch an dieser Stelle meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

Riga, im Januar 1908.

Mag. **F. Ludwig.**

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 11

Geographische Übersicht 17

Untersuchungsmethoden 21

I. chemische 22

a) Wasser 22

Bestimmung von Kieselsäure 22

„ „ Eisenoxyd 22

„ „ Aluminiumoxyd 22

„ „ Calciumoxyd 22

„ „ Magnesiumoxyd 22

„ „ Chlor 23

„ „ Schwefelsäure 23

„ „ Phosphorsäure 23

„ „ Kaliumoxyd 23

„ „ Natriumoxyd 23

„ „ Kohlensäure 23

„ „ Sauerstoff 24

„ „ organischen Substanzen 24

„ des Abdampfrückstandes 25

„ „ Glührückstandes 25

„ der Härte 25

b) Schlamm 26

Gang der Analyse 26

Ergänzende Untersuchungen 27

Aufführung der Resultate 27

Ergänzende mikroskopische Untersuchungen 27

II. geophysikalische 28

Tiefenmessungen 28

Profile 29

Tiefenkarten 30

Mittlere Tiefen 30

Beschaffenheit des Seebodens 31

Oberflächentemperatur 31

Jährlicher Gang derselben 31

Tiefentemperatur 32

Wasserfarbe 32

Durchsichtigkeit 33

Höhenmessungen der Ufer 33

	Tafel	Seite
Die Beschreibung der einzelnen Seen:		
Der Angern-See	I u. II	34
„ Kanger- „		46
„ Duhnje- „		57
„ Vogel- „		59
„ Schlocker See	III	61
„ Aklis-See		67
„ Babit- „		72
„ Stint- „		80
„ Jägel- „	IV	88
„ grosse und kleine Weisse See	V u VI	95
„ Langsting-See	VII	109
„ Silber- oder Salles See	VIII	115
„ Seksche-See	IX	120
„ Wendsche-See	X	125
„ Duhnje-See		129
„ Grössere Makke-See	XI	130
„ Lihne-See	XII	134
„ Ottern-See	XIII	138
„ Juge-See	XIV	142
„ Lawer-See	XV	147
„ Dsirne- „	XVI	151
„ Kadak- „	XVII	157
„ kleine Uike-See	XVIII	161
„ grosse „ „	XIX	164
„ Duhnje-Lilast-See	XX u. XXI	167
„ Serge-See		171
„ Ume- „	XXII	175
„ Lange „	XXIII	178
Rückblick und Schlüsse		182
Tabellen		194
Tiefenkarten.		
Übersichtskarte.		

Einleitung.

Die grossen Erfolge der Ozeanforschung brachten es mit sich, dass man die Blicke auch den kleineren Wasserbecken des Festlandes zuwandte und deren Eigenschaften, sowie die in ihnen vorhandenen Lebewesen zu studieren begann. Einer der ersten, welcher sich diesem Studium mit vollem Eifer widmete, war der Schweizer Gelehrte Dr. F. A. Forel. Selbst Professor der Anatomie, begnügte er sich nicht nur mit zoologischen Untersuchungen, nein auch botanische, geologische und physikalische wurden von ihm unternommen, um ein vollständiges Bild von den Lebewesen der Binnengewässer zu erhalten, wie auch von den äusseren Bedingungen, unter denen sie stehen. Selbst ohne Vorgänger auf diesem Gebiete, suchte er die bei der Ozeanforschung gebrauchten Apparate in abgeänderter Form seinen Zwecken dienstbar zu machen oder solche neu zu konstruieren. So kann er mit Recht als Begründer der wissenschaftlichen Seenkunde, der Limnologie, bezeichnet werden, ja ihm verdanken wir auch ein „Handbuch der Seenkunde“ [1]), in dem alle die reichen Erfahrungen niedergelegt und zum System geordnet sind, die er im Laufe mehrerer Jahrzehnte bei der Erforschung der Schweizer Seen und namentlich des Genfer Sees gewonnen hat. Schon früher waren mehrere Werke von ihm erschienen, so das sechsteilige Hauptwerk „Matériaux pour servir à l'étude de la faune du lac Léman“ (1874—1879), dann „La faune profonde des lacs Suisses“ in „Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften“ 1885; schliesslich sei noch der grossangelegten Monographie des Genfer Sees aus der Feder Forels gedacht, welches unter dem Titel „Le Léman“ im Jahre 1895 erschienen ist.

[1]) F. A. Forel, Handbuch der Seenkunde. Stuttgart 1901.

Gleich seine ersten Arbeiten wirkten anregend auf eine Anzahl Gelehrter, die sich zum Teil dem Studium der niederen Organismen widmete, zum Teil aber die geographischen und physikalischen Eigenschaften der Seen zu erforschen strebte. Von letzteren sei besonders A. Geistbeck genannt, der als erster eine Monographie über die Seen der deutschen Alpen [1]) erscheinen liess. Von nun an verbreitete sich die wissenschaftliche Seenforschung über die ganze Erde und heute liegen uns Arbeiten vor aus Asien, Afrika, Amerika, ja selbst aus den arktischen und antarktischen Ländern. Es liegt in der Natur der Sache, dass nicht alle Untersuchungen mit der gleichen Vollständigkeit ausgeführt worden sind. Während sich z. B. unsere Kenntnisse der Seen im Herzen Afrikas oft nur auf das Material weniger Netzzüge beziehen, sind die Seen inmitten Deutschlands oder der Schweiz im Laufe vieler Jahre fast unausgesetzt besucht und in jeder Hinsicht mit einer Gründlichkeit untersucht worden, die kaum noch übertroffen werden kann.

Es ist hier nicht der Platz und würde viel zu weit führen, an dieser Stelle auch nur die ersten Forscher und deren Arbeiten zu nennen und begnüge ich mich Interessenten auf das augenblicklich in neuer Auflage erscheinende zusammenfassende Werk über die Binnengewässer von Prof. K. Lampert [2]) zu verweisen, wo ein historischer Überblick über diesen neuen Wissenszweig gegeben ist. Weitere Literaturangaben und eine gute Einführung für solche, welche sich auf diesem Gebiete betätigen wollen, gibt das schon genannte Handbuch der Seenkunde von F. A. Forel, welches die Frage allseitig behandelt. Eine Ergänzung zu diesem, besonders in Betreff der physikalischen Untersuchungsmethoden, bietet die Monographie des Würmsees von Willi Ule [3]), gleichfalls mit vielen Literaturangaben versehen. Zur Einführung in die Biologie der Binnengewässer könnte ein von Dr. Otto Zacharias [4]), unter Mitwirkung vieler namhafter Spezialisten herausgegebenes Sammelwerk dienen; leider ist es schon etwas älteren

[1]) A. Geistbeck, Die Seen der deutschen Alpen. Leipzig 1885.
[2]) K. Lampert, Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1907.
[3]) W. Ule, Der Würmsee (Starnbergersee) in Oberbayern. Leipzig 1901.
[4]) O. Zacharias, Die Tier- u. Pflanzenwelt des Süsswassers. 2 Bde. Leipzig 1891.

Datums, weshalb in ihm die neueren Arbeiten der betreffenden Gebiete nicht mehr zitiert sind.

Ein weiteres, besonders wegen seiner grossen Zahl von Abbildungen schätzenswertes Buch zum Bestimmen der mikroskopischen Befunde bildet B. Eyferths „Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches." Ich muss mich hier mit der Aufführung einiger weniger Handbücher allgemeinen Inhalts begnügen, was ich umsomehr kann, als in allen genannten Werken auch auf die spezielle Literatur der einzelnen Tier- und Pflanzenklassen hingewiesen wird.

Wie wir sehen, ist in aller Herren Länder schon eifrig an der Erforschung der Binnengewässer gearbeitet worden und es drängt sich uns die Frage auf, was ist in dieser Beziehung in unserer engeren Heimat, den Ostseeprovinzen, geleistet worden? Es liegt fern von mir alle Arbeiten an dieser Stelle aufzuzählen, die mit unseren Seen in irgendwelcher Beziehung stehen und soll auch des weiteren nur auf die Literaturbefunde Bezug genommen werden, welche mit den von mir untersuchten Seen im Zusammenhange stehen. Ich will jedoch gleich dazu bemerken, dass bei uns auf diesem Gebiete noch sehr wenig gearbeitet worden ist, dass die Mehrzahl der älteren Arbeiten meist einem zufälligen Charakter zeigt, oder aber sie sind aus rein praktischen Gründen, im Auftrage einer Kommune unternommen worden. Zu diesen letzteren gehören die Untersuchungen der beiden Weissen und einiger anderer Seen, ausgeführt von Ingenieur A. Thiem im Jahre 1882 im Auftrage der Rigaschen Stadtverwaltung [1]) und die Untersuchung des Oberen Sees bei Reval, mit welcher Ing. A. von Mickwitz vom Revaler Gas- und Wasserwerk im Jahre 1898 [2]) beauftragt worden ist. Erst in neuester Zeit, und zwar im Jahre 1905, also etwa ein Jahr nach Beginn meiner Arbeit, wurde

---

[1]) Zur Reform des Rigaschen Wasserwerks, zusammengestellt von Dr. Br. Doss. Riga 1897.

[2]) Докладъ объ изслѣдованіи Верхняго озера, произведенномъ въ 1898 г. по порученіи Комиссіи Ревельскихъ городскихъ газо- и водопроводовъ, инженеромъ А. фонъ Миквицъ. — In neuerer Zeit ist dieser See noch eingehend von Dr. Guido Schneider untersucht worden, welche Arbeit sich augenblicklich im Druck befindet.

von der Naturforschergesellschaft in Dorpat eine besondere Sektion gebildet, die sich speziell die Erforschung unserer einheimischen Seen zur Aufgabe machte. Von ihr sind folgende Abhandlungen bereits erschienen:

Max von zur Mühlen, Ueber Sauerstoffuntersuchungen nebst Beschreibung und bildlicher Darstellung eines selbstkonstruierten Apparates zur Entnahme von Wasser aus grösseren Tiefen. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Jurjew-Dorpat. Bd. XIV, 2. Heft 1905. Jurjew-Dorpat 1906.

Dortselbst. Heinrich von Öttingen, Vorläufiger Bericht über die botanischen Ergebnisse der Seenforschung im Sommer 1905.

Dortselbst. H. von Rathleff, Riga, Erster coleopterologischer Bericht zur Kenntnis der nordlivländischen Seen.

Dortselbst. Н. Самсоновъ, Предварительный списокъ животныхъ организмовъ, собранныхъ въ озерѣ Садіервъ, Лифл. губ.

In denselben Sitzungsberichten vom Jahre 1906, Bd. XV 2. J. Schindelmeiser, Schlamm aus dem Spankauschen See und der Muddabucht.

In denselben Sitzungsberichten vom Jahre 1906, Bd. XV 3. Max von zur Mühlen, Zur Entwickelungsgeschichte des Spankauschen Sees wie auch einiger anderer Seen in der Umgebung Dorpats.

Schliesslich seien noch 2 Arbeiten genannt, die Max von zur Mühlen, den Präses der genannten Seensektion, zum Verfasser haben. 1) Beschreibung der von mir im Sommer 1904 besuchten Gewässer. I. Der Burtneck-See. II. Die Gewässer Pebalgs. Baltische Wochenschrift für Landwirtschaft, Gewerbefleiss und Handel, Organ der Kaiserlichen Livländischen Gemeinnützigen und Ökonomischen Sozietät, Nr. 6, 1905 und 2) Das Werden und Vergehen unserer Landseen. Dortselbst Nr. 5, 1906.

Wie hieraus ersichtlich, ist in den letzten Jahren von den Mitgliedern unserer Schwestergesellschaft recht eifrig an der Erforschung unserer Seen gearbeitet worden. Doch ungleich reichhaltiger wären die Resultate ausgefallen, wenn in gewissen, rings von Seen umgebenen Zentren biologische Süss-

wasserstationen bestehen würden, die es den Forschern ermöglichten ganz in der Nähe ihrer Tätigkeit, versorgt mit den nötigen Apparaten, der nötigen Literatur u. s. w. längere Zeit zu verweilen. Besonders würde dieses für die Planktonforschung von grösstem Werte sein. Bevor ich mit der Einleitung schliesse, sei es mir erlaubt an dieser Stelle einen Vorschlag zur Sprache zu bringen. Seit einiger Zeit wird in Riga an der Verwirklichung einer Idee gearbeitet, welche das Interesse für die Naturkunde im hohen Grade beleben könnte, nämlich an der Gründung eines zoologischen Gartens hart am Stint-See. Sollte sich dieser Plan verwirklichen lassen, wäre es dann nicht möglich dortselbst eine biologische Station zur Erforschung unserer Gewässer zu errichten? Die Lage wäre die möglichst günstige. Ausser den vier grösseren, zusammenhängenden Seen, dem Stint- und Jägel- sowie dem grossen und kleinen Weissen See, befinden sich in unmittelbarer Nähe noch etwa zehn kleinere Landseen verschiedenen Typus, die gleichfalls in den Kreis der Untersuchungen gezogen werden könnten. Vom Stint-See aus ist es ein Leichtes, die Düna, die kurische Aa, ja selbst den Rigaschen Meerbusen auf Streifzügen zu erreichen. Es wäre also die Möglichkeit geboten in dieser Station nicht nur dem Studium des Seeplanktons, sondern auch des Fluss- und Meeresplanktons obzuliegen, wodurch das Material ein bedeutend reichhaltigeres und vielseitigeres wird. Ich will diese Frage hier nur angeregt haben und bin gern bereit zu ihrer Verwirklichung nach Kräften mitzuwirken, damit die Erforschung unserer Gewässer von nun an in systematische Bahnen geleitet wird, denn nur so ist es möglich vom Leben und Treiben der niedersten Organismen unserer Gewässer, die eine Welt für sich bilden, genügende Aufklärung zu erhalten.

Geographische Übersicht.

Betrachten wir eine grössere Spezialkarte unserer Ostseeprovinzen und verfolgen wir den Küstensaum des Rigaer Meerbusens von NW beginnend, so tritt uns zuerst der Angern-See vor Augen. Er ist ca. 20 km lang, 3—5 km breit und befindet sich hart am Meere, nur durch einen schmalen Dünensaum von diesem getrennt. Auf seinem westlichen Ufer erhält er einige nicht unbedeutende Zuflüsse und ist am N-Ende durch einen kurzen Abfluss mit dem Rigaer Busen verbunden. Dem Abflusse gegenüber erhebt sich aus dem See eine grössere, bewaldete Insel. Wenn wir die Küste in süd-östlicher Richtung verfolgen, gelangen wir zunächst an den Kanger-See, der gleichfalls hart am Meere liegt. Auf den Karten ist er als stattlicher See verzeichnet, mit vielen Inseln und durchflossen von dem Flüschen „Slozene", das am W-Ende in den See gelangt, um ihn am O-Ende zu verlassen. Jetzt ist sein Aussehen ein ganz anderes, wie wir des weiteren bei der speziellen Beschreibung der einzelnen Seen erfahren werden. In seiner nächsten Nähe, kaum 1 km von ihm entfernt, befindet sich auf den Karten der Duhnje-See, mit ersterem durch die Slozene verbunden. Dieser See hat nach teilweisem Ablassen des Kanger-Sees seine Existenz eingebüsst, welches Schicksal auch dem sie verbindenden Flüsschen zu teil wurde. An ihn reiht sich der ca. ½ km lange und fast ebenso breite Putna-(Vogel-)See, der mitten im Walde liegt und im Moore gebettet ist. Dieselbe Richtung weiter verfolgend, gelangen wir an den Schlocker See, (Slokas eſars). Bei weitem grösser als der ebengenannte und etwas weiter landeinwärts gelegen, ist er gleichfalls zum

grossen Teil von moorigem Walde umgeben und fliesst durch die Slozene bei Schlock in die kurische Aa ab. An seinem SO-Ende steht er durch ein ganz kurzes Flüsschen mit dem Aklis eſars (Blind-See) in Verbindung. Dieser besitzt eine fast runde Form und einen Durchmesser von ca. einem Kilometer. An dessen O-Ufer befinden sich Torflager und eine kleine Fabrik zur Gewinnung des Torfes. Ihm schliessen sich in westlicher Richtung einige kleine Moorseen an, die den gemeinsamen Namen Lihkum-Seen (lett. Lihkuma eſari) führen. Sie sind winzig und unbedeutend, weshalb sie auch nicht untersucht worden sind. Der Babit-See befindet sich schon jenseits, d. h. östlich von der kurischen Aa; hat eine Länge von ca. 12 und eine Breite von ca. 3 km und erstreckt sich parallel der kurischen Aa, mit der er durch 2 Flüsschen verbunden ist: am W-Ende durch die Gahte, weiter nordöstlich durch das Spunje-Flüsschen. Die Ufer bilden weite, flache Wiesen.

Damit wäre die Reihe der Seen westlich der Düna erschöpft, und wir können uns der zweiten Gruppe zuwenden, die zwischen Düna und livländischer Aa gelegen ist. Gleichfalls von W nach O fortschreitend, wäre als erster dieser Gruppe der Stint-See zu nennen. Dieser buchtenreiche See ist von länglicher Form, ca. 7 km lang, 3—4 km breit und steht an seinem NW-Ende durch den Mühlgraben mit der Düna, an seinem S-Ende durch das kurze, stark gekrümmte Flüsschen, die Melderuppe, mit dem Jägel-See in Verbindung, der die Form des ersten hat, jedoch kleiner als dieser ist. In ihn ergiessen sich von O her die dem W-Abhange des Aa-Plateaus entspringende Kleine Jägel und die gleichfalls dort ihren Anfang nehmende Grosse Jägel. Von NO her empfängt die Melderuppe den Abfluss des grossen Weissen Sees, der seinerseits mit dem kleinen Weissen See verbunden ist; diesen wiederum verbindet ein vor kurzem gegrabener Kanal (das nördliche Ende des Düna-Aa-Kanals) mit der livländischen Aa. Somit wird auch das Wasser der beiden Weissen Seen und zum Teil der livländischen Aa durch den ebenerwähnten Abfluss, der von K. v. Löwis of Menar als Naba-Flüsschen bezeichnet wird, zuerst in die Melderuppe (nach

Löwis Yogele), durch diesen in den Stint-See und nach Passieren des letzteren durch den Mühlgraben in die Düna abgeleitet. Der rivulus Naba, der sich noch vor mehreren Jahren als kleines starkgewundenes Bächlein mit sehr geringer Strömung repräsentierte, wurde später in seinem Unterlaufe stark erweitert, tiefer gegraben und bildet nunmehr mit dem neuhinzugekommenen Teile das südliche Ende des Düna-Aa-Kanals, welcher eine bedeutende Strömung aufweist. Die Form des grossen Weissen Sees ist mehr rund als länglich; bei einer Breite von ca. 2½ km beträgt seine Länge ungefähr 3½ km. Der kleine Weisse See hat die Form eines Ovals, ist ca. 2½ km lang und 1½ km breit. Ausser den ebenerwähnten Seen mit oberirdischem Ab- und Zuflusse gehören in dieses Gebiet und gelangten zur Untersuchung noch folgende abflusslose Seen: der südlich der Petersburger Chaussee, zwischen der 14. und 15. Werst von Riga, gelegene Langsting- oder Schwarze See, ca. 1 km lang und ½ km breit; dann der Salles- oder Silber-See und der Seksche-See; beide zwischen dem kleinen Weissen See und der 16. und 17. Werst der Petersburger Chaussee befindlich, noch etwas kleiner als der Langsting-See, und endlich der einige km östlich von ihnen gelegene kleine Wendsche See. Ausser diesen gelangten noch folgende 4 kleine, gleichfalls abflusslose Seen zur Untersuchung, die nördlich der Weissen Seen gelegen sind: der grössere Makke-See, ein typisches Moorgewässer; der dicht daneben, am Wege von Bellenhof nach Aahof gelegene Lihne-See (lett. Lihņu efars); der an gleicher Strasse etwas nördlicher gelegene Uhdri- oder Ottern-See und schliesslich der zwischen ihnen im Hochmoore eingebettete Juge-See. Mehr nach N, in der Nähe der livländischen Aa, befindet sich der Lawer-See, gleichfalls von geringem Umfange.

Eine weitere Gruppe von Küstenseen befindet sich auf dem östlichen Ufer der livl. Aa, in der Nähe ihrer Mündung in den Rigaer Meerbusen. Zu dieser gehören folgende 8 Seen: der Dsirne-See; er zeichnet sich durch die eigenartig-gewundene Form seiner Ufer aus, besitzt einige kleine Inseln und steht mit der livl. Aa durch einen kurzen Arm in direkter Ver-

bindung. Der südlichste See dieser Gruppe ist der Kadak-See; er hat weder oberirdischen Zu- noch Abfluss, ist von länglicher Form und nur geringer Grösse. An ihn reiht sich östlich der kleine Uike-See und weiter der grosse Uike-See, beides kleine Waldseen, von denen nur der letztere oberirdischen Zufluss hat. Nördlich von ihnen erstreckt sich in der Richtung von S nach N der Duhnje-Lilast-See. Bei einer Länge von ca. 6 km ist seine Breite sehr verschieden, während das N-Ende fast 2 und der südliche Teil bis über die Mitte 1—1½ km breit ist, stellt die sie verbindende Stelle nur einen schmalen Kanal vor. Durch diese eigentümliche Form, die zu der Annahme berechtigt, dass hier zwei Seen durch einen Kanal verbunden sind, ist es wohl zu erklären, weshalb ein und derselbe See in seinem nördlichen Teile „Lilast-See", in seinem südlichen Teile „Duhnje-See" heisst. In den ersteren ergiesst sich die Melupe, in den letzteren die Puskupe, und ist ausserdem der nördliche Teil durch einen kurzen Abfluss mit dem Meere verbunden. Zwischen dem Duhnje-Lilast-See und dem Dsirne-See befindet sich noch der rings von Schwingmoor umgebene Serge-See, dann der in Sand gebettete, fast runde Ume-See und endlich der Garais- oder Lange-See, welcher seinen Namen mit Recht trägt. Noch vor nicht allzu langer Zeit (geologisch gesprochen) einen einzigen, langgestreckten, schmalen, parallel der Küste laufenden See vorstellend, ist er jetzt auf zwei Stellen soweit versumpft und versandet, dass er nunmehr 3 Seen bildet, deren Zusammengehörigkeit deutlich nachweisbar ist. — Somit wären wir an den letzten Küstensee des Rigaer Meerbusens angelangt. Auf der ganzen Strecke, die von der letztgenannten Seengruppe bis zur Nordecke des Busens verläuft, ist auf der Karte kein einziger See verzeichnet.

Das in Betracht kommende Gelände ist nordwestlich der Düna, bis hinauf nach Angern fast vollkommen eben, und wechsel nfeuchte Wiesen mit Wäldern und Mooren ab, östlich der Düna jedoch bis über die livl. Aa und weiter bis an die nordöstlichsten Küstenseen erstrecken sich Kiefernwälder auf stark hügeligem Terrain, hin und wieder durch Moore unterbrochen.

Der Boden des Küstensaumes mit den zur Untersuchung gelangten Seen besteht fast durchweg aus mächtigen Sandschichten, denen devonischer Dolomit untergelagert ist: nur beim Kanger- und Schlocker See tritt letzterer bis an die Oberfläche und bildet den harten Boden dieser Seen.

Hier mögen diese kurzen geographischen Erläuterungen genügen, da bei Behandlung eines jeden Sees auch seine geographischen Momente zur Besprechung kommen sollen; unter anderem wird nach Möglichkeit einem jeden See auch seine Tiefenkarte mitgegeben werden. Zur Orientierung ist noch eine Karte beigefügt, die das ganze Küstengebiet, soweit in ihm Seen angetroffen werden, umschliesst und welche eine Kopie der deutschen Spezialkarte von Mittel-Europa vorstellt. Obgleich sie bei vielen Seen schon nicht mehr zutreffend ist, habe ich doch an ihr keine Änderungen vorgenommen, da ich mich ohne vorhergehende topographische Aufnahmen dazu nicht befugt erachte, doch soll späterhin im Text auf die eingetretenen Veränderungen hingewiesen werden.

Die Untersuchungsmethoden.

Im folgenden will ich mit kurzen Worten der Methoden gedenken, die bei meinen Untersuchungen zur Anwendung gelangten. Man könnte den Vorwurf erheben, dass sie zu bekannt sind, um nochmals an dieser Stelle besprochen zu werden, was in Bezug auf die chemischen Methoden zum Teil richtig ist. Dennoch kann ich nicht umhin, auch diese hier zu erwähnen, weil es verschiedene Wege gibt, die zum Ziele führen und von dem eingeschlagenen Wege, der gewählten Methode, die grössere oder geringere Genauigkeit der Resultate abhängt. Dieses ist in gleichem Masse bei den geophysikalischen Methoden der Fall, die eine ist sehr genau, doch zeitraubend, die andere weniger genau, hat jedoch den grossen Vorzug, einen weit geringeren Zeitaufwand zu beanspruchen. So ist denn auch von mir, je nach den Verhältnissen, bald die eine, bald die andere Methode benutzt worden.

Chemische Methoden.

Von jedem See wurden an Ort und Stelle ca. 10 l (Liter) Wasser und 1/4—2 kg Schlamm genommen. Beides wurde qualitativ und quantitativ untersucht. Die qualitative Untersuchung muss ich als bekannt voraussetzen und gleich zu der quantitativen übergehen.

a. Das Wasser.

Es wurde wie folgt untersucht: 3 l wurden mit Salzsäure angesäuert, auf dem Wasserbade bis zur Trockne verdampft, der Rückstand zwecks Zerstörung der organischen Substanzen schwach geglüht, nochmals mit Salzsäure einigemal behandelt, dann zur staubigen Trockne verdampft und der Rückstand mit Wasser und Salzsäure aufgenommen. Die auf solche Weise abgeschiedene Kieselsäure wurde abfiltriert, im aschelosen Filter getrocknet, darauf Filter nebst Rückstand geglüht, und nach dem Erkalten im Exsikkator gewogen. Im Filtrate wurde durch Ammoniak Eisenoxydhydrat zusammen mit Tonerdehydrat gefällt und nach dem Glühen als Eisenoxyd plus Aluminiumoxyd gewogen. Zur Bestimmung des Eisenoxyds wurde das Gemenge in Salzsäure gelöst, mit Jodkalium versetzt und das ausgeschiedene Jod mit 1/100 Norm.-Natriumthiosulfatlösung titriert; der Rest wurde als Aluminiumoxyd notiert. Die hierbei erhaltenen Resultate werden in Bezug auf das Aluminiumoxyd wohl nicht immer ganz mit der Wirklichkeit übereinstimmen, da aus den benutzten Gefässen letzteres in Spuren gelöst sein könnte. Ich suchte es zwar nach Möglichkeit zu vermeiden, indem nur Platinschalen zur Verwendung gelangten und alle benutzten Bechergläser aus bestem Jenaer Glase bestanden. Die von Eisen- und Aluminiumoxyd befreite Lösung wurde bis fast zum Sieden erhitzt, mit Ammoniumoxalat versetzt und das gefällte Calciumoxalat durch Glühen entweder in das entsprechende Oxyd oder bei grösserer Menge in das Karbonat verwandelt. Nachdem auf solche Weise die Flüssigkeit auch noch von Kalk befreit worden war, erübrigte es nur noch aus ihr die Magnesia abzuscheiden. Dieses geschah durch Zusatz von Natriumphosphat und längeres Rühren der kalten Flüssigkeit mit einem Glasstabe. Die erhaltene Ver-

bindung Ammonium-Magnesiumphosphat wurde durch starkes Glühen in Magnesiumpyrophosphat übergeführt und als solches gewogen.

Weitere 3 l Wasser dienten zur Bestimmung von Chlor, Schwefel- und Phosphorsäure. Zu diesem Behufe wurde das Wasser mit Salpetersäure schwach angesäuert, bis auf einen kleinen Rest verdampft, dieser filtriert und durch Nachspülen mit destilliertem Wasser auf 150 ccm gebracht. Von diesen wurden 50 ccm mit salpetersaurem Silber gefällt, das Chlor als Chlorsilber abgeschieden und als solches gewogen. In weiteren 50 ccm wurde die Schwefelsäure durch Chlorbaryum ausgeschieden und das erhaltene Baryumsulfat geglüht und gewogen. Die letzten 50 ccm. wurden im Wasserbade einige Mal mit Salpetersäure zur Trockne verdampft, um alle Chlorverbindungen in Nitrate zu verwandeln, dann wurde der Rückstand mit Wasser aufgenommen, filtriert, mit Ammoniummolybdat in salpetersaurer Lösung versetzt und erwärmt. Die auf solche Weise abgeschiedene Phosphorsäure war in allen untersuchten Gewässern zu gering, um gewogen zu werden und wurde nur qualitativ als solche konstatiert. Zur Bestimmung des Kalis und Natrons wurden 1—3 l Wasser verwandt. Nach Eindampfen bis auf einen kleinen Rest wurde erst die Schwefelsäure durch Chlorbaryum abgeschieden, darauf durch wiederholtes Zusetzen von Ammoniumcarbonat nebst etwas Ammoniumoxalat Baryt, Magnesia und Kalk gefällt, die Ammonsalze durch gelindes Glühen verjagt und schliesslich der Rest als Chlorkalium und Chlornatrium gewogen; aus diesem Gemische wurde das Kalium als Kaliumplatinchlorid abgeschieden und die Menge des Natrons aus der Differenz bestimmt.

Freie und halbgebundene Kohlensäure wurde nicht bestimmt, war auch als erstere in den meisten der Seen nicht vorhanden, wohl aber wurde die festgebundene Kohlensäure in allen Gewässern quantitativ bestimmt. Zu diesem Zwecke wurden 500 ccm Wasser bis fast zur Trockne verdampft, der Rückstand mit einem Überschusse von $^1/_{10}$ Norm.-Salzsäure längere Zeit digeriert und endlich der Überschuss mit $^1/_{10}$ Norm.-Natronlauge zurücktitriert; als Indikator diente

Phenolphtaleïnlösung. Aus der verbrauchten Salzsäure wurde die äquivalente Menge Kohlensäure berechnet. Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak konnten in keinem der Seen nachgewiesen werden; dasselbe gilt von Schwefelwasserstoff im Wasser.

Ferner wurde noch der Gehalt von gelöstem Sauerstoff im Wasser nach der Methode von Winkler bestimmt, welche sich durch leichte Ausführbarkeit und grosse Genauigkeit auszeichnet. Zu diesem Behufe wurde von jedem See eine Flasche mit gut eingeschliffenem Glasstöpsel von ca. 300 ccm Inhalt mit dem betreffenden Wasser bis zum Rande gefüllt, darauf mit einer langen Pipette 1 ccm einer jodkaliumhaltigen Natriumhydroxydlösung und schliesslich 1 ccm Manganochloridlösung hinzugegeben. Die Flasche wurde nun unter Ausfluss des überschüssigen Wassers so mit dem Glasstöpsel verschlossen, dass keine Luftblasen zu sehen waren und dann mit Blase verbunden. Zu Hause wurde die Flasche solange der Ruhe überlassen, bis sich der braune Niederschlag gesetzt hatte, darauf vermittelst einer Pipette 5 ccm rauchender Salzsäure hinzugegeben und nach vollständiger Lösung titriert. Der Vorgang ist hierbei folgender: Manganohydroxyd wird in alkalischer Lösung durch den Sauerstoff zu Manganihydroxyd verwandelt; Salzsäure führt dieses in Manganichlorid über, welches sogleich unter Bildung von Manganochlorid Chlor abspaltet; dieses wiederum macht aus Jodkaliumlösung Jod frei, und letzteres kann durch Natriumthiosulfatlösung bestimmt werden.

Organische Substanzen. Um annähernd die Menge derselben bestimmen und die Resultate zu Vergleichszwecken benutzen zu können, ist man übereingekommen, sich die Eigenschaft der organischen Substanzen, reduzierend auf Kaliumpermanganat zu wirken, für diesen Zweck nutzbar zu machen. Dabei führen zwei Wege zum Ziel: man lässt die Lösung von Kaliumpermanganat entweder auf angesäuertes (nach Kubel), oder auf mit Alkali versetztes (nach Schulze) Wasser einwirken. Ich bevorzugte das Verfahren von Kubel, da es einfacher ist und übereinstimmendere Zahlen gibt. Zur Ausführung des Versuches wurden 100 ccm Wasser mit 5 ccm $H_2 SO_4$ 1:3 an-

gesäuert, darauf mit Kaliumpermanganatlösung bis zur starken Rötung versetzt und 10 Minuten lang gekocht. Sodann wurde es vom Feuer genommen, 10—20 ccm Oxalsäurelösung, die auf die Kaliumpermanganatlösung eingestellt war, hinzugefügt und abermals bis zur beginnenden Rötung mit $KMnO_4$lösung titriert. Hierbei entsprach 1 ccm $KMnO_4$lösung 0,000316 $KMnO_4$ oder 0,00008 Sauerstoff. Bei Gewässern mit höherem Gehalt an organischen Stoffen gelangten davon nur 25—50 ccm, mit destilliertem Wasser auf 100 ccm gebracht, zur Bestimmung auf ihre Oxydierbarkeit.

Abdampfrückstand. 1/4—1 l Wasser wurde im gewogenen Platintiegel auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, der Rückstand einige Stunden im Exsikkator getrocknet und gewogen. Der Abdampfrückstand enthält alle mineralischen Bestandteile des Wassers, hauptsächlich die Salze mit ihrem Kristallwasser und alle nicht flüchtigen organischen Stoffe.

Glührückstand. Um nun die Summen der wasserfreien mineralischen Substanzen kennen zu lernen, wurde der Abdampfrückstand im Platintiegel bis zur Zerstörung der organischen Bestandteile schwach geglüht, der Rückstand mit Ammoniumcarbonat behandelt, nochmals schwach geglüht und dann gewogen. Diese Bestimmung dient hauptsächlich zur Kontrolle. Die Summe aller Einzelbestimmungen muss annähernd dem Gewichte des Glührückstandes gleichkommen.

Härtebestimmung. Es scheint auf den ersten Blick wohl wunderbar, dass ich auch diese Untersuchung ausgeführt habe, obgleich schon vorher Kalk und Magnesia, welche die Härte eines Wassers bedingen, auf viel exakterem, gewichtsanalytischem Wege bestimmt worden waren. Ich tat es nur aus dem Grunde, um meine Analysen auch mit solchen vergleichen zu können, die nur zum Zwecke einer raschen Orientierung ausgeführt worden waren und demgemäss nur die am schnellsten zum Ziele führenden Methoden berücksichtigten, zu denen unstreitbar die Härtebestimmung gehört. Ich wählte das Verfahren von Clark und drückte die Resultate in deutschen Härtegraden aus, wobei jeder Grad einem Teil CaO in 100,000 Teilen Wasser gleichkommt. Ausser der Gesamthärte

wurde noch die bleibende oder permanente Härte bestimmt und aus der Differenz die vorübergehende Härte. Es sei darauf hingewiesen, dass beim Vergleich mit den anderen Zahlen der Analysen, die in Litermilligrammen ausgedrückt sind, die Härtegrade mit 10 multipliziert werden müssen, um gleichfalls auf 1 : 1 000 000 gebracht und mit dem gewichtsanalytisch bestimmten Kalk- und Magnesiagehalt verglichen werden zu können.

b. Der Schlamm.

Die Untersuchung der den Boden aller Landseen in grösserer oder geringerer Mächtigkeit bedeckenden Schlammschicht wurde nach denselben Methoden ausgeführt, wie solche bei den Analysen von Bodenarten üblich sind. Hierbei konnten naturgemäss alle diejenigen Untersuchungen fortgelassen werden, die nur zur Ermittelung der Tragfähigkeit eines Bodens dienen, während andererseits auch solche Methoden benutzt werden mussten, die bei Bodenanalysen nicht zur Anwendung gelangen. Im nachfolgenden will ich den von mir eingeschlagenen Weg kurz skizzieren: zur Ermittelung des Gehaltes an Feuchtigkeit und chemisch gebundenem Wasser wurde der in der Luft getrocknete Schlamm im Luftbade einer Temperatur von 160—170° C mehrere Stunden lang ausgesetzt und nach dem Erkalten im Exsikkator gewogen. Darauf wurde der wasserfreie oder wenigstens fast wasserfreie Schlamm bis zur Zerstörung der organischen Substanzen schwach geglüht und der Verlust als organische Substanz in Rechnung gebracht. Der nunmehr resultierende, von aller organischen Materie befreite mineralische Teil wurde einigemal mit siedender Salzsäure unter Zusatz von Salpetersäure zur Trockne verdampft, der Rest mit HCl und Wasser aufgenommen, das Gelöste abfiltriert und durch Nachwaschen mit Wasser auf 150 ccm gebracht. Von dieser Lösung wurden 50 ccm zur Bestimmung von Eisenoxyd, Tonerde, Kalk und Magnesia benutzt, in anderen 50 ccm wurde der Gehalt an Schwefelsäure und in den letzten 50 ccm die Menge der Phosphorsäure ermittelt. Der in Salzsäure ungelöste Rückstand wurde nach dem Trocknen mit Natrium- und Calcium-

carbonat geschmolzen, die Schmelze in Wasser gelöst, aus der Lösung die Kieselsäure mit überschüssiger Salzsäure gefällt und das Gemisch zwecks Überführung der Kieselsäure in die unlösliche Form zur Trockne verdampft. Der Rest wurde gleichfalls mit Salzsäure und Wasser aufgenommen, die Kieselsäure abfiltriert, geglüht und gewogen, das Filtrat dagegen in 2 gleiche Teile geteilt, von denen der eine zur Bestimmung von etwa noch vorhandenem Eisenoxyd, Tonerde, Kalk und Magnesia, der andere Teil zur Bestimmung der Schwefelsäure diente. Da die Untersuchungsmethoden der genannten Basen und Säuren bereits bei der Wasseruntersuchung beschrieben wurden, braucht auf dieselben hier nicht weiter eingegangen zu werden. Damit war die Analyse jedoch noch nicht erschöpft. Es mussten in den meisten Fällen ergänzende Untersuchungen ausgeführt werden und zwar auf Kohlensäure und Schwefelwasserstoff (aus dem Schwefeleisen). Kohlensäure und Schwefelwasserstoff konnten zusammen bestimmt werden und zwar durch Austreiben der Gase vermittelst Salzsäure und Auffangen derselben in U förmigen Röhrchen, gefüllt mit Natronkalk und Kupfersulfat-Bimstein; zur Beseitigung des mit übergehenden Wasserdampfes waren Röhrchen mit geschmolzenem Chlorcalium gefüllt vorgeschaltet. Ausserdem beschäftigte mich die Frage, ob es nicht möglich wäre, die in allen Schlammarten in reichlicher Menge vorhandenen organischen Bestandteile näher kennen zu lernen, sie von einander zu trennen und ihre Qualität zu bestimmen. Fast alle in dieser Hinsicht ausgeführten Versuche blieben jedoch resultatlos. Mit Ausnahme eines chlorophyllhaltigen Harzes und der noch nicht genügend bekannten Huminkörper und -säuren, gelang es mir nicht irgendwelche organische Substanzen zu isolieren. Vielleicht ist hier auch der Zeitmangel schuld, der es mir nicht ermöglichte, mich so eigehend mit dieser Frage zu beschäftigen, wie ich es gerne wollte.

Es erübrigt nur noch einige Worte über die Aufführung der Ergebnisse der chemischen Untersuchung zu sagen. In neuester Zeit ist man übereingekommen, die Resultate bei den Wasseruntersuchungen in Milligrammen für

ein Liter anzugeben, die Metalle als Oxyde, die Säuren als Anhydride aufzuführen und ihnen stets die Formeln beizufügen. Von einer Bindung der Einzelbestandteile zu Salzen ist man mehr und mehr abgekommen, weil sich in den Gewässern nur ein Teil der Salze als solche, ein anderer Teil jedoch in ihre Bestandteile zerlegt, als freie Ionen vorfinden soll. Wie viel dabei von diesen und wie viel von jenen in einem Wasser vorhanden sind, lässt sich weder durch chemische, noch durch physikalische Methoden genau feststellen. Wenn ich dennoch die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen, wenigstens in Bezug auf das Wasser, nicht nur als Metalloxyde und Säureanhydride, sondern auch als mutmassliche Verbindungen anführe, so tue ich das einesteils, um meine Analysen auch mit älteren, die nicht selten nur als Verbindungen aufgeführt worden sind, vergleichen zu können, andernteils auch noch aus dem Grunde, weil es dem weniger Eingeweihten viel leichter ist sich eine Vorstellung von der Lösung eines Salzes zu machen, als von Metalloxyden und Säureanhydriden, mit denen er nichts anzufangen weiss.

Die mikroskopischen Untersuchungen, deren Befunde weiter unten mitgeteilt werden sollen, machen keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind nur ausgeführt worden, weil es mich einesteils zu wissen interessierte, was alles im Wasser umherschwimmt, und ob sich nicht unter dem Mikroskop organisierte Körper des Tier- und Pflanzenreiches erkennen lassen, welchen der organische Teil des Schlammes ohne Zweifel seine Entstehung verdankt, — also durch das Mikroskop Aufklärung zu erhalten über Fragen, die uns die chemische Analyse allein nicht zu deuten vermag.

Geophysikalische Methoden.

Um die Tiefenverhältnisse unserer Küstenseen feststellen zu können, wurden Lotungen in ihnen vorgenommen. Nur in einigen war es nicht möglich dieselben auszuführen, weil sie entweder zu flach waren, um überall mit dem Bot hingelangen zu können (Kanger-See), oder aber weil dichte Schilf- und Rohrbestände, begleitet von anderen üppig wuchernden Wasserpflanzen den See fast vollständig bedeckten und ein

kursmässiges Vordringen unmöglich machten (Babit-See), oder schliesslich weil gerade kein Boot zur Verfügung stand. Bei Seen mit einer Durchschnittstiefe von 2—3 m gelangte der Massstab zur Verwendung, der je nach Bedarf am unteren Ende mit einer Blechscheibe von 25 cm Durchmesser versehen war, um ein Versinken in den oft sehr weichen Schlamm des Bodens zu verhindern oder möglichst abzuschwächen. Bei grösseren Tiefen trat die Lotleine in Aktion. Das am Ende befindliche Lot hatte die Form eines dickwandigen Hohlcylinders und war unten mit einer sich nur nach innen öffnenden Klappe versehen, welche den Zweck hatte, beim Hinabsinken in den Schlamm denselben aufzunehmen, beim Hinaufziehen ihn jedoch nicht wieder hindurchzulassen. Messstab wie Lotleine waren mit Meterteilung versehen. Diese geschah auf recht primitive Weise, indem auf ersterem in Abständen von 1 m grössere Einschnitte gemacht wurden, welche von kleineren, in 1/4 m Abständen, unterbrochen wurden; auf der Lotleine wurde dieselbe Einteilung durch Hineinknüpfen von grösseren und kleineren Bändern bewirkt. Vor Beginn der Lotungen wurden auf einer Karte des betreffenden Sees, nach vorhergehender Prüfung auf ihre Genauigkeit, alle die Punkte verzeichnet, welche als Ausgangs- resp. Endpunkte der einzelnen Lotungsprofile dienen sollten und die bei ovalen Seen an ihrer Längsseite und in gewissen Abständen angeordnet waren, so dass die Lotungsprofile zu der Längsrichtung annähernd senkrecht standen. Um die eingeschlagene Richtung beibehalten zu können, wurden als Ausgangs- und Endpunkte, so weit es anging, markante, weithin sichtbare Gegenstände gewählt, wie z. B. einzeln stehende Häuser, ein einzelner, nahe dem Ufer stehender Baum oder eine kleine Baumgruppe oder aber die Mündung eines Zuflüsschens u. dgl. m., auf welche nun losgesteuert wurde. Die Abstände, in denen die Tiefe gemessen wurde, richtete sich ganz nach der Grösse der Seen. Bald geschah es alle 2 Minuten, bald nach 50, 20, ja in ganz kleinen Seen selbst nach 10 Ruderschlägen. Auf solche Weise erhielt ich für jeden See eine Reihe einzelner Profile, deren Lage und Länge nach der Karte genau bestimmbar war und deren Tiefe mir die Lotungen

angaben. Um sie graphisch darzustellen, wurden auf einer horizontalen Linie, welche in 10—25,000facher Verkleinerung die Länge des Lotungsprofils genau wiedergab, mit Punkten die Stellen bezeichnet, bei denen die einzelnen Lotungen ausgeführt worden sind. An diesen Stellen wurden Senkrechte zur Horizontalen errichtet und zwar in einer Länge, die gleich kam der gefundenen Tiefe in einer Verkleinerung von 1 : 1000.

Wurden nunmehr in einer Kartenskizze die Lotungstiefen an den betreffenden Stellen vermerkt und die annähernd gleichen Zahlen miteinander verbunden, so resultierten die Tiefenkarten. Ich verfuhr bei meinen Karten in der Weise, dass ich Tiefen bis zu 2 m mit einander verband, also Tiefen von 0—2 m, 2—4, 4—6, 6—8 etc. m und diese Isobathen durch ein helleres oder dunkleres Blau markierte, wobei die Farbentöne um so dunkler gewählt wurden, je grösser die Tiefen waren. Ich glaube, dass eine solche Anordnung für unsere Seen mit nur geringen Tiefen die günstigste ist, weil sie einerseits die möglichste Genauigkeit zulässt, ohne andererseits zu bunt und unübersichtlich zu werden. Von einer absoluten Genauigkeit kann bei diesen Karten ja nicht die Rede sein, denn weder ist jeder Punkt des Sees auf seine Tiefe hin geprüft worden, noch war es oft überhaupt möglich eine genaue Tiefe anzugeben, weil der Boden teils mit dünnem Schlamme bedeckt war, in welchen Messstange sowie Lot mehr oder weniger tief versanken, teils mit einem dichten Rasenpolster aus Characeen überzogen war, welches ebenfalls ein genaues Messen nicht zuliess. Um annähernd die Grösse der Becken bestimmen und mit einander vergleichen zu können, wurden die mittleren Tiefen berechnet. Dieses geschah durch Summieren aller bei den Lotungen erhaltenen Ziffern und Dividieren durch die Anzahl derselben, wobei für jedes Profil ein Punkt am Ufer zugezählt wurde. Würden wir die Summen der Lotungen nur durch ihre Anzahl dividieren, so erhalten wir zu hohe Mittelwerte, weil hierbei die beiden Böschungswinkel der ersten und letzten Lotung eines jeden Profils unberücksichtigt geblieben wären. Multiplizieren wir dann die mittlere Tiefe mit dem Areal, so ergibt sich daraus das Volumen des Sees; auch diese beiden letzten Werte können

natürlich nur annähernde sein und nur zu Vergleichszwecken dienen.

Wie schon früher bemerkt, wurden durch das Lot Proben vom Grunde zu Tage gefördert, welche, sorgfältig verzeichnet, ein Bild von der Beschaffenheit des Seebodens an den verschiedenen Stellen lieferten. Um auch einen Einblick in die Mächtigkeit dieser oft den ganzen Boden bedeckenden Schlammmassen zu gewinnen, wurde versucht, sie mit einer Stange zu durchstechen. Es stellte sich jedoch bald heraus, dass der Schlamm in seinen unteren Schichten zu fest war, um einer Stange Durchlass zu gewähren, und wurde sie daher durch ein Stahlrohr von Fingerdicke, versehen mit eiserner Spitze, ersetzt. Von welcher Beschaffenheit der Boden in seinen verschiedenen Schichten war, liessen die anhaftenden Massen erkennen.

Was nun die Temperaturverhältnisse unserer Seen anbelangt, so war in Anbetracht ihrer geringen Tiefe vorauszusehen, dass sie nur sehr wenig kompliziert sein können. Deshalb wurde in den meisten Fällen von einem Messen der Temperaturen in den verschiedenen Tiefen ganz abgesehen und nur die Oberflächentemperatur berücksichtigt, weil bei einigen Metern Tiefe kein Temperaturwechsel in den unteren Schichten nachzuweisen war. Weiter konnte vorausgesehen werden, dass die Temperatur des Wassers direkt proportional der Lufttemperatur sein, also mit ihr sinken und steigen müsse, natürlich nicht mit derselben Geschwindigkeit, sondern angemessen der grösseren Dichte des Wassers, ihr langsam zu folgen habe. Um sich jedoch auch hierin auf Tatsachen berufen zu können, wurde an einem See der jährliche Gang der Oberflächentemperatur so gut als möglich festgestellt. Da alle untersuchten Seen räumlich nur unwesentlich von einander getrennt sind, können die etwaigen Abweichungen in dieser Beziehung wohl auch nur geringe sein. Die Temperatur des Oberflächenwassers wurde von mir gemessen, indem ich mich an der Schattenseite des Bootes über den Rand legte, das hundertteilige Thermometer (welches überall zur Anwendung gelangte) ins Wasser steckte und nach einiger Zeit die Temperatur ablas. Zur Erreichung desselben Zieles

in der Tiefe, hatte ich mir eine Flasche konstruieren lassen, welche so eingerichtet war, dass sie geschlossen bis zu einer beliebigen Tiefe hinabgelassen werden konnte; dort wurde sie geöffnet und nach Einströmen des Wassers wiederum geschlossen. Nach oben gezogen, wurde die Temperatur gemessen.

Da alle Seen eine eigene Farbe besitzen, so sollte auch diese bestimmt werden. Dazu diente mir die Forelsche Skala mit den von Ule vorgeschlagenen und erprobten Ergänzungen. Forell benutzt dazu 2 Flüssigkeiten, eine gelbe und eine blaue. Die gelbe besteht aus einer Lösung von 1 g chromsauren Kali in 200 g Wasser, die blaue aus einer Lösung von 1 g Kupfervitriol in 200 g Wasser mit einem Zusatz von 10 ccm Ammoniak. Die Lösungen werden in folgenden Verhältnissen gemischt:

Nummer der Skala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Blaue Lösung	100	98	95	91	86	80	73	65	56	46	35
Gelbe Lösung	0	2	5	9	14	20	27	35	44	54	65

Ule erweiterte diese Skala durch Hinzufügen einer braunen Flüssigkeit, bestehend aus 1 g Kobaltsulfat, gelöst in 200 g Wasser, unter Zusatz von 10 ccm Ammoniak. Um die Mischung beständig zu machen, muss sie erst durch längeres Hindurchleiten eines Luftstromes völlig oxydiert werden.

Diese Lösung wurde zur Erweiterung der Forellschen Skala auf folgende Weise verwandt:

Nummern der Skala	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Grüne Lösung N 11 von Forel	100	98	95	91	86	80	73	65	56	46	35
Braune Lösung	0	2	5	9	14	20	27	35	44	54	65

Wie es sich später herausstellte, wäre für unsere Verhältnisse die Forellsche Skala allein ganz ungenügend gewesen, weil in ihr die in unseren Gewässern vorherrschenden braunen Töne ganz fehlen. Dass sich Forell damit hatte begnügen können, ist leicht verständlich, wenn wir das Material berücksichtigen, welches ihm bei seinen Untersuchungen zur Verfügung gestanden hat. Es waren nämlich alles Alpenseen, die gespeist werden von Felsbächen und -quellen und in die braunes, mooriges Wasser, wie es bei uns all die kleinen Bächlein und Flüsschen führen, garnicht hineingelangt. Zur bequemeren

Handhabe wurden diese Mischungen in kleine 7 cm lange und 1 cm breite Fläschchen gegossen, die mit der betreffenden Nummer versehen und darauf zugeschmolzen wurden, um ein Zersetzen an der Luft zu verhüten. Das Bestimmen geschah durch Vergleich der Wasserfarbe mit den Farben der Skala. Hierbei bedarf es jedoch einer gewissen Übung, weil es nicht gleichgültig ist, wie man die Wasserfläche betrachtet. Von den Autoren der Skala wird in Vorschlag gebracht, die Bestimmungen nur dort vorzunehmen, wo vom Grunde nichts mehr zu sehen ist und dann nach Möglichkeit in das Wasser durch ein enges Rohr hinabzusehen. Mir gelangen die Bestimmungen am besten, wenn ich den von den Ruderschlägen erzeugten Gischt im Sonnenlichte betrachtete. Auf solche Weise war es mir leicht die Wasserfarbe mit den Tönen der Skala bald in Einklang zu bringen oder wenigstens eine Mittelfarbe zu finden, die zwischen zwei Nummern der Forel-Uleschen Skala hineinpasste.

Zur Ermittelung der Durchsichtigkeit wurde die Secchische Scheibe benutzt. Es ist eine runde, eiserne, mit weisser Ölfarbe angestrichene Scheibe von 30 cm Durchmesser, die an einer Lotleine horizontal in das Wasser gelassen wird. Hierbei wird die Tiefe, bei der sie unserem Auge verschwindet, oder umgekehrt, bei der sie uns nach dem Verschwinden wieder sichtbar wird, vermerkt. Beide Punkte liegen fast in derselben Tiefe und geben uns die Durchsichtigkeitsgrenze des Wassers an. Um eine Störung durch das Sonnenlicht auszuschliessen, ist es notwendig, die Scheibe an der Schattenseite des Bootes hinabzulassen oder aber sich durch einen Schirm vor den blendenden Sonnenstrahlen zu decken.

Wie die Bestimmung der Wasserfarbe, so liefert auch die Bestimmung der Durchsichtigkeitsgrenze nur relative Werte, die jedoch von unschätzbarem Nutzen sein können, wo es auf Vergleiche ankommt, oder wo ein See in eine Reihe anderer hineingeordnet werden soll.

Bei einigen Seen ist von mir auch die Höhe der Ufer über dem Seespiegel gemessen worden. Wie unsere Tiefen so sind auch unsere Höhen sehr geringe, und konnte daher ein gewöhnliches, käufliches Höhenbarometer wegen seiner

Einteilung in je 20 m nicht Verwendung finden. Ich hatte mir daher ein Barometer konstruieren lassen, welches ein Ablesen von 2 m und ein Schätzen von 1 m erlaubte, jedoch den Nachteil hatte, dass es seiner Schwere wegen unhandlich war und daher leider nicht immer benutzt wurde.

Beschreibung der einzelnen Seen.

Der Angern-See

(lett. Engures ezars — Aal-See).

Bevor zu den eigenen Beobachtungen und Untersuchungen übergegangen wird, sollen die Werke älteren Datums, welche sich mit demselben Gegenstande beschäftigen, hier erwähnt und besprochen werden. Es kommen hauptsächlich geographische und geologische Abhandlungen in Betracht und wird man es mir nicht verargen, wenn ich die ältesten Werke nicht mehr in den Kreis meiner Betrachtungen gezogen habe, umsomehr als diese schon in den späteren Arbeiten Berücksichtigung gefunden haben. Ein älteres, auch noch heute oft zur Hand genommenes Werk, ist der geographische Abriss von H. v. Bienenstamm[1]). Alles, was er über diesen See zu sagen hat, finden wir auf S. 360, wo es folgendermassen lautet: „Der angernsche See steht mit dem rigaschen Meerbusen in Verbindung, an welchem er sich der Länge nach hinzieht und nur durch eine schmale Erdzunge von $1^1/_2$—2 Werst Breite von ihm getrennt wird. Seine Länge ist fast $17^1/_2$, die Breite $2-2^1/_2$ Werst und der Flächeninhalt 8131 Lofstellen[2]). Demnach wäre er der grösste Landsee Kurlands, wenn er nicht vielmehr als ein Haff mit einer Nehrung zu betrachten wäre.“ Die nächste Beschreibung dieses Sees

---

[1]) H. von Bienenstamm, Geographischer Abriss der drei deutschen Ostsee-Provinzen Russlands. Riga 1826

[2]) Diese Angaben sind der „Hydrographischen Skizze von Kurland“ von K. F. Watson entnommen, erschienen in den „Jahresverhandlungen der Kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst“ 2. Band, Mitau 1822.

finden wir nach ca. 25 Jahren bei K. Rathlef[1]). Er schreibt über ihn also: „Der grosse und lange Angern-See, nur durch eine schmale, sandige Nehrung vom Meere getrennt, gehört mit dem Usmaitenschen und Libauschen See zu den grössten Kurlands. Er ist 17—19 Werst lang, 3—4 Werst breit und empfängt eine Anzahl kleiner Zuflüsse westl. vom Talsenschen Berglande her, unter denen der mittelste und grösste bei Watson Spilwe heisst, während die Neumannsche Karte (welche diesen nicht benennt) zwei südlichere aufführt, Dumpgal und Packul; sein Abfluss aus seinem SO-Ende mündet bei Angern in den Rigaschen Meerbusen."

Schon im nächsten Jahre folgt eine kleine Abhandlung von H. Kawall[2]), in welcher er neben einigen geographischen Daten, die sich mit den Ausführungen der beiden vorhergehenden Autoren so ziemlich decken, von einer Vertiefung und Durchgrabung des Abflusses am südöstlichen Ende berichtet, welche den Zweck hatte, dem See trockenen, benutzbaren Boden abzugewinnen, doch ohne nennenswerten Erfolg geblieben ist, weil wohl der Spiegel des Sees nicht viel höher lag als der des Meeres. Der Hauptzweck seiner Abhandlung war jedoch, Kenntnis zu verbreiten über das reichliche Vorkommen von Bernstein im Ufersande dieses Sees und es soll nach seiner Schätzung schon für ca. 4000 Rbl. von letzterem verkauft worden sein. Der gefundene Bernstein war mehr hell als dunkel, und es fanden sich auch Stücke mit eingeschlossenen Insekten vor. Diese Notiz fand eine Erweiterung durch R. v. Fölkersahm zu Papenhof in Kurland[3]), der seinerseits berichtete, dass am Strande zwischen Polangen und Libau sehr viel Bernstein gefunden worden sei und er selbst eine Sammlung von ca. 3000 Stücken mit den verschiedensten Einschlüssen, wie Insekten, Wassertropfen, Sandkörnern und kleinen Steinen besessen hätte, welche leider

---

[1]) Dr. K. Rathlef, Skizze der orographischen und hydrographischen Verhältnisse von Liv-, Esth- und Kurland. Reval 1852. S. 195.

[2]) H. Kawall, Der Bernsteinsee in Kurland. Correspondenzblatt des Naturforschenden Vereins zu Riga. Sechster Jahrgang. 1853.

[3]) Correspondenzblatt des Naturforschenden Vereins zu Riga. Siebenter Jahrgang. 1854. S. 61.

durch einen Brand auf dem Gute Papenhof vernichtet worden sei. Wenn wir die Literatur chronologisch weiter verfolgen, gelangen wir zu der im Jahre 1861 von C. Grewingk[1]) verfassten „Geologie von Liv- und Kurland". Da alles hier angeführte für uns von Interesse ist, so will ich es im Wortlaut (S. 620) wiedergeben: „Der Angern- oder Bernstein-See ist eine durch Dünenbildung abgesperrte und ursprüngliche See- dann Brachwasser- und jetzt Süsswasserbildung. Nachdem man diesen See durch einen Kanal niedriger gelegt, kam von seiner Ostseite soviel Flugsand zum Vorschein, dass hier, durch Dünenbildung und Verwehung, viel Schaden angerichtet wurde, während an der Süd- und Westseite herrliches Wiesen- und Ackerland gewonnen war. Der in diesem See gegrabene Bernstein kommt nicht in grösserer Quantität als an den jetzigen Küsten vor und sieht man an seinem Ufer die Schalen der in ihm lebenden Süss- und der untergegangenen Salzwassermollusken unter einander gemengt." Hierdurch erhalten wir erstens wichtige Aufschlüsse über die Entstehung des Sees, weiter erfahren wir, dass durch einen Kanal (am Nordende) das Niveau gesunken ist und endlich wird der fälschlichen Meinung entgegengetreten, als ob der Angern-See besonders bernsteinreich sei. Im Jahre 1872 besuchte M. Willkomm[2]) auf einer Reise durch die baltischen Provinzen auch den Angern-See. In seiner Schilderung desselben entwirft er uns so ziemlich dasselbe Bild wie Grewingk, erwähnt gleichfalls die grossen Mengen ausgelaugter Schalen von Seemuscheln (namentlich eines kleinen *Cardium*) und Bernsteinsplitter, die er selbst gefunden hat, und spricht auch über den zum Meere hingezogenen Kanal und dass dadurch eine Menge Land für Heuschläge gewonnen worden sei. Zum ersten Male erfahren wir durch ihn, dass man auf dem See nur wenig offenes Wasser erblickt, da der Grund sehr flach und auf weite Strecken mit Schilf bewachsen ist. Diese

---

[1]) Dr. C. Grewingk, Geologie von Liv- und Kurland mit Inbegriff einiger angrenzenden Gebiete. Dorpat 1861. Auch Archiv der Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. Erste Serie Bd. II S. 479—744. Dorpat 1861.

[2]) Dr. Moritz Willkomm, Streifzüge durch die baltischen Provinzen. I. Theil. Liv- und Kurland. Dorpat 1872.

letzte Aussage kann ich nicht ganz bestätigen. Es war im Gegenteil bei meiner Anwesenheit sehr viel offenes Wasser vorhanden, aus dem mit Schilf bewachsene Stellen nur hier und da inselartig hervorragten, und man hatte ganz und gar nicht den Eindruck von einem verwachsenen See. Doch ist es möglich, dass bei besonders niedrigem Wasserstande und gegen Ende der Vegetationsperiode das Bild mehr den Aussagen M. Willkomms entspricht. Ebenso muss ich dem Ausspruche Grewingks, als ob durch das teilweise Ablassen des Sees herrliches Wiesen- und Ackerland gewonnen wäre, entgegentreten und kann mich nur Willkomm anschliessen, der von Heuschlägen berichtet. Seit dieser Zeit sind mir über den Angern-See keine weiteren Literaturangaben bekannt. Wohl erwähnt noch Ackermann[1]) ihn in dem Kapitel über die Umformung von Strandseen, doch zitiert er hierbei nur die Angaben Grewingks über die Entstehung desselben und stimmt ihnen vollständig bei.

Was das Kartenmaterial anbelangt, so stand mir solches in grösserer Menge zur Verfügung. Leider muss ich bekennen, dass die meisten der Karten, besonders die älteren aus dem 17. und 18. Jahrhundert, viel zu ungenau sind, um von ihnen Notiz zu nehmen. Nur eine will ich erwähnen, die von Barnikel[2]), in welcher der Angern-See bedeutend breiter als der jetzige gezeichnet ist, wobei jedoch die Insel fehlt. Wenn das erstere gewiss auf Tatsachen beruht, so ist das Fehlen der Insel als ein Mangel in der Kartenzeichnung zu betrachten, denn ihrem ganzen Aufbaue und ihrer Höhe über dem Wasserspiegel nach muss sie schon früher, wenn auch nicht in der heutigen Grösse, existiert haben. Selbst die grössten und besten Karten unseres Gebietes, die russische Generalstabskarte und die deutschen Spezialkarten von Mittel-Europa[3]), weisen in Bezug auf den Angern-See grosse Abweichungen auf. Noch am meisten der Wirklichkeit näher kommend fand

[1]) Dr. Carl Ackermann, Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee. Hamburg 1891.

[2]) Barnikel, Karte von Kurland. Nürnberg 1747.

[3]) Herausgegeben von der Kartographischen Abteilung d. Königl. Preuss. Landesaufnahme 1885. Einzelne Nachträge 1899.

ich die eben erwähnte deutsche Karte, weshalb ich mich ihrer auch bei meinen Tiefenmessungen, bei Entwurf der Tiefenkarte und den weiteren Berechnungen bediente. Es soll jedoch gleich hier bemerkt werden, dass ausser einigen anderen Ungenauigkeiten die Insel ganz falsch und viel zu gross gezeichnet ist. Auf der russischen Karte ist die Insel zwar bedeutend kleiner, jedoch auch nicht den Tatsachen entsprechend vermerkt und finden wir in ihr ausserdem Stellen als Land gezeichnet, wo in Wirklichkeit Wasser ist; so auf der Westseite der Insel ein schmales zweites Inselchen und weiter zur Mitte hin, gleichfalls auf der Westseite, das Land tief in den See hineinragend. Dieses lässt sich wohl am besten so erklären, dass die betreffenden, an und für sich sehr flachen Stellen zur Zeit der topographischen Aufnahme stark mit Schilf bewachsen waren, was, verbunden mit niedrigem Wasserstande, wohl den Eindruck hervorrufen konnte, als wäre hier Land.

Nunmehr will ich zu meinen eigenen Beobachtungen und Untersuchungen übergehen. Nach den letztgenannten Karten befindet sich der Angern-See zwischen 57° 10′ bis 57° 20′ 40″ n. Br. und 7° 9′ 20″ bis 7° 16′ 5″ w. L. von Pulkowa oder 40° 44′ bis 40° 50′ ö. L. von Ferro. Seine Länge beträgt demnach 17 km und seine grösste Breite ca. 4 km. Er ist langgestreckt, in der Mitte am breitesten, verjüngt sich nach seinen Enden hin immer mehr, um zum Schluss jederseits in eine schmale Spitze auszulaufen. Am Nordende befindet sich eine grössere, bewaldete Insel, deren Boden mit erratischen Blöcken und Geschieben an vielen Orten so stark bedeckt ist, dass er wie gepflastert aussieht. Sie erhebt sich recht bedeutend über den Spiegel des Sees. Der Flächeninhalt des Sees beträgt mit Einschluss der Insel 50 qkm, wobei auf die Insel nach der deutschen Karte 6 qkm kommen, was jedoch, wie oben bemerkt, zuviel ist. Hier wäre eine neue Aufnahme sehr zu wünschen. Die Konfiguration der Seeufer ist wenig ausgeprägt; nur geringe Buchten unterbrechen die fast gleichförmig verlaufende Uferlinie. Auf der Westseite münden mehrere Bächlein (nach der deutschen Karte 7), während er auf der Ostseite an zwei Stellen mit dem nur 2 km entfernten Meere, welchem er parallel läuft, in Verbindung steht: am

Südende durch einen natürlichen, von Menschenhand erweiterten Bach, am Nordrande durch einen künstlich angelegten Kanal. Das Westufer ist flach, erhebt sich kaum über den Wasserspiegel und wird durchweg von 2—3 km breiten feuchten Wiesen gebildet, denen sich weiter landeinwärts etwa 40—50 Jahre alter Kiefernwald anschliesst. Im Bereiche der Uferlinie sehen wir hier einige Bauernhöfe, wie Skuje, Dsederzeem, Kuilezeem, Kriewe, Sunnit und andere. Im Gegensatz hierzu ist das Ostufer seiner ganzen Länge nach trocken und sandig und zum grössten Teil bewaldet, im Hintergrunde durch älteren, auf hohen Dünen stehenden Kiefernwald, im Vordergrunde durch jungen Kiefernnachwuchs, der sich auf ebener Erde, dem früheren Boden des Sees, ausbreitet. Wenn wir den See im Boote befahren, zeigt er sich uns als weite Wasserfläche, umsäumt von Schilf und Rohr. Doch nicht überall bleibt es bei dem schmalen Vegetationsrande in der litoralen Zone, schon an vielen Stellen dringt die Ufervegetation weiter in den See vor, an den tieferen tritt sie noch schüchtern und inselartig auf, in den flachen Buchten der Nord- und Südspitze gewinnt sie mehr und mehr an Boden und verteilt sich dort bald dichter, bald weniger dicht über die ganze Wasserfläche. Einen weiteren günstigen Boden zur Verbreitung findet die Uferflora in dem schmalen, kanalartigen, und zugleich seichten Wasser zu beiden Seiten der Insel und an einer besonders flachen Stelle an der Westseite des Sees, zwischen Skuje und Dsederzeem. Diese Stellen, von den angrenzenden Bewohnern „Grebben“ genannt, bilden äusserst günstige Brutplätze für Wasservögel, welche man in grossen Scharen aus ihnen auffliegen sieht. An vielen Orten ragen bald grössere, bald kleinere erratische Blöcke aus dem Wasser hervor, so im N und S der Insel, gleichsam als Fortsetzung derselben, weiter am Ostufer gegenüber Kuilezeem, wo sie selbst das Ufer bedecken, und besonders an der Südspitze des Sees, die übersät von ihnen ist, wobei manche einen Durchmesser von 2—3 m aufweisen.

Die Maximaltiefe des Sees ist 240 cm. Die mittlere Tiefe der einzelnen Profile, die den See quer durchschneiden ist, in cm ausgedrückt, folgende: für a b 47,3; c d 86,6; e f 128,9;

g h 138,0; t u 165,7; r s 109.7; m n 111,7; o p 73,8; schliesslich wurde noch ein Profil konstruiert, welches vom Westufer zur Insel reicht und im Mittel auf 47,0 geschätzt wurde. Aus diesen Profilen ergab sich als mittlere Tiefe für den ganzen See 101 cm. Multiplizieren wir den Flächeninhalt mit der mittleren Tiefe, so erhalten wir als Volumen rund 44 500 000 cbm.

Die Farbe des Wassers ist klar und entspricht seiner Farbe nach den Nummern 8 bis 10 der Forel-Uleschen Skala, ist also gelblich grün. Die Secchische Scheibe zur Bestimmung der Durchsichtigkeitsgrenze brauchte nicht angewandt zu werden, da ohnehin der Grund überall sichtbar war. Dieser ist auf seiner ganzen Ausdehnung mit einem dichten Polster von Characeen bedeckt, unter dem sich bald mehr, bald weniger tiefer Schlamm befindet, während der Untergrund aus festem Sande besteht. Auch in Betreff der Schlammtiefe wurden einige Untersuchungen ausgeführt, welche folgende Resultate ergaben: in der südlichen Bucht, bis zum Profile a b war der Schlamm nur einige cm dick, im Profile c d wurden in der Nähe der Ufer 3, mehr zur Mitte 2,5 m gemessen, bei e f erwies sich wiederum nahe am Ostufer sehr wenig Schlamm, im Lotungsprofile i k l wurde auch nur eine Schlammtiefe von 1 m konstatiert, während zu beiden Seiten der Insel in den Profilen m n und p q durchschnittlich 2,5 m Schlamm gemessen wurde; schliesslich zeigte der Messstock im Profile u t nahe am Westufer, dicht an einem Schilfinselchen, bei einer Wassertiefe von 60 cm 1,75 m Schlamm an. Das Relief des Beckens ist somit sehr wenig ausgebildet. An den Ufern, dem Nord- und Südende ist es flach, senkt sich zur Mitte zu allmählich, um auch nur eine sehr geringe Tiefe zu erreichen. Am Nordende erhebt sich aus dem Becken ein grösserer Hügel, der die Ufer weit überragt, zum Teil aus dem Wasser als Insel hervortritt, zum Teil unter Wasser, in der Richtung nach Süden hin, weiter verläuft.

Was die Temperaturverhältnisse dieses Sees anbelangt, so brauchte hier natürlich, der geringen Tiefen wegen, nur die Oberflächentemperatur berücksichtigt zu werden, welche wie vorauszusetzen war, fast genau der Lufttemperatur entsprach.

Zwecks chemischer Untersuchung wurden 2 Proben Wasser am 22. Mai 1906 dem See entnommen: einmal aus seiner Mitte (Nr. I), das andere Mal nicht weit vom Ausflusskanal (Nr. II), jedoch bei Nordwestwind, der das Wasser zum Kanal hinaustrieb; dadurch war ein Eindringen von Seewasser zur Zeit der Wasserentnahme unmöglich.

Beide Proben waren klar, fast farblos mit einem kaum merklichen Stich ins Gelbe und ganz schwach alkalisch. Nicht nachweisbar waren: freie Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Salpeter-, salpetrige und Phosphorsäure.

Die quantitative chemische Analyse ergab folgende Resultate.

In einem Liter Wasser waren enthalten in Milligrammen:

	Nr. I	Nr. II
Chlor Cl	2,5	5,3
Schwefelsäure SO_3	9,3	7,0
Kohlensäure (gebundene) CO_2	53,7	45,4
Kieselsäure SiO_2	2,9	1,3
Kaliumoxyd K_2O	0,7	2,4
Calciumoxyd CaO	49,3	36,7
Magnesiumoxyd MgO	17,2	17,0
Natriumoxyd Na_2O	3,0	4,7
Eisenoxyd Fe_2O_3	1,1	1,2
Tonerde Al_2O_3	0,8	0,7
	140,5	121,7

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	166,0	150,4
Glührückstand	138,4	118,4
Glühverlust	27,6	32,0
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff (organische Substanz)	9,2	8,5
Gelöster Sauerstoff	6,8 ccm	7,2 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	6,48	5,6
Bleibende Härte „ „	4,48	4,2
Vorübergeh. Härte „ „	2,0	1,4

Wenn wir die gefundenen Metalloxyde mit den Säureanhydriden verbinden, so ergeben sich daraus folgende Salze, die mutmasslich im Wasser vorhanden gewesen sind:

Im Liter Wasser in Milligrammen:

	Nr. I	Nr. II
Calciumsulfat $CaSO_4$ . . .	15,8	11,8
Natriumcarbonat Na_2CO_3 .	2,1	3,1
Eisencarbonat $FeCO_3$ . .	1,6	1,6
Calciumcarbonat $CaCO_3$.	76,4	56,9
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	35,9	35,5
Kaliumchlorid KCl . . .	1,1	3,8
Natriumchlorid NaCl . . .	3,3	5,7
Kieselsäure SiO_2	2,9	1,3
Tonerde Al_2O_3	0,8	0,7
	139,9	120,4

Zu diesen Verbindungen gelangte ich auf Grund folgender Kombinationen:

für Wasser Probe Nr. I.

SO_3 vorhanden . . .	9,3	MgO vorhanden . . .	17,2
bindet CaO	6,5	bindet CO_2	18,7
zu $CaSO_4$	15,8	zu $MgCO_3$	35,9
CO_2 vorh. (in Lösung)	0,88	K_2O vorhanden . . .	0,7
bindet Na_2O	1,24	entspricht K	0,6
zu Na_2CO_3	2,12	bindet Cl	0,5
Fe_2O_3 vorhanden . . .	1,1	zu KCl	1,1
entspricht FeO . . .	1,0	Cl vorhanden	2,5
bindet CO_2	0,6	verbraucht	0,5
zu $FeCO_3$	1,6	bleibt	2,0
CaO vorhanden . . .	49,3	bindet Na	1,3
verbraucht	6,5	zu NaCl	3,3
bleibt	42,8		
bindet CO_2	33,6		
zu $CaCO_3$	76,4		

für Wasser Probe Nr. II.

SO_3 vorhanden . . .	7,0	CO_2 vorhanden (lösl.) .	1,3
bindet CaO	4,8	bindet Na_2O	1,8
zu $CaSO_4$	11,8	zu $NaCO_3$	3,1

Fe_2O vorhanden . . .	1,2
entspricht FeO . . .	1,0
bindet CO_2	0,6
zu $FeCO_3$	1,6
CaO vorhanden . . .	36,7
verbraucht	4,8
bleibt	31,9
bindet CO_2	25,0
zu $CaCO_3$	56,9
MgO vorhanden . . .	17,0
bindet CO_2	18,5
zu $MgCO_3$	35,5

K_2O vorhanden . . .	2,4
entspricht K	2,0
bindet Cl	1,8
zu KCl	3,8
Cl vorhanden	5,3
verbraucht	1,8
bleibt	3,5
bindet Na	2,2
zu NaCl	5,7

Das Wasser des Angern-Sees stellt also hauptsächlich eine Lösung von kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Magnesia und Gips dar, während die Chloride des Kaliums und Natriums (Kochsalz) und einige andere Verbindungen nur in verschwindend geringer Menge im Wasser vorhanden sind. Die Analyse der Probe Nr. II hatte den Zweck festzustellen, ob sich nicht durch die Nähe des Meeres der Gehalt an mineralischen Substanzen geändert hat. Die Resultate antworten darauf in bejahendem Sinne. Der Gesamtgehalt an festen Bestandteilen ist nämlich zurückgegangen, kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk sind weniger vorhanden, die Menge der Chloride jedoch, also Chlorkalium und Chlornatrium, ist auf das doppelte gewachsen, wenngleich auch sie, selbst bei dieser Probe, noch relativ gering ist. Es macht sich also doch ein gewisser Einfluss des Meerwassers, welches ja zum grössten Teil aus Chlornatrium besteht, selbst bei konträrem Winde bemerkbar.

Die mikroskopische Untersuchung des Wassers ergab folgende Resultate: Quarzkörner, Eisenoxydhydrat, Stärke- und Pollenkörner; von Anneliden: *Chaetogaster* und *Nais elinguis O. F. M.;* von Crustaceen Vertreter der Gattungen *Alona* und *Bosmina;* von Rotatorien: *Chaetonotus maximus Ehrenb.* nebst deren Eiern und *Anurea cochlearis Gosse;* von Protozoen: *Vorticella* und *Euglypha ciliata Ehrenb.;* einige Amoebenarten; Bruchstücke verschiedenartiger Algenfäden; von Chlorophyceen: *Pediastrum Boryanum Menegh.* und

Scenedesmus bidentatus Hansg.; von Conjugaten: *Cosmarium Meneghinii Bréb., Staurastrum orbiculare Ralfs* und *Closterium parvulum Naeg.* und schliesslich von Diatomeen: *Navicula viridis Nitzch, Navicula affinis V. H., Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz., Melosira varians Ag., Amphora ovalis Kütz., Navicula radiosa Kütz.* und *Nitzschia vermicularis Hantzsch.*

Der Schlamm.

Wie schon früher angeführt worden ist, bedeckt den Boden des Sees eine mehr oder weniger dicke Schlammschicht. Der zur Untersuchung genommene Schlamm entstammte der Ostseite des Sees und hatte dort eine Mächtigkeit von $3\,^1/_2$ m. Sein Aussehen war graubraun und seine Konsistenz die einer weichen Salbe. Ein Geruch nach Schwefelwasserstoff machte sich nicht bemerkbar. Nach Entfernen der sichtbaren Muscheln wurde er an der Luft getrocknet, wodurch er mehr grau und spröde wurde; auch dann machte sich noch eine sehr geringe Menge ganz kleiner Muschelstückchen bemerkbar, die möglichst sorgfältig entfernt wurde.

Die Analyse ergab folgende Resultate:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 92,8 %.

In 100 Teilen lufttrockenen Schlammes waren enthalten:

Wasser	6,045
Organische Substanzen	29,650
Mineralische „	64,305
	100,000

Von den mineralischen Substanzen wurden in Salzsäure gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	4,612	7,393 %
Tonerde Al_2O_3	4,202	6,735 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,100	0,160 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	3,459	5,544 %
Kalk CaO	2,536	4,065 %
Magnesia MgO	1,076	1,724 %
Kohlensäure, Mangan, Kalium und Natrium	sehr geringe Mengen.	

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2 . .	42,734	68,502 %
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,328	0,525 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	2,746	4,402 %
Kalk CaO	0,205	0,328 %
Magnesia MgO . . .	0,133	0,212 %
Schwefelsäure SO_3 .	0,256	0,410 %
	62,387	100,000 %

Somit besteht der Schlamm zum grössten Teil aus feinem Sande und Ton, untermischt mit etwas Gips, Eisenoxyd und sehr geringen Mengen von Calcium- und Magnesiumcarbonat, sowie etwas Mangan, Kalium und Natrium, aus den Silikaten stammend. Ob die Phosphorsäure aus den organischen Substanzen herrührt, die hier einen grossen Prozentsatz des Schlammes bilden, oder ob sie als phosphorsaurer Kalk vorhanden ist, lässt sich schwer bestimmen und ist wahrscheinlich beides der Fall.

Was den Gehalt an Eisenoxyd anbelangt, so ist er zu gross, um ganz dem Tone zugerechnet zu werden und haben wir es hier jedenfalls auch mit reinem ausgeschiedenen Eisenoxyd zu tun. Die vielen Bächlein und Flüsschen, die in den See von der Westseite her münden, legen meist einen weiten Weg zurück, beladen sich dabei mit humussaurem Eisen aus den angrenzenden Sümpfen, mit Calcium- und Magnesiumcarbonat aus dolomitigem Gestein, welches die Quellen vermöge ihres grösseren Kohlensäuregehalts lösen, und entledigen sich zum Teil dieser Bestandteile wieder im See, zum Teil auch schon in dem Bächlein selbst. Wie reich diese Ablagerung, besonders von Eisenhydroxyd, in der Nähe des Angernschen Sees ist, zeigen die dort angetroffenen Lager von Raseneisenstein, die in den Zeiten des Herzogs Jakob von Kurland selbst auf Eisen verarbeitet wurden. Wie wir aus der Literatur erfahren, soll auch an diesem See ein Eisenhammer gestanden haben.

Der mikroskopische Befund des Schlammes war folgender: Quarzkörner, Glimmerschüppchen, Eisenhydroxyd, Pollenkörner, verschiedene Pflanzenreste, Teile von Crustaceen, Stückchen von Algenfäden; von Grünalgen: *Scene-*

desmus quadricauda (Turp.) Bréb. und *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.;* von Kieselalgen: *Melosira granulata Ehrenb., Cymatopleura solea W. Sm., Fragilaria virescens Ralfs, Amphora ovalis Kütz., Melosira varians Ag., Navicula viridis Nitzsch, Epithemia turgida (Ehrenb.) Kütz., Surirella biseriata Bréb., Cyclotella Kützingiana Thw., Cymbella (Coccconema) helvetica Kütz.*

Der Kanger-See (lett. Kaneres eſars [1]).

Wie Dr. Bielenstein [2]) nachweist ist die heutige Bezeichnung für den See eine falsche, und müsste er Kanjer-See heissen. Schon in Urkunden aus der Mitte des 13. Jahrhunderts ist von ihm die Rede, und wird er dort entweder lateinisch als stagnum Canygerwe, Var. Canygeruwe oder deutsch als Kanigerwe bezeichnet, spätere Urkunden (v. J. 1330) nennen ihn Caneierwe. Jora, jara, järu, heisst im Livischen — See, gleichfalls das estnische Wort järw und Kan-järw = Gänse-See.

Wenn wir die früheren Arbeiten über diesen See in Betracht ziehen wollen, müssen wir wiederum zu den schon genannten älteren Werken zurückgreifen, sind jedoch in der angenehmen Lage sie durch neuere, bedeutend eingehendere Arbeiten ergänzen zu können. Die Angaben aus der „Hydrographischen Skizze von Kurland“ von Pastor K. Fr. Watson [3]) sind nur rein beschreibenden Charakters und nicht immer ganz zutreffende. Von ihm erfahren wir folgendes: „die letzten Nebenflüsse der Aa sind die Schlock und die Wehrschuppe. Erstere entspringt in den Morästen zwischen Tummen und Ohschlei, bildet, scheinbar stagnierend, die Schilfteiche bei Tuckum und geht dann in den Walgum- und in den Kaṇṇer-See, wo sie Pulkai heisst und ehemals einen Kupferhammer getrieben hat. Als Abfluss des Kaṇṇer-Sees verändert sie ihre Richtung und ihren Namen, geht südöstlich, heisst nunmehr Sļozene und vereinigt sich, etwas oberhalb Schlock schon

[1]) Auf der Karte von Siling Kaṇeeris.

[2]) Dr. A. Bielenstein. Die Grenzen des lettischen Volksstammes und der lettischen Sprache. St. Petersburg 1892. S. 53 und 188.

[3]) Jahresverhandlungen der Kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst. 2. Bd. Mitau 1822. S. 299.

auf gegenwärtig livländischer Grenze mit der grossen Aa". Er spricht hier von einer Namensänderung des Schlock-Baches in Slozene, welches in Wirklichkeit nur die lettische Bezeichnung für den Schlock-Bach ist. Auch ist uns der Namen Pulkai nicht mehr bekannt; in allen weiteren Angaben und Karten finden wir ihn entweder als Schlock-Fluss oder als Mühlbach verzeichnet. Bei H. von Bienenstamm [1]) lesen wir, dass der Kanger-See im Kirchspiel Schlock auf der Grenze von Kurland gelegen ist, wohin er zur Hälfte gehört; ausserdem, dass er 6 Werst lang und 4 Werst breit ist, sein Wasser aus dem Tuckumschen Mühlbach oder der Schlock bekommt. Auch K. Rathlef [2]) erwähnt den Kanger-See nur in Verbindung mit dem Schlock-Flüsschen, dem er auch auf seinem Laufe verschiedene Benennungen beilegt. So besitzt er in seinem Oberlaufe den Namen Schlock, nachdem er durch die Tuckumsche Mühlenstauung gegangen ist, nennt er ihn Tuckumschen Mühlbach, nach Ausfluss aus dem Kanger-See soll er Schlozene und schliesslich bei Eintritt in die Aa Schlockscher Mühlenbach heissen. C. Grewingk [3]) spricht über ihn im Zusammenhange mit dem Angern-See und einigen anderen, die er sich auf gleiche Weise, nämlich durch Abdämmung des Seewassers vermittelst Dünen, Barren oder unterirdischer Sandbänke entstanden denkt. Dieselbe Ansicht vertritt auch C. Ackermann [4]) in seinem Werke „Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee". Nunmehr gelangen wir an die sehr ausführliche Arbeit von Dr. Br. Doss [5]). Wenn diese sich auch speziell mit der Inselbildung unter Beteiligung koprogener Substanz befasst, so finden wir in ihr doch alles Wissenswerte in Bezug auf die physikalische Geographie und Geologie dieses wie einiger anliegenden Seen. Und gerade noch in letzter Stunde erschienen diese Aufzeichnungen. Denn schon in den nächsten Jahren wurde der Kanger-See teilweise abgelassen, veränderte sein Aussehen beträchtlich, und nur

---

[1]) l. c. S. 126. [2]) l. c. S. 193.

[3]) l. c. S. 617. [4]) l. c. S. 67.

[5]) Dr. Br. Doss. Über Inselbildung und Verwachsung von Seen in Livland unter wesentlicher Beteiligung koprogener Substanz im Korrespondenzbl. d. Nat.-Ver. zu Riga XL. 1898.

in dieser Arbeit ist uns ein Bild vom See erhalten geblieben, wie er gewiss viele und viele Jahre ausgesehen hat. Es scheint mir in einer Monographie, wie diese hier, wohl angebracht, den See erst in seiner früheren, von Dr. Doss beschriebenen Gestalt zu betrachten und erst dann zu dem Bilde überzugehen, wie es sich mir in den Jahren 1906 und 1907 bot. Unter Beiseitelassung alles Nebensächlichen will ich nur die Hauptmomente hervorgreifen und über diese kurz referieren. Beginnen wir vom Südwestufer. Hier bemerkte Dr. Doss am Ufer, wie auch im seichten Wasser (1—2′ Tiefe) zahlreiche erratische Blöcke finnländischer Granite und Gneisse, manche bis 8 m im Umfang, die sich stellenweise zu riffähnlichen flachen Wällen zusammengeschoben haben. Noch weiter im See treten grössere und kleinere Inseln hervor, von denen die ganz kleinen mit Schilf, die grösseren mit Bäumen, selbst Eichen, bewachsen sind; wie z. B. die in der Südwestbucht liegende Fichteninsel (lettisch Eg̦u-ṣala).

Hierbei macht er gleichzeitig auf die Beschaffenheit des Bodens aufmerksam, der an dieser Stelle aus Sand und umherliegenden Dolomitplatten besteht und überall mit einer merkwürdigen hellen, schlüpfrig-schleimigen und krümeligen, tierisch-organischen Masse bedeckt ist. Der weitere Teil des Südwestufers bis zum „Burgberg“ (lettisch Pilskalns) ist schlammig, mit Schilf und Sumpfpflanzen bewachsen, und nur ein 1—3 m hoher Uferwall macht ein Vorwärtsdringen möglich, da sich an der anderen Seite desselben dichter, sumpfiger Wald anschliesst. Beim „Burgberge“ steht Dolomit an, während die nächste, westliche Bucht wiederum schlammig ist. Bei Schilderung des nordwestlichen Teiles weist er auf die Unzulänglichkeit aller vorhandenen Spezialkarten[1]) hin. Ihnen zufolge müsste man eine Wasserfläche antreffen, unterbrochen von einzelnen Inselchen, in Wirklichkeit ist es jedoch gerade umgekehrt: ein Gewirr von Inseln und Inselchen, zwischen denen sich einzelne Wasserstrassen hindurchziehen. Das Wasser selbst ist hier klar und bis auf eine NO—SW verlaufende

[1]) Russ. Generalstabskarte v. J. 1866 und lettische Spezialkarte von Siling v. J. 1892.

Furche, 1—2 m tief. Hohe Schilf- und Binsenbestände machen ein Vordringen mit dem Boote an vielen Stellen unmöglich. Der Boden ist mit einer 8—12 Fuss mächtigen Schlammschicht aus grauen, krümeligen organischen Massen bedeckt. Das N-Ufer des Sees ist vollständig verschilft, während das dem Meere zugekehrte O-Ufer sandig, aber auch von einer Schicht des animalischen Bodensatzes bedeckt ist. Was das SO-Ufer anbelangt, so ist dasselbe teils bewaldet, teils von Wiesen bestanden, während in den Buchten wiederum jener animalische Schlamm, von Schilf überwuchert und von einer Schwingrasendecke bekleidet, angetroffen wird. Ich kann auf die sehr interessanten Ausführungen von Prof. Doss nicht weiter eingehen und möchte nur seine Worte in Betreff der Inselbildung hier anführen: „Wie die Inselbildung durch diese organischen Massen vor sich geht, darüber kann man sich am besten orientieren, wenn man aus dem nordwestlichen Schlupfwinkel weiter hinaus in den offenen See gelangt. Man wird hier beobachten, wie an gewissen Stellen das leichte animalische Substrat von den Wellen angehäuft wird, derart, dass diese Sedimente nur noch von welligem Wasser überspült werden. Jetzt können sich einzelne Wasserpflanzen, Binsen und Schilfrohr ansiedeln. Ist aber einmal dies geschehen, dann wirken jene Gewächse als Fänger für alle suspendierten, durch Wind und Wetter herbeigeführten Stoffe, der mineralische Schlamm wird umso leichter festgehalten. Bei Sturm werden neue Massen auf das kaum aus dem Wasser ragende Inselchen geworfen, und so wächst dieses immer weiter in die Breite, in gewissem Grade auch immer mehr in die Höhe über den ruhenden Wasserspiegel hinaus.“ Im nächsten Jahre veröffentlichte Prof. M. Glasenapp eine Analyse dieses Schlammes[1]), die auch in einer Arbeit von Prof. Doss über den Limanschlamm Aufnahme fand und über die im Anschlusse an meine Untersuchung des Kangerseeschlammes berichtet werden soll.

Von den Karten des 17. und 18. Jahrhunderts gilt im allgemeinen dasselbe, was schon bei Besprechung des Angern-

[1]) Prof. M. Glasenapp, Über die Zusammensetzung des koprogenen Schlammes des Kangersees in Livland. Baltische Wochenschrift 1899 Nr. 40.

Sees gesagt wurde: sie sind zu ungenau, um von ihnen Notiz zu nehmen. Auf diesen ist der Kanger-See entweder überhaupt nicht vorhanden oder in so verzerrter Gestalt und so falscher Ortslage, dass es nur auf eine völlig ungenaue Kartographierung zurückgeführt werden kann. Die erste Karte, die den heutigen fast vollkommen entspricht, ist die des Rigaschen Kreises, gezeichnet von Lud. Aug. Graf Mellin und gestochen von Karl Gäck, Berlin 1791. Auf ihr finden wir jedoch im Kanger-See nur 2 Inseln anstatt der etwa 10 Inseln und Inselchen unserer heutigen Spezialkarten. Wenngleich die Inselbildung im Kanger-See auch relativ rasch vorwärts geschritten ist, so lässt sich doch kaum annehmen, dass alle diese Inselchen sich in weniger als einem Jahrhundert nicht nur gebildet haben, sondern auch zum Teil schon stark bewaldet sind. Wir haben es wahrscheinlich auch hier mit einer weniger genauen Aufnahme zu tun. Schon Prof. Doss konstatiert im Jahre 1898, dass selbst unsere neuesten Spezialkarten (siehe S. 48) in Bezug auf die Inseln nicht mehr den Tatsachen entsprechen. Dieses ist umsomehr jetzt der Fall, nachdem der See zum Teil abgelassen und das Wasserniveau ca. 2 Fuss gefallen ist. Um ein richtiges Bild des jetzigen Kanger-Sees zu erhalten, wären neue topographische Aufnahmen notwendig, die jedoch sehr schwer auszuführen wären, da viele Stellen des früheren Seebodens jetzt mehrere Meter tiefen Schlamm aufweisen, der kaum an der Oberfläche etwas erhärtet ist und jeden begraben würde, der es wagen sollte, auf ihn den Fuss zu setzen. Erst nachdem diese Stellen vollständig erhärtet sind, wären solche Aufnahmen möglich. Und auch dann würden sie uns nur ein relativ richtiges Bild liefern, das sich fast nach jedem Regen verändern würde.

Den neuesten Spezialkarten zufolge befindet sich der Kanger-See zwischen $56^0\,59' - 57^0\,1'\,40^0$ n. Br. und $6^0 49' 15'' - 6^0\,54'\,15''$ w. L. von Pulkowa oder $41^0\,5' - 41^0\,11'$ ö. L. von Ferro. Er ist also nach diesen Angabe etwa 6 km lang und bis 4 km breit, erstreckt sich von SW nach NO und gehört bis auf einen schmalen Streifen am SO-Ende, den die kurische Grenze abtrennt, zu Livland. An Zuflüssen

empfängt er von W den Schlok-Bach, lettisch Slozene und am S-Ende ein namenloses Bächlein, den umliegenden Mooren entstammend. Auf der Ostseite ist er durch einen Abflusskanal mit dem nur etwa 1 km entfernten Meere verbunden. Nach dem Ablassen ist diese Entfernung um mehr als das Doppelte gestiegen, ebenso wie die aus dem SO-Ende aus dem See wieder hevortretende Slozene zu existieren aufgehört hat. In den Sommern 1906 und 1907, als ich den See besuchte, war das Wasser bereits so weit von den Ufern zurückgetreten, dass von einem einheitlichen Becken nicht mehr gesprochen werden konnte. Es präsentiert sich dem Auge eine Reihe ganz kleiner Seen, resp. Tümpel, die durch Blockriffe und Barren von einander getrennt sind. Die Inseln sind durch Abnahme des Wassers an ihrer Basis breiter geworden, die Wasserstrassen zwischen ihnen zu winzigen, meist unbefahrbaren Kanälen zusammengeschrumpft, die zum Überflusse noch mit Schilf und Binsen dicht bewachsen sind. Wie sehr die Ufer an Ausdehnung zugenommen haben, ist daraus ersichtlich, dass wir bis dicht an die Kreewa-Insel, in der Mitte des Sees gelegen, trockenen Fusses herankommen konnten oder dass die Egle-Insel, in der Nähe des Anting-Dorfes, nunmehr vollständig auf dem Trockenen liegt, während noch Prof. Doss im Jahre 1898 dort eine Tiefe von 1—2′ vorfand. Auf die geologische Beschaffenheit der Ufer will ich nicht weiter eingehen, da ich nur das wiederholen könnte, was Prof. Doss darüber gesagt hat, allenfalls nochmals hervorheben, dass alle niedrigen Stellen jetzt vollständig trocken gelegt worden sind und daher im O, in der Nähe des Meeres eine breite Sandfläche dem See abgewonnen worden ist, auf der sich stellenweise eine Lage ausgetrockneten Schlammes mit Konchylieneinschlüssen ausbreitet. Vom O-Ende bis dicht vor der Kreewa-Insel, quer durch das frühere Seebett, besteht der Boden aus Dolomitplatten, übersät mit Granitblöcken und -geröll, gleichfalls mit einer dünnen eingetrockneten Schlammschicht bedeckt. Beim Anting-Dorfe ist der Boden wieder sandig mit vereinzelten grossen erratischen Blöcken. Schliesslich ist überall dort, wo der Boden mit tiefem grauem Schlamm bedeckt war, dieser an die Oberfläche getreten, beginnt all-

mählich zu trocknen und wird auch schon spärlich von einer Flora von Binsen und Schilf besiedelt. Gegenüber der Kreewa-Insel, auf der Ostseite derselben, war das Wasser noch mit einem Boot befahrbar. Einige Messungen, die hier vorgenommen wurden, ergaben eine Maximaltiefe von 1 m 40 cm, der Boden war stellweise mit der schon besprochenen Schlammschicht von 2—2,5 m Mächtigkeit bedeckt, über dem sich Charapolster ausbreiteten; auf anderen Stellen stand Dolomit an. Auf den Inseln finden wir eine reiche Vegetation, vorherrschend aus Schilf und Binsen, doch haben sich selbst auf dem noch stark schwankenden, nur mit einer dünnen Rasendecke überzogenen Boden auch junge Bäumchen angesiedelt. Weiter nach NW hin, wo die Kreewa-Insel in das Festland übergeht, findet sich Wald; dasselbe ist auf der zweitgrössten, der Adams-Insel der Fall. Das Wasser ist klar, so dass bei dieser geringen Tiefe überall der Boden zu sehen war. Die Wassertemperatur wich nur wenig von der Lufttemperatur ab. Die Farbe des Wassers war nach der Forel-Uleschen Skala 17. Während der frische Schlamm deutlich nach Schwefelwasserstoff roch, konnte letzterer doch nicht im Wasser nachgewiesen werden. Ebenso wurden nicht gefunden: Salpeter- und salpetrige Säure, Ammoniak und freie Kohlensäure. Die Reaktion war neutral.

Das Wasser erhielt in Litermilligrammen:

Chlor Cl	4,9
Schwefelsäure SO_3 . .	90,7
Kohlensäure CO_2 . . .	81,0
Kieselsäure SiO_2 . . .	3,4
Kaliumoxyd K_2O . .	2,4
Natriumoxyd Na_2O . .	2,7
Calciumoxyd CaO . .	132,4
Magnesiumoxyd MgO .	24,6
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,1
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,3
	342,5

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	403,8
Glührückstand	341,2
Glühverlust	62,6

Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	7,9
Gelöster Sauerstoff	6,33 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	16,0
Bleibende Härte „ „ . . .	10,0
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	6,0

Als Verbindungen gedacht, wären etwa folgende enthalten:

Calciumsulfat $CaSO_4$ . . .	154,1
Eisencarbonat $FeCO_3$ . .	0,14
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . .	123,1
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	51,4
Chlorkalium KCl	3,8
Chlornatrium $NaCl$ . . .	5,1
Kieselsäure SiO_2	3,4
Tonerde Al_2O_3	0,3
	341,3

Zu diesen Verbindungen gelangte ich auf Grund folgender Kombinationen:

SO_3 vorhanden . .	90,7	MgO vorhanden . .	24,6
bindet CaO . . .	63,4	bindet CO_2	26,8
$CaSO_4$	154,1	$MgCO_3$	51,4
Fe_2O_3 vorhanden .	0,1	K_2O vorhanden . .	2,4
entspricht FeO . .	0,09	entspricht K	2,0
bindet CaO_2 . . .	0,05	bindet Cl	1,8
$FeCO_3$	0,14	KCl	3,8
CaO vorhanden . .	132,4	Cl vorhanden . . .	4,9
verbraucht	63,4	verbraucht	1,8
bleibt	69,0	bleibt	3,1
bindet CO_2 . . .	54,1	bindet Na	2,0
$CaCO_3$	123,1	$NaCl$	5,1

Der Analyse zufolge haben wir es hier mit einem harten Wasser zu tun, in dem reichliche Mengen von Dolomit und Gips aufgelöst sind, während die Chlorverbindungen eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Da der Boden zum grossen Teil aus Dolomit besteht, ist es ganz selbstverständlich, dass sich grössere Quantitäten desselben als Carbonate des Calciums und Magnesiums im Wasser wiederfinden, und bleibt uns nur

noch übrig, eine Erklärung über den grossen Gipsgehalt im Wasser zu geben. Darüber hilft uns C. Grewingk hinweg, in dessen geognostischer Karte der Ostseeprovinzen[1]) zwischen Tuckum und dem Kanger-See auf einer weiten, von dem Schlock-Bach durchflossenen Strecke „mittlere oder Dolomit-Etage mit Gips" verzeichnet steht. Ob der beim Kanger-See anstehende Dolomit gleichfalls Gips enthält, ist mir nicht bekannt, doch möglich; etwas weiter südöstlich, beim Dorfe Bigaunzeem am Kemmernschen Strande, habe ich solchen gefunden.

Durch das Mikroskop liessen sich konstatieren: Quarzkörner, Eisenoxydhydrat, Pollenkörner von Coniferen, Kruster aus der Gattung *Bosmina;* von Rhizopoden *Hyalodiscus guttula Duj.;* hauptsächlich aber Diatomeen, so *Navicula viridis Nitzsch, Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz., Synedra capitata Ehrenb., Navicula affinis Ehrenb., Diatomella Balfouriana W. Sm., Gomphonema constrictum Ehrenb., Fragilaria rhabdosoma Ehrenb., Cocconeis exigua Grun., Epithemia Zebra Kütz., Navicula major Kütz., Nitzschia sigmoidea W. Sm., Amphora ovalis Kütz.* und *Melosira varians Ag.*

Der Schlamm.

Wie bereits von Prof. Doss erwähnt, bildet der Schlamm eine hellgraue, in den tieferen Schichten dunklere, weiche schlüpfrige, organische Masse, die, frisch geschöpft, nach Schwefelwasserstoff riecht, der sich jedoch rasch verflüchtigt. Auf manchen Stellen ist der Schlamm übrigens dunkler, erdiger und mit einer Menge kleiner Konchylien versetzt. Zur Untersuchung gelangte der erst beschriebene Schlamm, welcher bei der Kreewa-Insel dem See entnommen wurde. Die Resultate waren folgende:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 93,8%.

Im lufttrockenen Schlamm waren in Prozenten enthalten:

Wasser	16,487
Organische Substanzen (Glühverlust)	22,620
Mineralische „	60,893
	100,000

[1]) Geognostische Karte der Ostseeprovinzen Liv-, Est- und Kurland von Prof. Dr. C. Grewingk. II. Ausgabe. Dorpat 1878.

Salzsäure löste von den mineralischen Stoffen:

Eisenoxyd Fe_2O_3	2,348	3,889 %
Tonerde Al_2O_3	4,109	6,805 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,144	0,239 %
Schwefelsäure SO_3	3,271	5,418 %
Calciumoxyd CaO	12,516	20,728 %
Magnesiumoxyd MgO . .	1,428	2,366 %
Kohlensäure CO_2	4,920	8,149 %

In Salzsäure blieben ungelöst:

Kieselsäure SiO_2	29,363	48,628 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,222	0,368 %
Tonerde Al_2O_3	1,038	1,720 %
Calciumoxyd	0,665	1,102 %
Magnesiumoxyd MgO . . .	0,155	0,258 %
Schwefelsäure SO_3	0,199	0,330 %
	60,378	100,000 %

Alkalien (Na u. K) u. Mangan geringe Mengen.

Daraus ergibt sich, dass die anorganischen Stoffe des Schlammes zum grössten Teil aus Sand und Silikaten, darunter eisenhaltigem Ton, bestehen, untermischt mit einem grösseren Prozentsatz Calciumcarbonat und -sulfat, etwas Magnesiumcarbonat und Phosphorsäure; letztere entweder an Calcium gebunden oder aus den organischen Stoffen stammend. Kalium und Natrium, auch etwas Mangan, wahrscheinlich bei der Spaltung der Silikate hervorgegangen, waren nur in geringen Mengen vorhanden und wurden quantitativ nicht weiter bestimmt. Zum Vergleiche mit meinen Ergebnissen will ich hier die Resultate der Analyse des Kangerseeschlammes von Prof. Glasenapp mitteilen, von der schon oben die Rede war:

Prof. Glasenapp erhielt:

	in nassem	in trockenem Schlamm
Organische Stoffe . .	6,71	38,09
Anorganische „ . .	9,13	54,31
Wasser	84,16	6,60
	100,00	100,00

Der wasserfreie Schlamm enthält demnach:

42,36 % organische und
57,64 % anorganische Stoffe.

Der Stickstoffgehalt des lufttrockenen Schlammes beträgt 1,88 % entsprechend 11,75 % Proteïnabkömmlingen.

Zusammensetzung des lufttrockenen Schlammes:

N-freie organische Substanzen	26,34	
N-haltige „ „	11,75	
K_2O	0,33	0,61 %
Na_2O	0,29	0,54 %
CaO	10,18	18,75 %
MgO	2,54	4,68 %
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	2,88	5,30 %
SO_3	2,22	4,09 %
P_2O_5	0,17	0,31 %
CO_2	9,77	17,98 %
SiO_2 und Silikate	25,93	47,74 %
Hygroskop. Wasser	7,60	100,00 %
	100,00	

Bei Bindung der Säuren an die Basen erhält man:

N-freie organische Substanzen	26,34
N-haltige „ „	11,75
K_2SO_4	0,61
Na_2SO_4	0,66
$CaSO_4$	2,67
$Ca_3(PO_4)_2$	0,37
$CaCO_3$	15,86
$MgCO_3$	5,33
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	2,88
SiO_2 + Silikate	25,93
Hygroskop. Wasser	7,60
	100,00

Wie ersichtlich, stimmen die beiden Analysen recht gut überein, nur enthielt der von mir untersuchte Schlamm mehr eisenhaltigen Ton und Gips, während Prof. Glasenapp neben einer grösseren Menge von organischen Stoffen mehr Carbonate des Calciums und Magnesiums vorfand. Der

Gehalt an Phosphorsäure ist bei beiden Analysen fast der gleiche.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Schlammes wurde folgender Bestand festgestellt: verschiedenartige Pollenkörner, Gewebeteile von Pflanzen, Glimmerschüppchen, Quarzkörner, strukturlose Massen, Eisenhydroxyd, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.;* die zu den Chlorophyceen gehörigen *Pediastrum muticum Kütz.,* und *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.;* von den Schizophyceen: *Chroococcus turgidus Naeg.* und in grosser Menge Diatomeen: *Epithemia Zebra Kütz., Amphora ovalis Kütz., Cocconeis exigua Grun., Fragilaria virescens Ralfs, Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz., Navicula viridis Nitzsch, Navicula major Kütz., Cymatopleura solea Bréb., Epithemia Argus Kütz.* und endlich *Navicula producta W. Sm.*

Südöstlich vom Kanger-See, in einem Abstande von etwa ½—1 km und ungefähr doppelt so weit von der Meeresküste entfernt, finden wir auf der schon genannten Spezialkarte den

Duhnje- (Schlamm-) See

(lett. Duhņ-eſars) verzeichnet, welcher durch ein Flüsschen mit dem Kanger-See verbunden ist, von diesem (dem Schlock-Bach oder Sļozene) durchflossen wird und weiter in den Schlocker See abfliesst. Da der Duhnje-See durch teilweises Ablassen des Kanger-Sees zu existieren aufgehört hat und ich ihn somit auch nicht mehr untersuchen konnte, will ich hier das wörtlich mitteilen, was Prof. Doss im Jahre 1898 über ihn schrieb; ich tue es um so mehr, als es die einzigen Literaturangaben sind, die wir über diesen See besitzen[1]). „Er ist nichts anderes als die südöstliche, durch Landbildung abgetrennte Fortsetzung derjenigen Bucht, welche zwischen der östlichen und mittleren in den Kanger-See vorspringenden Halbinsel sich ausbreitet. Die geringste Entfernung zwischen beiden Becken beträgt ca. ½ km. Die Einengung und allmähliche Verwachsung geht beim Duhn-eſars genau in derselben Weise vor sich wie beim Kanger-See. Viele kleine, aus zoo-organischen Massen be-

[1]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga XL. 1898. S. 195.

stehende Inselchen haben sich am Südrande des Beckens gebildet. Einen ausserordentlich tristen, leblosen Charakterzug verleihen sie der Landschaft, wenn noch nicht Pflanzenleben auf ihnen sich angesiedelt. In ihren hellen Farben könnte man sie für Sandbänke halten. Die äusserst flachen Seebuchten zwischen ihnen werden in kurzer Zeit infolge weiterer Anschwemmungen und Ausfüllungen mit organischen Massen immer mehr sich verkleinern und schliesslich ganz von der Bildfläche verschwinden."

„Am Nordufer des Duhn̦-eſars, nahe der Einmündung der Slozene steht Dolomit an, von erratischen Blöcken bestreut; nahe am Ausflusse des Baches sind aber die organischen Seeschlamm-Massen wiederum in grosser Mächtigkeit angereichert. Eine ca. 6 m lange Stange erreichte noch keinen festen Grund. Der Duhn̦-eſars = Schlammsee trägt somit seinen Namen mit Recht. In der Mitte des Beckens liegt der feste Grund nicht so tief, weil hier die Fortsetzung des Dolomitrückens, die Andar-Halbinsel, nach SO den See durchsetzt. Ein auf dem Dolomit ruhendes Blockriff, dessen Granite und Gneisse z. T. über Wasser ragen und so ein schmales Eiland bilden, zeigt den Verlauf dieses unterseeischen Rückens an. Das zwischen dem Kan̦eeris[1]) und Duhn̦-eſars liegende Stück der Sl̦ozene läuft, wie nicht anders zu erwarten, grösstenteils über Dolomitboden. Das Wasser im Duhn̦-eſars ist ebenso klar wie im Kanger-See." Wie wenig selbst unsere genauesten Karten, besonders in diesem Teil, der Wirklichkeit entsprechen, tritt uns wohl hier am deutlichsten vor Augen: wo wir auf den Karten einen See von 1 km Länge und ½ km Breite mit Zufluss und Abfluss sehen, ist jetzt nichts mehr vorhanden, als ein feuchtes Schlammbett. Dieser Umstand findet seine Erklärung darin, dass selbst unsere neueste Spezialkarte[2]) im Jahre 1892 herausgegeben worden ist, während der Kanger-See erst vor einigen Jahren durch teilweises Ablassen reduziert wurde und dieses das Verschwinden des Duhnje-Sees zur Folge hatte. Neuere topographische Aufnahmen wären daher, in Bezug auf die erwähnten Seen, äusserst erwünscht.

[1]) Lettische Bezeichnung des Kanger-Sees.
[2]) Lettische Karte von Siling.

Der Vogel-See (lett. Putna eſars).

Dieser befindet sich zwischen dem Duhnje- und Schlocker See, dicht am Wege, der von Kemmern zum Strande führt. Er ist von ovaler Form, ca. 1/2 km lang und 1/4 km breit, mitten im Hochmoor eingebettet und von dichtem Kiefernwald umgeben. Das von ihm eingenommene Areal beträgt ca. 130.000 qm. Seine Tiefe konnte, in Ermangelung eines Bootes, nicht gemessen werden, doch soll sie nach Angaben meines Fuhrmannes, der von dort im Winter Eis geholt hat, 1 1/2—2 m betragen; der Boden besteht aus tiefem schwarzen Schlamm. Die Farbe des Sees betrug nach der Forel-Ule-schen Skala 21, war also ein ausgesprochenes Gelbbraun. Auf der Silingschen Karte ist er als „Putna- jeb Leel-eſars" d. h. Vogel- oder Grosser See bezeichnet, während er bei den örtlichen Bewohnern nur als „schwarzer See" bekannt ist. Die letztere Bezeichnung ist für ihn sehr charakteristisch, weil das Wasser des Sees infolge des braunen Tones, noch verstärkt durch den dunklen Untergrund, in der Tat fast schwarz erscheint. Seine Ufer sind ringsum 1/2—1 m hoch, fallen steil zum See ab und sind durchweg bedeckt mit dichten Moospolstern, welche sich noch unterhalb des Wassers fortsetzen. Schilf, Rohr und die übrige Uferflora, ebenso die weisse und gelbe Wasserrose, welche sonst meist in kleinen Seen angetroffen werden, waren hier nicht vorhanden, wie denn auch nicht ein grünes Blatt auf dem Wasser zu bemerken war; von Vögeln sah ich auf ihm übrigens auch keine Spur. Den Karten nach ist er mit dem Schlocker See durch ein Bächlein verbunden, welches wiederum in Wirklichkeit nicht mehr als solches existiert, obgleich sein Bett noch zu sehen ist. Durch die Entwässerungsarbeiten am Kanger-See ist der ganze Kemmernsche Wald trockener geworden und infolgedessen auch das Niveau des Vogel-Sees, von dem dieses Bächlein gespeist wurde, so weit gesunken, dass letzteres nunmehr trocken gelegt worden ist.

Zur Untersuchung gelangte nur das Wasser vom See. Es wurde am 30. Juli 1906 geschöpft, war bräunlich gelb und hatte ungefähr die Farbe eines schwachen Tees. Die

Temperatur des Wassers betrug 24° C. bei einer Lufttemperatur von 21.3° C., es war an den vorhergehenden Tagen sehr heiss gewesen, was sich im Wasser länger bemerkbar machte. Die Reaktion war neutral. Phosphorsäure, freie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Salpeter-, salpetrige Säure und Ammoniak waren nicht vorhanden.

In 1 Liter Wasser waren in Milligrammen enthalten:

Chlor Cl	2,0
Schwefelsäure SO_3 . .	5,0
Kohlensäure CO_2 . . .	2,64
Kieselsäure SiO_2 . . .	1,0
Kaliumoxyd K_2O . .	1,2
Natriumoxyd Na_2O . .	0,67
Calciumoxyd CaO . .	5,7
Magnesiumoxyd MgO .	0,7
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,3
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,6
	19,81

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	87,0
Glührückstand	21,4
Glühverlust	65,6
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff .	34,7
Gelöster Sauerstoff	4,4 ccm
Bleibende Härte (deutsche Grade) . . .	0,7
Gesamthärte „ „ . . .	0,9
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	0,2

Die Metalloxyde mit den Säureanhydriden zu Salzen vereinigt:

Calciumsulfat $CaSO_4$	8,5
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,4
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . . .	3,9
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$.	1,4
Kaliumchlorid KCl	2,1
Natriumchlorid NaCl	1,4
Kieselsäure SiO_2	1,0
Tonerde Al_2O_3	0,6
	19,3

Die Verbindung geschah auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden . . .	5,0	MgO vorhanden . .	0,7
bindet CaO	3,5	bindet CO_2	0,7
zu $CaSO_4$	8,5	zu $MgCO_3$	1,4
Fe_2O_3 vorhanden .	0,3	K_2O vorhanden . .	1,2
entspricht FeO . .	0,27	entspricht K	1,0
bindet CO_2	0,16	bindet Cl	1,1
zu $FeCO_3$	0,43	zu KCl	2,1
CaO vorhanden . .	5,7	Cl vorhanden . . .	2,0
verbraucht	3,5	verbraucht	1,1
bleibt	2,2	bleibt	0,9
bindet CaO_2	1,7	bindet Na	0,5
zu $CaCO_3$	3,9	zu NaCl	1,4

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Wassers wurde folgendes gefunden: hauptsächlich Gewebeteile von Pflanzen, Pflanzenfasern und -haare, vereinzelte Quarzkörner, Eisenhydroxyd, Pollenkörner von Coniferen, Teile von Krustern, besonders *Alona testundinaria Fisch.;* dann von den Rotatorien: *Chaetonotus maximus Ehrenb.*; von den Protozoen: *Eyglypha ciliata Ehrenb.* und von den Diatomeen nur *Navicula radiosa Kütz.* und auch diese in wenigen Exemplaren. Dieses ist somit ein typisches Moorgewässer, überreich an organischen ($^3/_4$) und nur sehr arm an mineralischen Substanzen. Von letzteren entfällt fast die Hälfte auf Gips, die andere Hälfte setzt sich etwa zu gleichen Teilen aus den Carbonaten des Magnesiums und Calciums und den Chloriden der Alkalien zusammen. Von den organischen Stoffen sind es wiederum Huminkörper, die aus dem umliegenden Moor gelöst werden und dem Wasser die gelbbraune Farbe erteilen. Irgendwelche Angaben über diesen See habe ich in der mit zur Verfügung stehenden Literatur nicht gefunden, ebenso wenig ältere Karten, die ihn aufzuweisen hätten.

Der Schlocker See.

Der nächste See, der sich dem zuletzt besprochenen in südöstlicher Richtung anreiht, ist der Schlocker See (lett. Slokas eſars). Von älteren Werken, die seiner, wenn auch nur mit

wenigen Worten gedenken, sind wiederum die von H. von Bienenstamm und von K. Rathlef zu nennen. Bei ersterem[1]) lesen wir bloss: „der Slozen- oder Wozen-See ist 3 Werst lang, 2 Werst breit und fliesst ab durch den Schlockschen Mühlbach", und K. Rathlef[2]) berichtet über ihn, dass der vom Kanger-See kommende Bach „die Slozene" sich in den Schlozen-See (Wozen-See) ergiesst, aus ihm unter dem Namen „Schlockscher Mühlbach" austritt und sich bei Schlock in die Aa ergiesst. Erst von Prof. Doss in der schon erwähnten Arbeit über Inselbildung unter Beteiligung koprogener Substanz[3]) hören wir etwas mehr von ihm. So erfahren wir zum ersten Male hier von seiner Tiefe, die meistens ca. 5 Fuss beträgt, nur in der Mitte etwas mehr sein soll, von der dunklen Farbe des Wassers „wie von Mooren kommend", von der Bodenbeschaffenheit „vorherrschend dunkler Moder, stellenweise Sand und lokal Dolomit mit auflagernden erratischen Gesteinen", schliesslich von schwärzlichem Schlamm, der dem Gefühl nach animalische Materie enthalten muss, doch nicht näher untersucht wurde.

Was das Kartenmaterial aus dem 17. und 18. Jahrhundert anbelangt, so stand mir in Bezug auf diesen See wiederum nur solches mit kleinem Massstabe zur Verfügung, welches ihn jedoch so verzerrt und verzeichnet darstellte, dass es frivol wäre aus ihm irgendwelche Schlüsse hinsichtlich seiner früheren Beschaffenheit zu ziehen. Als Grundlage für meine Tiefenkarte benutzte ich die Karte von Siling, wenn auch sie dem heutigen Bilde des Sees nicht mehr ganz entspricht.

Nach ihr befindet sich der Slokas-efars zwischen 56° 57′ 20″ bis 56° 58′ 20″ n. Br. und 6° 44′ 50″ bis 6° 47′ w. Br. von Pulkowo oder 41° 12′ 15″ bis 41° 14′ 25″ ö. L. von Ferro[4]). Er besitzt eine Länge von 3 und eine Breite von kaum 1 km. Seine Form ist die eines gedehnten Ovals, das sich von NW nach SO erstreckt und an beiden Enden zwei schmale Ausbuchtungen zeigt. Am NW-Ende ergiesst sich in ihn

[1]) Op. cit. S. 126.
[2]) Op. cit. S. 193.
[3]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga XL. 1898. S. 196.
[4]) Deutsche Spezialkarte von Mitteleuropa. 1885, mit Nachträgen 1899. Bl. 45. Riga.

ein Flüsschen, die Slozene oder der Schlocker Bach, der frühere Ausfluss des Kanger- und Duhnje-Sees, der jetzt stark reduziert ist, die Seen nicht mehr mit einander verbindet und nur noch aus den Kemmernschen Mooren gespeist wird. Fast an derselben Stelle, etwas südlicher, empfängt der Schlocker See noch einen kleinen Bach, welcher ihn früher mit dem Vogel-See verband. Am äussersten SO-Ende ist er durch ein schmales kanalartiges, kaum 1 km langes Gewässer mit dem südlicher gelegenen Aklis esars verbunden, während er etwas oberhalb dieser Stelle durch die Slozene in die Aa bei Schlock abfliesst. Die Ufer des Sees sind nicht überall gleich. Während der Boden des SW-Ufers 1—1½ m hoch ist und aus Torf besteht, welcher weiter nach S hin auch gestochen und für Heizzwecke zubereitet wird, ist er auf der Westseite mit Wald bestanden und am NO-Rande gar aus Dolomitfliesen bestehend. Das ganze Ostufer ist kaum ½ m hoch und durchweg moorig. Im nördlichen Teil desselben tritt feuchter Birken- und Fichtenwald an ihn heran, im mittleren und südlichen Teil wird es von Ellern- und Weidengebüsch, auf Schwingmoor ruhend, eingefasst. Der See präsentiert sich uns als freie Wasserfläche, deren Ränder, besonders auf der Nordseite, eine reiche Schilf- und Binsenvegetation aufweisen; hin und wieder treten einige spärliche Binsenflecke auch in der Mitte des Sees auf. Seine Tiefe ist eine sehr geringe. Bei einer Maximaltiefe von 160 cm ist die mittlere Tiefe von Profil a b 102 cm, von Profil c d 105 cm und von Profil e f 119 cm. Das ergibt für den ganzen See eine mittlere Tiefe von 108 cm. Multiplizieren wir das von ihm eingenommene Areal = 3,238,000 qm mit 108, so ergibt sich daraus sein Volumen zu 3,497,000 cbm. Der Boden besteht zum grössten Teil aus dickem, schwarzem Schlamm von ca. 1 m Mächtigkeit, unter dem Dolomit ansteht; nur auf der Südostseite setzt sich der Torf auch unter dem Wasser fort und bildet dort braunen Torfschlamm. Hin und wieder stösst der Messstab auf Kies oder groben Grand, manchmal auch auf Dolomit. Seinem moorigen Ursprunge gemäss besitzt das Wasser eine gelbbraune Färbung, entsprechend den Nummern der Forel-Uleschen Skala 19—20. Die Durchsichtigkeit ist demnach auch

nur eine sehr geringe; es verschwand die Secchische Scheibe den Blicken (Bewölkung 3) schon bei 80 cm.

Zur Untersuchung wurde das Wasser am 18. Juni 1906 etwa aus der Mitte des Sees geschöpft, war gelblichbraun, geruchlos, von fadem Geschmack und hatte eine Temperatur von 19° C bei 19,5° Lufttemperatur. Die Reaktion war neutral, nicht nachweisbar waren: Schwefelwasserstoff, freie Kohlensäure, Salpeter- und salpetrige Säure, während Ammoniak sich im See selbst in ganz schwachen Spuren nachweisen liess, jedoch schon auf dem Transporte verflüchtigte.

Die Ergebnisse der Analyse in Litermilligrammen:

Chlor Cl	4,4
Schwefelsäure SO_3 . .	146,6
Kohlensäure CO_2 . . .	71,0
Kieselsäure SiO_2 . . .	1,0
Kaliumoxyd K_2O . .	0,72
Natriumoxyd Na_2O . .	5,6
Calciumoxyd CaO . .	163,5
Magnesiumoxyd MgO .	19,2
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,9
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,6
	413,5

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	515,0
Glührückstand	412,0
Glühverlust	103,0
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	22,8
Gelöster Sauerstoff	5,32 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	16,0
Bleibende Härte „ „	15,3
Vorübergeh. Härte „ „	0,7

oder zu Salzen verbunden:

Calciumsulfat $CaSO_4$	249,1
Natriumcarbonat Na_2CO_3	4,0
Eisencarbonat $FeCO_3$	1,2
Calciumcarbonat $CaCO_3$	108,9
	363,2

Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	40,1
Kaliumchlorid KCl	1,1
Natriumchlorid NaCl	6,4
Kieselsäure SiO_2	1,0
Tonerde Al_2O_3	0,6
	412,4

Die Verbindung der Metalloxyde mit den Säureanhydriden geschah auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden . .	146,6	Fe_2O_3 vorhanden . .	0,9
bindet CaO . . .	102,5	entspricht FeO . . .	0,8
zu CaSO	249,1	bindet CO	0,4
		zu $FeCO_3$	1,2
CaO vorhanden . .	163,5		
verbraucht	102,5	K_2O vorhanden . .	0,72
bleibt	61,0	entspricht K	0,6
bindet CO . . .	47,9	bindet Cl	0,5
	$CaCO_3$ 108,9		KCl 1,1
CO_2 vorh. (gelöst) .	1,7	Cl vorhanden . . .	4,4
bindet Na_2O	2,3	verbraucht	0,5
zu Na_2CO_3	4,0	bleibt	3,9
		bindet Na	2,5
			NaCl 6,4

Mehr als die Hälfte aller mineralischen Bestandteile im Wasser des Schlocker Sees nimmt also der Gips ein, etwa ein Drittel wird von Calcium- und Magnesiumcarbonat und ein ganz geringer Teil von den Chloriden des Natriums und Kaliums in Anspruch genommen. Die Nähe von gipsreichem Dolomit ist hier unverkennbar.

Das Mikroskop zeigte folgendes Bild: Quarz, Pollenkörner, Pflanzenfasern und -gewebe, Eisenoxydhydrat, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.*, einige Amöben, Kruster, die Grünalge *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.* und Diatomeen: *Navicula major Kütz., Epithemia Zebra Kütz., Navicula viridis Nitzsch, Fragilaria virescens Ralfs, Cocconeis exigua Grunow* und *Cocconeis pediculus Ehrenb.*

Der Schlamm.

Ausser dem Wasser gelangte auch der Schlamm zur Untersuchung. Er war von schwarzbrauner Farbe, weicher, schmieriger Konsistenz und roch im frischen Zustande nach Schwefelwasserstoff. An der Luft getrocknet, bildet er dunkelbraune harte, schwer zerreibliche Massen.

Die chemische Analyse ergab folgende Resultate:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 91%.

In 100 Teilen lufttrocknen Schlammes wurden gefunden:

Wasser	18,255
Organische Substanzen	45,684
Mineralische „	36,061
	100,000

Von den mineralischen Stoffen wurden in HCl gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3	2,200	6,180 %
Tonerde Al_2O_3	2,288	6,427 %
Calciumoxyd CaO . . .	6,292	17,677 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,726	2,039 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	4,730	13,288 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,132	0,371 %
Kohlensäure CO_2	2,902	8,152 %

waren in HCl unlöslich:

Kieselsäure SiO_2	14,918	41,907 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,174	0,487 %
Tonerde Al_2O_3	0,704	1,978 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,304	0,854 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,140	0,393 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,088	0,247 %
	35,598	100,000 %

Ausserdem geringe Mengen von Kalium und Natrium wie auch Spuren von Mangan.

Seiner chemischen Natur nach stellt der Schlamm des Schlocker Sees ein Gemisch vor aus viel Sand, eisenhaltigem Ton, Gips, magnesiareichem Kalkstein, einer geringen Menge von Silikaten und Eisenhydroxyd; alles dieses ist eingebettet in organische, in Humus übergegangene Substanzen, welche ihm seine weiche, schlüpfrige Beschaffenheit verleihen. Unter

dem Mikroskope liessen sich folgende Bestandteile erkennnen und nachweisen: Quarzkörner, Eisenhydroxyd, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.,* verschiedenartige Pollenkörner, besonders von Nadelhölzern, Glimmer, Bruchstücke von Pflanzengeweben und niederen Krustern, besonders *Bosmina,* von Blaualgen *Stigonema ocellatum (Dillw.) Thuret,* von Diatomeen: *Amphora ovalis Kütz., Diatomella Balfouriana W. Sm., Cymbella (Cocconema) aspera Ehrenb.* und *Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz., Gomphonema constrictum Ehrenb., Campylodiscus Clypeus Ehrenb., Cocconeis Placentula Ehrenb., Navicula viridis Nitzsch, Navicula major Kütz., Navicula affinis Ehrenb., Epithemia Argus Kütz.* Ausserdem viele strukturlose, braune bis schwarze Massen. Von den Diatomeen wird *Cocconeis Placentula Ehrenb.,* als im Süss- und Brakwasser lebend angeführt[1]), während *Campylodiscus Clypeus* die Bemerkung erhält: „Brakwasser und fossil in verschiedenen Lagern". Sollte dieses nicht mit ein Beleg für die frühere Zusammengehörigkeit dieses Sees mit dem Rigaer Meerbusen sein?

Der Aklis-See.

Auf der Silingschen Karte finden wir diesen See als Aklis efars (Blind-See) bezeichnet. Im „Geographischen Abriss der drei deutschen Ostsee-Provinzen Russlands" von H. von Bienenstamm[2]) ist eine Bemerkung über ihn, die der Zurechtstellung bedarf. Es heisst dort nämlich bei Besprechung des Kanger-Sees und im Anschluss daran: „Der Akkel, ebendaselbst, 1 W. lang, 1/2 breit, bekommt seinen Zufluss aus dem vorhergehenden (Kanger-See) und fliesst ab in den folgenden (den Slozen-See)". Es liegt hier eine Verwechslung des Akkel mit dem Schlocker See (Slozen-See) vor, der in der Tat seinen Zufluss noch bis vor kurzem aus dem Kanger-See erhalten hat und mit dem Akkel-See durch ein Bächlein verbunden ist; hierbei sind die Grössenmasse für beide Seen die richtigen. v. Bienenstamm hat sich also den kleineren Akkel-See nördlich vom grösseren Schlocker See gedacht, während das

[1]) H. v. Schönfeldt, Diatomaceae Germaniae. Berlin 1907.
[2]) Riga 1826. S. 120.

Gegenteil der Fall ist. Im Jahre 1898[1]) erwähnt ihn Br. Doss und teilt über ihn bloss mit, dass er einen ähnlichen Charakter trägt wie der Schlocker See. Da wir dessen Ansicht über den Schlocker See bereits kennen, soll sie hier nicht wiederholt werden.

Der Aklis efars befindet sich zwischen 56° 56′ 15″ bis 56° 56′ 45″ n. Br. und 6° 44′ 40″ bis 6° 45′ 30″ w. L. von Pulkowa oder 41° 14′ bis 40° 14′ 50″ ö. L. von Ferro. Er liegt südlich vom Schlocker See und ist mit ihm durch ein kurzes und schmales Gewässer verbunden. Ich muss hier wieder auf die Mängel unserer Spezialkarten hinweisen. Während bei ihnen dieses Verbindungsbächlein etwa 1 km lang und gleichmässig breit ist, entspricht es jetzt nur noch im südlichsten, etwa 100 m langen Ende, den Karten, während der bei weitem grössere nördliche Teil sich seeartig ausgebreitet hat, äussert sumpfig und so flach ist, dass man selbst mit einem kleinen Fischerboot nicht hindurch kann. Diesem Umstande ist es denn auch zuzuschreiben, dass es mir nicht möglich war in den See zu gelangen, um dort die Tiefenmessungen vorzunehmen. Das westliche Ufer des Aklis efars bildet die Fortsetzung des bereits beim Schlocker See erwähnten Heidemoores, mit der ihm eigenen Vegetation und dem darunter befindlichen Torf. Das östliche Ufer ist gleichfalls niedrig und feucht, besteht stellweise aus Schwingmoor, ist jedoch im Gegensatz zum westlichen Ufer mit gemischtem, Birken- und Nadelwald bestanden. Die Wasserfläche ist nicht verwachsen und es ragen aus ihr einzelne Granitblöcke von bedeutendem Umfange hervor. Der westliche Ufersaum, an dem Schlamm und Wasser zur Untersuchung genommen wurden, ist moorig und beherbergt eine Schilfvegetation, untermischt mit *Comarum palustre L., Carices, Oenanthe aquatica Lmk.* und anderem mehr. Die Tiefe des Schlammes war hier, in einer Entfernung von etwa 10 m vom Ufer, 1/2—3/4 m. Das am 18. Juni 1906 zur Untersuchung genommene Wasser hatte eine Temperatur von 20° C., während die Lufttemperatur 19,5° C betrug. Es war schwach strohgelb und von kaum merklich alkalischer Reaktion. Nicht nach-

[1]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Bd. XL. 1898. S. 197.

weisbar waren: Ammoniak, Schwefelwasserstoff, freie Kohlensäure, Salpeter- und salpetrige Säure.

Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	1,9
Schwefelsäure SO_3 . .	207,8
Kohlensäure CO_2 . . .	24,9
Kieselsäure SiO_2 . . .	1,1
Kaliumoxyd K_2O . .	0,6
Natriumoxyd Na_2O . .	2,1
Calciumoxyd CaO . .	154,1
Magnesiumoxyd MgO .	15,9
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,1
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,1
	408,6

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	500,0	
Glührückstand	407,9	
Glühverlust	92,1	
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	14,72	
Gelöster Sauerstoff	6,95	ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	14,96	
Bleibende Härte „ „	14,64	
Vorübergeh. Härte „ „	0,32	

oder als Salze gedacht:

Calciumsulfat $CaSO_4$ . . .	353,1
Eisencarbonat $FeCO_3$ . .	0,1
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . .	15,7
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	33,2
Natriumcarbonat Na_2CO_3 .	1,6
Kaliumchlorid KCl	0,9
Natriumchlorid NaCl . . .	2,4
Kieselsäure SiO_2	1,1
Tonerde Al_2O_3	0,1
	408,2

Die Verbindung der Metalloxyde mit den Säureanhydriden geschah in folgender Weise:

SO_3 vorhanden . .	207,8
bindet CaO . . .	145,3
$CaSO_4$	353,1
Fe_2O_3 vorhanden .	0,1
entspricht FeO . .	0,09
bindet CaO_2 . . .	0,05
$FeCO_3$	0,14
CaO vorhanden . .	154,1
verbraucht	145,3
bleibt	8,8
bindet CO_2 . . .	6,9
$CaCO_3$	15,7
MgO vorhanden . .	15,9
bindet CO_2	17,3
$MgCO_3$	33,2

CO_2 vorhanden (als lösl. Salz). . . .	0,66
bindet Na_2O . . .	0,93
Na_2CO_3	1,59
K_2O vorhanden . .	0,6
entspricht K	0,5
bindet Cl	0,4
KCl	0,9
Cl vorhanden . . .	1,9
verbraucht	0,4
bleibt	1,5
bindet Na	0,9
NaCl	2,4

Wie hieraus zu ersehen, ist das Wasser des Aklis-Sees sehr hart und wird die Härte zum grössten Teil durch Gips bedingt, der allein $^7/_8$ aller festen Bestandteile ausmacht. Die Karbonate des Calciums und Magnesiums treten dagegen stark zurück, während Chloride nur in verschwindend kleinen Mengen vorhanden sind. Der mikroskopische Befund war nachstehender: in grosser Anzahl Kruster aus der Familie der Lynceiden, Pollenkörner, Bruchteile von Pflanzengeweben, Quarzkörner, *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.*, Eisenoxydhydrat und das Rotator *Anurea cochlearis Gosse.* Es ist auffallend, dass mir hier gar keine Diatomeen zur Gesicht gekommen sind, die doch sonst unsere Seen in reichlicher Menge besiedeln.

Der Schlamm.

In frischem Zustande ist er fast schwarz, krümelig, fühlt sich weich an, und es lassen sich schon makroskopisch Stengel- und Blattreste in ihm erkennen. An der Luft getrocknet, bildet er poröse, schwazbraune, torfähnliche und leicht zerreibliche Massen, auf denen ganz kleine Konchylien sichtbar waren, die jedoch vor der Analyse nach Möglichkeit entfernt wurden. Es wurde gefunden:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 88,5 %.

Der lufttrockne Schlamm enthielt:

Wasser	15,763
Organische Substanzen .	60,989
Mineralische „ .	23,248

Von den mineralischen Bestandteilen waren in Salzsäure löslich:

Eisenoxyd Fe_2O_3	1,834	7,970 %
Tonerde Al_2O_3	1,077	4,680 %
Calciumoxyd CaO	4,699	20,422 %
Magnesiumoxyd MgO . . .	0,168	0,730 %
Schwefelsäure SO_3	6,296	27,363 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,099	0,430 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	8,405	36,529 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,061	0,265 %
Tonerde Al_2O_3	0,224	0,973 %
Calciumoxyd CaO	0,081	0,352 %
Magnesiumoxyd MgO . . .	0,031	0,134 %
Schwefelsäure SO_3	0,035	0,152 %
	23,010	100,000 %

Ausserdem geringe Mengen von Kalium, Natrium, Kohlensäure und Spuren von Mangan.

Die Hauptfaktoren, die den mineralischen Teil dieses Schlammes bilden, sind also Gips und Sand, erst in zweiter Linie eisenhaltiger Ton und Eisenhydroxyd. Einen ganz geringen Prozentsatz liefern die übrigen Bestandteile, die zum Teil aus den Silikaten des Sandes stammen, oder, wie die geringe Menge von Calciumcarbonat, die den darin vorkommenden sehr kleinen Konchylien zugeschrieben werden müssen; schliesslich finden sich unter den anorganischen Bestandteilen des Schlammes, wie er zur Analyse gelangte, d. h. nach Zerstören der organischen Substanzen, auch solche die letzteren angehörten, z. B. Phosphorsäure und andere Aschenbestandteile. In die Natur der organischen Materie, die hier $^2/_3$ des luft-

trockenen Schlammes ausmacht, erhalten wir einen Einblick durch das Mikroskop. Dieses zeigt uns unter viel Quarz und Glimmerpartikelchen in grösserer Menge Bruchstücke von Pflanzengeweben, Pflanzenhaare und -fasern, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.*, Pollenkörner von *Pinus* und anderen Gewächsen, Teile von Crustaceen besonders *Bosmina* und von Diatomeen nur *Navicula viridis Nitzsch* in sehr geringer Anzahl. Alles dieses ist eingebettet in einer braunen, strukturlosen Masse von humoser, organischer, nicht weiter bestimmbarer Substanz, wie wir sie auch schon bei den erst beschriebenen Seen zu beobachten Gelegenheit hatten.

Der Babit-See (lett. Babis).

Obgleich der Babit-See zu den grössten unseres Gebietes gehört und von jeher die Aufmerksamkeit der Naturfreunde, besonders der Jäger, auf sich gelenkt hat, die ihn alljährlich in grosser Anzahl besuchen, um dort der Jagd auf Schwimmvögel obzuliegen, ist er doch nur verhältnismässig wenig beschrieben worden. v. Bienenstamm[1]) bemerkt über ihn bloss, dass er auf dem linken Ufer der Düna (eine eigenartige Bezeichnung in Hinblick darauf, dass er ca. 15 km vom Dünaufer entfernt ist) liegt, eine Breite von 2 und eine Länge von 13 Werst besitzt und sein Wasser aus der kurländischen Aa erhält. K. Rathlef[2]) gedenkt seiner nur im Zusammenhange mit der kurländischen Aa, welche, nachdem sie ihre nordwestliche Richtung verlassen und eine nordöstliche angenommen hat, den Abfluss des grossen Babit-Sees aufnehmen soll. In der Geologie von C. Grewingk finden wir zwei Angaben. Einmal[3]) heisst es da: „Das frühere Meeresufer und etwas ältere Dünen erkannten wir deutlich, 5 Werst von der jetzigen Küste, beim Holmhof-Pastorate an der Aa und im Grunde des Babit-Sees, an den Lagern von *Cardium edule* und *Tellina baltica*, deren Schalen weder grösser noch dünner als die gegenwärtig vom Meere ausgeworfenen sind, sowie

[1]) l. c. S. 120.
[2]) l. c. S. 193.
[3]) l. c. S. 615.

an einigen Bernsteinstücken". Ein anderes Mal[1]) spricht er über die Entstehung der flachen Küstenseen, die „entweder unter dem Schutze der Düne zu Stande gekommen sind, oder es beteiligten sich an ihrer Bildung auch die Flüsse". Hierzu rechnet er auch den Babit-See. Im Jahre 1877 erschien das Referat eines Vortrages von Oberlehrer Gottfriedt[2]) über das Flussbett der kurischen Aa. Ich will die Stelle wörtlich wiedergeben, da hier kaum etwas wegzulassen ist. Es heisst unter anderem: „Überblickt man das Terrain, so findet man drei Dünenzüge, von denen der erste unmittelbar am Meeresgestade, die beiden anderen diesem parallel verlaufen und von einander durch zwei Niederungen getrennt sind. Durch die dem Meere zu gelegene fliesst jetzt die Aa. Es fragt sich, ob sie nicht früher ihren Lauf durch die andere genommen habe. Gewichtige Gründe sprechen dafür, dass in derselben früher ein Flussbett gewesen. In dieser Niederung befindet sich zunächst der 12 Werst lange und 2 Werst breite Babit-See, in welchen ein Arm der Aa, die Gahte, mündet, und dessen Längenaxe in die Richtung des Tales fällt. Sein Wasserspiegel befindet sich mehrere Zoll über dem des Meeres. Gegen Osten wird der See flacher und läuft in Grünlandsmoor aus. Dann kommt ein 4 Werst langer Bruch und ein Moosmorast, an den sich eine Niederung anschliesst, die bis zur Spilwe und Düna reicht. Auf einer alten Karte findet man 4 Werst östlich vom Babit-See in der Niederung einen Flusslauf verzeichnet. Eine nähere Besichtigung des Terrains ergab westlich vom Wiekenkrug einen überwachsenen Fluss, vom Wiekenkrug bis zur Düna ein verschüttetes Flussbett. Alle diese Flussläufe liegen in fast gerader Linie". Auf Grund dieser und noch anderer Belege, die aufzuzählen hier zu weit führen würde, kommt Oberlehrer Gottfriedt zum Schluss, „dass die Niederung zwischen dem Höhenzuge von Holmhof bis Bolderaa und dem Höhenzuge zwischen Kalnezeem und Kleistenhof in früherer Zeit von der kurischen Aa durchflossen worden ist". Mit anderen Worten, dass der Babit-See ein

[1]) Op. c. S. 617.

[2]) Über das Flussbett der kurischen Aa im Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. 22. Jahrgang. 1877. S. 190 u. ff.

altes Flussbett der Aa ist, und dieses, von Osten nach Westen schreitend immer mehr verschlammt und versandet. Einen weiteren Beleg dafür, dass sich das Meer früher bis an die zweite Düne, auf dem südlichen Ufer der Aa, erstreckt haben muss, bringt Direktor Schweder in einem Referat[1]), denn „diese zweite Düne zeigt in ihrer ganzen langen Ausdehnung (von Schlock bis Bolderaa), etwa 7 Fuss über dem Wasserspiegel eine deutliche Strandlinie, bestehend aus Pflanzen und Muschelresten namentlich *Cardium edule* und *Tellina baltica*[2]), nebst Bernsteinstücken". Er bestätigt vollkommen die Meinung Oberlehrer Gottfriedts, nach der die Aa einstmals zwischen den zweiten und dritten Höhenzuge, parallel der jetzigen Aa, geflossen ist und der Babit-See ihr seine Entstehung verdankt. Zur Erklärung einer Hebung des Landes oder eines beschleunigten Rücktrittes des Wasserniveaus, führt Direktor Schweder die Meinung vieler Geologen, namentlich Credners an, „dass nach der Eiszeit die Ostsee ein geschlossenes Binnenmeer gewesen sei, welches sich seinen Abfluss durch den Sund und die Belte erst ausgespült habe". Einige Angaben über die Fauna der wirbellosen Tiere des Babit-Sees macht Dr. med. A. Behr in der Sitzung des Naturforscher-Vereins am 26. August 1896 Im Bericht darüber[3]) sind folgende aufgezählt: *Clepsina sexoculata, Dendrocoela, Cyclops, Anodonta, Nephelis octoculata, Asellus aquaticus, Nepa cinerea, Argyroneta, Lymnadia* und *Paludina*, ausserdem werden als im See vorkommend erwähnt: Algenkolonien, Nostocarten und Schwämme, namentlich *Spongilla lacustris.*

Karten standen mir in reichlichem Masse zur Verfügung und gelang es mir auch solche ausfindig zu machen, die trotz ihres Alters dennoch mit den heutigen sehr gut übereinstimmen. Dieses gilt hauptsächlich von den schwedischen Karten des Rigaschen Patrimonialgebietes aus den 80er Jahren des

---

[1]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Bd. XXXIX. 1896. S. 65.

[2]) Vergleiche Br. Doss, Die postglaciale Hebung des Rigaer Strandes, ... im Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Bd. XL. 1898. S. 167.

[3]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Bd. XL. 1898. S. 97.

17. Jahrhunderts und auch von anderen desselben Ursprungs und Alters von kleinerem Massstabe. Dabei fiel mir speziell bei diesem See auf, dass alle älteren Karten wohl einen Einfluss der Aa in ihn aufweisen, jedoch auf keiner ein Abfluss in die Aa östlich von Schlock verzeichnet ist, wie wir ihn jetzt auf allen Karten sehen. Da die Richtigkeit der älteren Karten kaum zu bezweifeln war, konnte es sich nur um einen späteren Durchstich der vorgelagerten Düne handeln, wofür jedoch jeder Anhaltspunkt fehlte. Endlich gelang es mir einen solchen zu finden. Im Jahre 1896 bemerkte Dir. Schweder gelegentlich seines Vortrages über „das Mündungsgebiet der kurischen Aa und die Bildung der Johmen“ [1]), dass 1817 diese Düne durchstochen worden ist und der anfangs schmale Graben (Spunge-Upe) sich im Laufe der Zeit zum Fluss erweiterte, ohne jedoch ein Sinken des Wasserspiegels im Babit-See zu veranlassen.

Den neuesten Spezialkarten zufolge befindet sich der Babit-See zwischen 56° 53′ 30″ bis 56° 57′ 15″ n. Br. und 6° 29′ 10″ bis 6° 41′ 10″ w. L. von Pulkowa oder 41° 18′ 30″ bis 41° 30′ 30″ ö. L. von Ferro. Er besitzt eine Länge von ca. 13 und eine Breite von 2—3 km, ist also mehr als 4 mal so lang als breit und erstreckt sich von SW nach NO parallel der kurischen Aa in einem Abstande von kaum 1 km. Am SW-Ende ist er durch ein Flüsschen (Gahtes upe) mit der Aa verbunden und fliesst etwas weiter nach O durch einen gegrabenen Kanal (Spuņ-upe) von recht bedeutender Breite und etwa 9 m Tiefe in diese ab. Eine Strömung ist weder im Ein- noch im Abfluss zu bemerken, das Niveau der beiden Wasserspiegel muss demnach fast die gleiche Höhe haben. Im südlichen Teile der Nordostecke empfängt der Babit-See ein kleines Bächlein, auch sonst noch einige ganz unbedeutende Gräben resp. Bächlein, welche ihm das Wasser der umliegenden Moore und feuchten Wiesen zuführen. Im Gegensatz zu den vorher besprochenen Seen, deren Ufervegetation nur hin und wieder bis zur Mitte vordrang, um hier ganz kleine und wenig dichte Schilf- oder Binseninselchen zu bilden, hat sich die Uferflora des Babit-

[1]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Bd. XXXIX. 1896. S. 65.

Sees in dichten Beständen über die ganze Wasserfläche verbreitet, kaum noch soviel freies Wasser übrig lassend, dass ein Boot sich mühsam und mit vielen Hindernissen fortbewegen kann. Der See ist in sein Greisenalter eingetreten, er ist zum Weiher geworden. So bietet er denn jetzt dem Beschauer ein, wenn auch malerisches, so doch im grossen Ganzen einförmiges Bild. Überall begegnen uns bald grössere, bald kleinere Komplexe von Binsen, Kalmus und Schilf, seltener von schmalblättrigen Rohrkolben. Auf den freien Plätzen schwimmen prächtig anzuschauende weisse und gelbe Wasserrosen, oder unser Blick fällt auf den Wasserkümmel, den Wasserhahnenfuss oder die Teichlinse. Vom Boden aus reichen Laichkräuter fast bis an die Oberfläche des Wassers heran, während auf anderen Stellen Armleuchteralgen den schlammigen Boden bedecken. Das Wasser wird von vielen kleinen Fischen und Schnecken besiedelt, im hohen Schilf schwirren ganze Scharen verschiedenartiger Libellen und Käfer, während zu Häupten Schwärme wilder Enten und anderer Wasservögel schnatternd und mit Geschrei dahinziehen. Botanikern und Zoologen überlasse ich das genauere Eingehen auf die reiche Flora und Fauna des Sees und begnüge mich hier nur mit dieser kurzen Schilderung des von mir empfangenen Bildes. Die Ufer sind niedrig und werden von feuchten Wiesen gebildet. Das Wasser besitzt am W-Ende eine Tiefe von kaum 2 m und ist nach O hin noch flacher. Es ist so klar, dass überall der Boden zu sehen war, was bei der geringen Tiefe nicht viel zu sagen hat. Die Eigenfarbe konnte nach der Forel-Uleschen Skala = 19 bestimmt werden, war also gelbbraun mit grünem Ton. Die Temperatur des Wassers betrug am 11. Juni 1896 4 Uhr nachmittags 23,5° C. bei einer Lufttemperatur von 18,5° C., war demnach höher als diese. Die Schlammtiefe wurde mehrmals gemessen und betrug meist ca. 3 m, einmal sogar 4,5 m. Zur Untersuchung gelangte Wasser und Schlamm, die aus der Mitte des Sees gegenüber dem Reksting-Gesinde genommen wurden. Um Aufklärung über die Durchsichtigkeit des Wassers zu erhalten, wurde die Secchische Scheibe im Ausflusse, dicht am See, hinabgelassen und verschwand bei 2 m 60 cm. Das dem See entnommene

Wasser zeigte neutrale Reaktion, war im Glase von deutlich gelber Farbe und wies nicht auf: Phosphorsäure, Salpeter und salpetrige Säure, Ammoniak und freie Kohlensäure.

Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	2,6
Schwefelsäure SO_3 . .	46,6
Kohlensäure CO_2 . . .	70,2
Kieselsäure SiO_2 . . .	2,0
Kaliumoxyd K_2O . .	0,9
Natriumoxyd Na_2O . .	2,8
Calciumoxyd CaO . .	90,4
Magnesiumoxyd MgO .	21,8
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,3
Tonerde Al_2O_3 . . .	1,3
	238,9

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	300,0
Glührückstand	238,0
Glühverlust	62,0
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	15,6
Gelöster Sauerstoff	4,87 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	11,28
Bleibende Härte „ „	9,16
Vorübergeh. Härte „ „	2,12

Oder der mutmassliche Salzbestand:

Calciumsulfat $CaSO_4$	79,2
Eisencarbonat $FeCO_3$ . . .	0,4
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . .	103,2
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$.	45,5
Natriumcarbonat	2,1
Kaliumchlorid KCl	1,5
Natriumchlorid NaCl	3,1
Kieselsäure SiO_2	2,0
Tonerde Al_2O_3	1,3
	238,3

Er wurde ermittelt durch folgende Kombinationen:

SO_3 vorhanden . . .	46,6	CO_2 vorhanden (als lösl. Salz)	0,9
bindet CaO	23,6	bindet Na_2O	1,2
$CaSO_4$	79,2	Na_2CO_3	2,1
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,3	K_2O vorhanden . . .	0,9
entspricht FeO . . .	0,27	entspricht K	0,8
bindet CO_2	0,16	bindet	0,7
$FeCO_3$	0,43	KCl	1,5
CaO vorhanden . . .	90,4	Cl vorhanden	2,6
verbraucht	32,6	verbraucht	0,7
bleibt	57,8	bleibt	1,9
bindet CO_2	45,4	bindet Na	1,2
$CaCO_3$	103,2	NaCl	3,1
MgO vorhanden . . .	21,8		
bindet CO_2	23,7		
$MgCO_3$	45,5		

Bei diesem Wasser herrschen die Karbonate des Calciums und Magnesiums wiederum vor, obgleich auch das Calciumsulfat (Gips) etwa $^1/_3$ aller mineralischer Substanzen ausmacht. Die Chloride treten auch hier stark zurück. Im allgemeinen muss das Wasser als recht hart angesehen werden. Schliesslich möchte ich noch auf den niedrigen Sauerstoffgehalt im Wasser hinweisen, eine Folge des regen Tier- und Pflanzenlebens in ihm. Die ergänzende mikroskopische Untersuchung der im Wasser schwebenden Bestandteile ergab: Quarzkörner, Haare von *Nymphaea alba L.* oder *Nuphar luteum Sm.*, Bruchstücke von Pflanzengeweben, Eisenhydroxyd, Algenfäden verschiedener Arten und von Krustern — *Alona testudinaria Fisch.*

Der Schlamm.

Er besitzt eine dunkelgraue Farbe, fühlt sich im frischen Zustande schmierig an und riecht nicht nach Schwefelwasserstoff. Seine Konsistenz ist die einer festen Salbe, was auf einen verhältnismässig geringen Prozentgehalt an organischen Stoffen schliessen lässt. Nach dem Trocknen wurde er heller, dabei hart und spröde. Hin und wieder liessen sich in der trockenen Masse bald grössere, bald kleinere Konchylien er-

kennen, die vor der chemischen Analyse nach Möglichkeit entfernt wurden.

Die Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 78,5 %.

Im lufttrockenen Schlamme wurde gefunden:

Wasser	4,793
Organische Substanzen	18,213
Mineralische „	76,994
	100,000

Von den mineralischen Substanzen wurden von Salzsäure gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	4,517	5,917 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	9,262	12,133 %
Calciumoxyd CaO . .	4,261	5,582 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,161	0,211 %
Schwefelsäure SO_3 . .	3,643	4,772 %
Kohlensäure CO_2 . . .	1,750	2,292 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,175	0,229 %

In Salzsäure waren unlöslich:

Kieselsäure SiO_2 . .	46,397	60,780 %
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,484	0,634 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	5,122	6,710 %
Calciumoxyd CaO. .	0,363	0,476 %
Magnesiumoxyd MgO	0,161	0,211 %
Schwefelsäure SO_3 .	0,040	0,053 %
	76,336	100,000 %

Somit besteht der Schlamm zum grössten Teil aus eisenhaltigem Ton, im geringeren Masse aus Sand und Gips; schliesslich findet sich in ihm auch etwas Calciumcarbonat, aus den Konchylien stammend. Das mikroskopische Bild war folgendes: viel Quarz, Glimmer und Lehmpartickelchen, weniger reichlich Eisenhydroxyd, Pflanzengewebe, -fasern und -haare, verschiedenartige Pollenkörner, hauptsächlich von Coniferen, Kieselnadeln von *Euspongilla fluviatilis L.* und nur wenig Crustaceenreste, sowie Diatomeen. Von diesen wurden angetroffen: *Cocconeis Placentula Ehrenb., Epithemia Argus Kütz., Fragilaria virescens Ralfs, Navicula viridis Nitzsch* und

Navicula gregaria Donk. Letztere ist bei v. Schönfeldt[1]) angeführt, als die Küsten der Nord- und Ostsee bewohnend. Hier hätten wir wiederum die Schalen eines Brakwasserbewohners, dessen Anwesenheit entweder durch die Nähe der Aamündung in das Meer zu erklären ist, oder der vielleicht aus einer weit zurückliegenden Zeit stammen könnte, als möglicher Weise das Meer bis an den dritten, südlichsten Dünenwall reichte und die Ostsee ihre Fluten über den jetzigen Babitseeboden hinwegwälzte. Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch auf einen Umstand hinweisen, der die Annahme, dass der Babit-See ein Altwasser der kurischen Aa ist, bestärken dürfte. Bei meinen Messungen der Gahte, die, wie oben bemerkt, den Babit-See in seinem SW-Ende mit der Aa verbindet, fand ich meist eine Tiefe von 6 m; das Wasser im Babit-See hat dagegen kaum eine Tiefe von 2 m. Rechnen wir jedoch die Schlammschicht hinzu, die eine Mächtigkeit von 4 und mehr m aufweist, so erhalten wir gleichfalls 6 m. Dieses ist also die Tiefe des Seebettes und stimmt recht wohl überein mit der Tiefe der Gahte, und diese wiederum hat etwa die gleiche Tiefe wie die Aa. Dass jedoch viele, viele Jahre vergangen sein müssen, bis sich eine solche Menge Schlick hat aufspeichern können, ist Tatsache, denn der jährliche Zuwachs kann nur ein äusserst geringer sein. Dieses sehen wir so recht aus alten, sehr guten schwedischen Karten vom Jahre 1683, die uns den See fast genau in der heutigen Form und Grösse zeigen. 225 Jahre haben nicht genügt, um etwas an seinen Konturen zu ändern, geschweige denn ihn auszufüllen.

Der Stint-See (lett. Kihſchu-eſars).

Mit ihm beginnen wir die Betrachtung einer neuen Reihe von Seen, gelegen zwischen den Mündungsgebieten der Düna und der livländischen Aa. Einige von ihnen wurden Gegenstand fachmännischer Untersuchungen, chemischer wie auch allgemein hydrologischer, als es galt Riga mit gutem und in genügender Menge vorhandenem Trinkwasser zu versorgen. Zu diesen gehörte der Stint-See leider nicht und sind daher

1) l. c. S. 144.

die Literaturangaben über ihn älteren Datums und beschränken sich nur auf die Grössenverhältnisse, Zu- und Abflüsse. Greifen wir wiederum zu dem schon mehrfach genannten „Geographischen Abriss etc." von H. v. Bienenstamm[1]), so lesen wir über ihn: „der Stint-See, welcher zwischen dem rig. Stadtpatrimonialgebiete und den Kchsp. Neuermühlen und Dünamünde liegt, ist 7 Werst lang, 3 Werst breit, steht durch den Kanal Melder-Uppe mit dem Jägel-See in Verbindung und fliesst durch den sogenannten Mühlgraben in die Düna ab. An seinen Ufern liegen viele Landhäuser der Einwohner Rigas." Die zweite Angabe, die wir über ihn haben, befindet sich in der gleichfalls schon öfters zitierten „Skizze der orographischen und hydrographischen Verhältnisse etc." von K. Rathleff[2]). Hier erfahren wir folgendes: „Aus dem Jägel-See führt ein kurzer Abfluss, die Melderuppe, in den gegen 7 Werst langen und gegen 4 Werst breiten Stint-See; in die Melderuppe ergiesst sich auch der Abfluss des 5 Werst langen Weissen Sees; endlich führt aus dem Stintsee der Mühlgraben die Gewässer dieser 3 Seen und der beiden Jägelflüsse zur Düna". Schliesslich sei noch auf die Bemerkung Prof. Grewingks in seiner Geologie von Liv- und Kurland[3]) über die Bildung der flachen Küstenseen hingewiesen, zu denen er ausser den früher besprochenen auch den Stint- und Jägel-See, sowie die Weissen Seen zählt. Sie sollen demnach entstanden sein „zum Teil durch Abdämmung des Seewassers durch Dünen, Barren oder unterseeische Sandbänke, zum Teil durch abgesperrte oder gestörte Flussläufe." Beim Stint- und Jägel-See und dem grossen Weissen See wird wohl die letztere Entstehungsweise die zutreffendere sein.

Es erübrigt nun noch einige Worte über das ältere Kartenmaterial zu sagen. Hierbei kommen hauptsächlich die schwedischen Karten aus den Jahren 1683—91 und eine deutsche Karte des rigaschen Patrimonialgebietes von 1699 in Betracht, und da kann ich wiederum konstatieren, dass diese Karten mit unseren neuesten in Bezug auf den Stint-See genau über-

[1]) l. c. S. 126.
[2]) l. c. S. 184.
[3]) l. c. S. 617.

einstimmen und mehr als 2 Jahrhunderte nicht vermocht haben dessen Konturen zu verändern.

Den Spezialkarten zufolge befindet sich der Stint-See zwischen 56° 59′ 45″ bis 57° 3′ 20″ n. Br. und 41° 47′ 10″ bis 41° 54′ 20″ ö. L. von Ferro oder 6° 5′ bis 6° 12′ 10″ w. L. von Pulkowa. Er erstreckt sich von SO nach NW und besitzt eine Länge von 7—8, eine Breite von 2—4 km und einen Flächeninhalt von ca. 16 qkm. Die Konfiguration seiner Ufer ist stark ausgebildet, es schliesst sich eine Bucht an die andere. Betrachten wir die Buchten und mit ihnen die Ufer, welche, was gleich bemerkt werden soll, ringsum aus Sanden bestehen, näher und beginnen von S den Ostrand abschreitend oder im Boote befahrend, so tritt uns zuerst die südlichste Bucht mit dem Bulder- und Remmek-Gesinde entgegen. Sie ist stark mit Binsen bewachsen, ihre Ufer, allmählich ansteigend, erreichen eine Höhe von 5 m und sind unten mit Erlen und Weiden bestanden, denen sich weiterhin Kiefern anschliessen. Am südlichsten Ende der zweiten Bucht, bei Sushenhof, wird das Ufer von einem steilen Hügel von 13 m Höhe gebildet, der sich der Bucht entlang zieht, allmählich abflacht, um von der Mitte an wieder an Höhe zuzunehmen, die am N-Ende 12,5 m erreicht. Ihr vorgelagert ist ein 100—200 Schritt breiter Ufersaum mit feuchten Wiesen und üppiger Vegetation. Auch dieser Dünenrücken, ebenso wie das nun folgende flache Ufer der dritten Bucht und der 6 m hohe Dünenzug von Belte bis Joke, in der vierten Bucht, ist bewaldet. Beim Sundaga-Gesinde, an der Nordspitze der vierten Bucht ziehen sich in der Nähe des Ufers zwei bewaldete Dünenrücken landeinwärts: der südlichere, 13 m hohe in östlicher Richtung verlaufend, der nördlichere, dieselbe Richtung einhaltend und bis 16 m ansteigend. Der ca. 200 Schritt breite Ufersaum wird von feuchten, mit üppigem Gras bewachsenen Wiesen gebildet, auf welchen eine kalte Quelle (7° C., während das Wasser im See 21° C. betrug) angetroffen wurde und gleich daneben ein hellrotes Moos, das Herr Joh. Mikutowicz als *Bryum Duvalii Voit* bezeichnete; dieses hat seine Heimat in viel kälteren Zonen und hat sich hier merkwürdiger Weise an kalter Quelle ein passendes Plätzchen ausgesucht. Weiter die Ufer verfolgend, ge-

langen wir an das Gut Magnushof, dessen Park bis nahe an das Wasser heranreicht. Von hier bis Mühlgraben sind die Ufer flach, bedeckt mit saftigen Gräsern oder in Ackerland umgewandelt; der Wald tritt weiter zurück und ganz im Hintergrunde machen sich Wanderdünen bemerkbar, deren leuchtendes Gelb weithin sichtbar ist. Von Aplaukzeem beginnen wieder mit Kiefern bestandene Dünenzüge, die in mehrfachen Reihen das ganze Westufer des Stint-Sees begleiten. Im Anfange blos 8—9 m hoch, steigen sie schon beim Sportverein bis 14 m an und erreichen in der Nähe des Babel-Sees[1]) ihr Maximum mit 24 m, flachen dann allmählich ab, weisen jedoch selbst bei der Station Jägel noch eine Höhe von 16 m auf. Der Spiegel des kleinen, rings von Dünen umschlossenen Babel-Sees befindet sich nach meinen Messungen 8 m über dem Spiegel des Stint-Sees. Der 50 und mehr Schritt breite Ufersaum des letzteren ist auch auf der Westseite des Sees mit so üppigem Grase bedeckt, dass dieses schon am 7. Mai mehr als kniehoch war. Im See befinden sich keine Inseln und tritt uns überall die ununterbrochene Wasserfläche vor Augen. Nur in den sehr flachen Buchten haben sich Schilf, Binsen und andere Wasserpflanzen reichlich angesiedelt und treiben unzählige Libellen und andere Netzflügler dort ihr lustiges Spiel. Die Wassertiefe beträgt durchschnittlich 3—4 m, doch in den Buchten ist sie manchmal kaum ½ m tief. Systematische Lotungen sind von mir hier nicht vorgenommen worden, weil eine Tiefenkarte bereits existiert. Sie darf wohl Anspruch auf grössere Genauigkeit machen, da sie im Winter hergestellt worden ist, also zu einer Zeit, welche das direkte Messen der Abstände zwischen den Lotungen ermöglicht; ausserdem ist sie von grossem Massstabe und hat die Tiefen von Fuss zu Fuss verzeichnet, wobei die gleichen Zahlen durch Linien mit einander verbunden sind. Auf eine genaue Wiedergabe der Karte muss ich verzichten, da sie Eigentum des Livländischen Yachtklubs ist und mir nur von Herrn Dir. Horn gütigst zur Einsicht übergeben worden ist. Sie bestätigt das von mir in Betreff der Tiefe Gesagte übrigens voll-

[1]) Ein ganz kleiner See in der Nähe der Station Jägel, vom Stint-See durch den erwähnten Dünenzug getrennt.

kommen: in den Buchten sehr flach, wird er zur Mitte hin immer tiefer, um dort ein Maximum von 13,5 Fuss = 4,12 m zu erreichen. Während der Boden des Sees mehr zur Mitte hin mit fast schwarzem, in den oberen Schichten weichem, weiter unten festerem Schlamme bedeckt ist, der selbst im frischen Zustande nicht nach Schwefelwasserstoff riecht und eine Tiefe von ca. 1,5 m aufweist, haben die näher zum Ufer gelegenen Stellen harten, sandigen Boden. Die Temperatur des Wassers wurde mehrmals gemessen und betrug an der Oberfläche:

am 29. Mai 1904	14,3° C.	bei	16° C.	Lufttemperatur
„ 7. „ 1906	21,0° C.	„	22° C.	„
„ 7. „ 1906 in d. Buchten	21,5° C.	„		
„ 22. Febr. 1906 (Eis a. d. See)	0° C.	„	3,3° C.	„
„ 22. „ 1906 (am Grunde: 3,90 m) . .	2° C.	„		

Die Wasserfarbe wurde ebenso, wie das Verschwinden der Secchischen Scheibe gleichfalls mehrmals beobachtet:

29. Mai 1904	Wasserfarbe	17—18;	Sichtbarkeitsgr.		1 m 45 cm
22. Febr. 1906	„	„ 17—18;	„	„	2 m 30 cm
7. Mai 1906	„	„ 17—18;	„	„	1 m 40 cm

Im S steht der Stint-See durch die Melderupe mit dem Jägel-See und durch den neu gegrabenen Düna-Aa-Kanal, der in die Melderupe mündet, mit den Weissen Seen in Verbindung, empfängt von ihnen sein Wasser und fliesst durch den Mühlgraben und ein kleines Flüsschen, das mit dem Mühlgraben einen spitzen Winkel bildet, in die Düna ab.

Hier seien einige kurze historische Bemerkungen eingeschaltet. Unser heutiger Stint-See und auch der mit ihm zusammenhängende Jägel-See wird in Urkunden aus dem Anfange des 13. Jahrhunderts als stagnum Rodenpois bezeichnet, auch wird bei ihnen ein Naba rivulus angeführt, welches Dr. Bielenstein als Verbindungsflüsschen zwischen Jägel- und Stint-See ansieht (jetzt Melderupe oder Müllerbach). Das Wort Naba, deutsch Nabel, wird nach Bielenstein[1]) im Liven- und

[1]) Dr. A. Bielenstein, Die Grenzen des lettischen Volksstammes und der lettischen Sprache. St. Petersburg 1892. S. 40.

Kurenlande sehr oft als Bezeichnung eines See-Abflusses gebraucht. Weiter wird in einer alten Urkunde vom Jahre 1226 von einem *„fossatum novum, quod tendit a stagno* (Rodenpois) *in Dunam“* also von einem neuen Graben, der sich vom See bis zur Düna erstreckt, gesprochen, wobei auch das jetzt noch vorhandene zweite Flüsschen genannt wird. Hierzu bemerkt N. Busch [1]): „heute Mühlgraben, also damals eine neue künstliche Anlage zur Ableitung des stagnum Rodenpois, ein Denkmal der Kulturarbeit der durch ihre Wasserbauten ausgezeichneten Cistercienser. Der rivulus heisst heute Duhne upe (Schlamm-Bach), das spatium *) Suhne fala (also Moosholm)“.

Zur Untersuchung gelangte das Wasser vom 29. Mai 1904. Seine Farbe war strohgelb, seine Reaktion neutral. Freie Kohlensäure, Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure waren nicht vorhanden.

Es wurde gefunden im Liter Wasser in Milligrammen:

Chlor Cl	9,6
Schwefelsäure SO_3 . .	12,2
Kohlensäure CO_2 . . .	46,5
Kieselsäure SiO_2 . . .	4,1
Kaliumoxyd K_2O . .	2,4
Natriumoxyd Na_2O . .	9,6
Calciumoxyd CaO . .	46,4
Magnesiumoxyd MgO .	13,0
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	1,3
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,7
	145,8

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	160,0
Glührückstand	143,0
Glühverlust	17,0
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	9,4
Gelöster Sauerstoff	6,75 ccm

[1]) Livländische Güterurkunden von H. v. Bruiningk und N. Busch. Urkunden bis 1350 von N. Busch. Riga 1906. S. 9.

*) als spatium wird das Land zwischen Duhne-upe und Mühlgraben bezeichnet.

Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	4,7
Bleibende Härte „ „ . . .	3,7
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	1,0

Werden die Säureanhydride mit den Metalloxyden verbunden, so erhalten wir folgenden mutmasslichen Salzbestand:

Calciumsulfat $CaSO_4$	20,7
Eisencarbonat $FeCO_3$	1,9
Calciumcarbonat $CaCO_3$	67,6
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	27,0
Natriumcarbonat Na_2CO_3	5,0
Kaliumchlorid KCl	3,8
Natriumchlorid NaCl	12,8
Kieselsäure SiO_2	4,1
Tonerde Al_2O_3	0,7
	143,6

Die Verbindung geschah auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden . . .	12,2		
bindet CaO	8,5		
	$CaSO_3$	20,7	
Fe_2O_3 vorhanden . .	1,3		
entspricht FeO . . .	1,2		
bindet CO_2	0,7		
	$FeCO_3$	1,9	
CaO vorhanden . . .	46,4		
verbraucht	8,5		
bleibt	37,9		
bindet CO_2	29,7		
	$CaCO_3$	67,6	
MgO vorhanden . . .	13,0		
bindet CO_2	14,0		
	$MgCO_3$	27,0	
CO_2 vorhanden . . .	46,5		
verbraucht . . .	0,7		
„ . . .	29,7		
„ . . .	14,0	44,4	
bleibt	2,1		
bindet Na_2O	2,9		
	Na_2CO_3	5,0	
K vorhanden	2,0		
bindet Cl	1,8		
	KCl	3,8	
Cl vorhanden	9,6		
verbraucht	1,8		
bleibt	7,8		
bindet Na	5,0		
	NaCl	12,8	

Im Wasser des Stint-Sees überwiegen wiederum die Karbonate des Calciums und Magnesiums, wenn auch das Calciumsulfat und die Chloride keinen unbedeutenden Prozentsatz ausmachen.

Der Schlamm.

Der zur Untersuchung gelangte Schlamm wurde in solcher Weise dem See entnommen, dass er teils der oberen weicheren, teils der unteren festeren Schicht angehörte. Er war geruchlos, von braunschwarzer Farbe, mässig weich und dem Gefühle nach sandig. Nach dem Trocknen bildete er spröde, zusammenhaftende, graue Massen.

Die Resultate der Analyse waren folgende:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 73,6 %.

Der lufttrockene Schlamm enthielt:

Wasser	5,800
Organische Substanzen	13,596
Mineralische „	80,604
	100,000

Von den mineralischen Bestandteilen waren in Salzsäure löslich:

Eisenoxyd Fe_2O_3	4,356	5,473 %
Tonerde Al_2O_3	2,735	3,436 %
Calciumoxyd CaO . . .	4,212	5,292 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,742	0,932 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	3,129	3,931 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,181	0,227 %
Kohlensäure CO_2	1,614	2,028 %
Schwefelwasserstoff H_2S .	0,014	0,017 %
In Salzsäure unlöslich:		
Kieselsäure SiO_2	54,658	68,664 %
Tonerde Al_2O_3	6,515	8,185 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	1,060	1,331 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,386	0,484 %
	79,602	100,000 %

Geringe Mengen von Kalium und Natrium und Spuren von Mangan. Demnach besteht obiger Schlamm zum grössten Teil aus Sand, weit geringer ist der Anteil, welcher dem Tone zufällt, und von Gips, Calcium-, Magnesiumcarbonat und Eisenoxydhydrat sind nur kleine Mengen vorhanden. Obgleich selbst der frische Schlamm nicht nach Schwefelwasserstoff

roch, konnte in ihm doch letzterer, an Eisen gebunden, nachgewiesen werden. Der Gehalt der mineralischen Bestandteile an Schwefeleisen ist in Prozenten ausgedrückt 0,044.

Das mikroskopische Bild war folgendes: vorherrschend Quarzkörner, bedeutend weniger Eisenhydroxyd, Bruchstücke von Pflanzengeweben und -haaren, Teile von Krustern, vorzugsweise *Bosmina;* Pollenkörner, hin und wieder Stärkekörnchen; *Pediastrum duplex Meyen;* Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.;* von Diatomeen: *Cocconeis pediculus Ehrenb., Cocconeis exigua Grunow, Melosira varians Ag.* und *Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz.*

Der Jägel-See (lett. Juglas-eſars).

Was wir in der Literatur über diesen See vorfinden, ist gleichfalls recht dürftig und wenig erschöpfend. v. Bienenstamm[1]) sagt von ihm bloss: „Der Jägel-See, auf der Grenze zwischen dem rig. Stadt-Patrimonialgebiet und dem Kirchspiel Neuermühlen, ist etwa 3 Werst lang und 1 Werst breit, mit zum Teil sehr anmutigen Ufern". K. Rathlef behandelt ihn im Zusammenhange mit den Zu- und Abflüssen, und lautet die Stelle in seiner Skizze[2]) also: „Endlich erhält die Düna noch kurz vor ihrer Mündung unterhalb Rigas ihren letzten nördlichen Zufluss, durch welchen ihr die Gewässer der beiden Flüsse Jägel zugeführt werden. Die Kleine Jägel und ihr südlicher Zufluss Abse entströmen dem W-Abhange des Aa-Plateaus und vereinigen sich bei Sunzel, die Jägel fliesst darauf mit schwacher Krümmung westlich und ergiesst sich nach einem Laufe von 70 Werst in das Ostende des 5 Werst langen und 2 Werst breiten Jägel-Sees. Die Grosse Jägel entsteht aus zwei Quellbächen gleichfalls an den Westabhängen des Aa-Plateaus, dem Marienbach und der Sudde, die sich bei Siggund vereinigen, und mündet nach einem Lauf von 120 W. Länge gleichfalls in das Ostende des Jägel-Sees, nachdem sie noch kurz vorher von Norden die Tumschuppe oder Schwarzbach und Kreweuppe oder Russenbach auf-

[1]) l. c. S. 126.
[2]) l. c. S. 184.

genommen". Weiter wären noch die Angaben C. Grewingks über die Bildungsweise des Sees zu nennen, welche jedoch schon bei der Besprechung des Stint - Sees berücksichtigt worden sind. Schliesslich finden wir noch eine Mitteilung von J. v. Sivers[1]) über die von ihm im Jägel-See gefundenen Süsswassermollusken und zwar die im ührigen Lande seltenen *Neritina fluviatilis, Tychogonia Chemnitzii Rossm.* und *Planorbis carinatus.* Dieses wäre alles, was mir aus der geographischen und naturhistorischen Literatur über den Jägel-See bekannt ist. Die Erläuterung des Namens gibt uns Dr. Bielenstein[2]). Yogele war die ursprüngliche Bezeichnung für den Jägel-Fluss, wie denn schon früher darauf hingewiesen wurde, dass der Stint- und Jägel-See den gemeinsamen Namen „Rodenpoisscher See" führten. Erst später wurde der Name des in den südlichen Teil des stagnum Rodenpois mündenden Jägel-Flusses auf den betreffenden Teil des Sees übertragen. Nach Bielenstein ist Yogele die Ableitung des livischen Wortes jog, joig, jok, welches „Bach" bedeutet. Schliesslich sei noch auf eine Abhandlung von Löwis of Menar[3]) hingewiesen, in der auf Grundlage mehrerer Urkunden von einem Knüppeldamm über den Rodenpoisschen See berichtet wird, welcher etwa eine Werst lang gewesen ist und in der Mitte einen nicht überbrückten Wasserdurchlass besessen hat. Der Autor verlegt diesen Damm zwischen die Chaussee und die Eisenbahn. Betrachten wir das Terrain näher, welches östlich vom Verbindungsflüsschen zwischen Stint- und Jägel-See gelegen ist, so finden wir nur feuchte oder sumpfige Wiesen, die sich sehr wenig über dem Wasserspiegel erheben und aus angeschwemmtem Lande bestehen. Denken wir uns dabei das Niveau des Wassers nur etwas höher, dabei die Schwemmarbeit noch nicht so weit vorgeschritten, welche zweifelsohne infolge des Knüppeldammes begünstigt wurde, so konnte hier nur ein fester Damm von grosser Länge abhelfen. Dass der

---

[1]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XVIII. 1870. S. 96.

[2]) A. Bielenstein, Die Grenzen etc. S. 47.

[3]) K. von Löwis of Menar, Topographische Beiträge zur Umgebung des „Rodenpoisschen Sees". Sitzungsberichte der Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde der Ostseeprovinzen Russlands aus dem Jahre 1898. S. 143.

damals errichtete Knüppeldamm nicht genügte, zeigen zur Evidenz die fortwährenden Reparaturen, die erforderlich waren, ihn zu unterhalten, von denen in diesen Urkunden berichtet wird. Dieser Kalamität wurde ein Ende bereitet durch den vor mehr als 50 Jahren erbauten hohen Chausseedamm. Es ist wahrscheinlich, dass dieses Stück in einer Ausdehnung von etwa 1 Werst früher ganz unter Wasser gewesen ist und daher die beiden Seen als einer betrachtet und benannt worden sind. Bei Rathlef wird dieses Verbindungsflüsschen Melderuppe, bei Bielenstein rivulus Naba genannt, wie wir bereits früher gesehen haben. v. Löwis of Menar berichtet darüber in der schon erwähnten Arbeit, dass die flussartige Verbindung des Jägel- und Stint-Sees bereits 1262 Yogele benannt wurde und die obigen Bezeichnungen, also Naba und Melderuppe, für den Ausfluss des Weissen Sees in den Stint-See zu Recht bestehen. Auf den Karten vom Ausgange des 17. Jahrhunderts finden wir das Verbindungsflüsschen zwischen Jägel- und Stint-See schon in der heutigen Gestalt gezeichnet, während der Jägel-See auf ihnen viel breiter ist und auch in der Form der Buchten mit den neuesten Karten nicht mehr übereinstimmt. Nach diesen historischen Abschweifungen will ich mich wieder den eigenen Untersuchungen zuwenden.

Der Jägel-See befindet sich zwischen $56^0\,57'\,30''$ bis $56^0\,59'\,45''$ n. Br. und 6^0 bis $6^0\,4'\,30''$ w. L. von Pulkowa oder $41^0\,55'$ bis $41^0\,59'\,30''$ ö. L. von Ferro. Seine Länge beträgt etwa 5 und seine Breite 1,5—2 km und das von ihm eingenommene Areal ca. 6,5 qkm. Betrachten wir das Ostufer des Sees und beginnen vom Nordende, bei Bonaventura, so finden wir hier ein stark coupiertes Terrain, dessen höchste Stellen um 10, etwas weiter landeinwärts sogar um 13—15 m den Seespiegel überragen; der Uferrand selbst ist kaum 1 m hoch und wird von Wiesen gebildet. Dieser Höhenzug begleitet das Ufer erst in einer Entfernung von mehreren 100 Schritten und tritt dann, sanft abfallend, bis an den See heran. Hier besitzt er nur noch eine Höhe von 6—8 m, ist teils spärlich, teils unbewaldet und aus reinem Sande bestehend. Nun zieht er sich weiter landeinwärts, wird dichter bewaldet und erreicht hinter dem Ssaussing-Gesinde eine Höhe von 17 m, macht dann beim

Gesinde Esergroting eine Schwenkung und verlänft nun in südöstlicher Richtung weiter ins Land; zum Ufer zu flacht er sanft ab und ist dieses nur noch 2—3 m höher als der Wasserspiegel. Etwas nördlich vom Kalting-Gesinde zieht sich ein zweiter ca. 10 m hoher Dünenzug vom See fort in nordöstlicher Richtung, ebenfalls mit jungen Kiefern bewachsen und mit spärlichem Graswuchse bekleidet, zwischen denen hindurch der gelbrote Sand uns entgegenleuchtet. Gehen wir nun zum S- und W-Ufer des Sees über. Während die Ufer bei Jägelshof, wo sich eine Papierfabrik befindet, nur sanft und ganz allmählich ansteigen, treten sie gleich hinter dem Pellit-Gesinde bis dicht an das Ufer heran, besitzen hier eine Höhe von 9 bis 9,5 m und sind mit Kiefern bewachsen. Dieser kleine Dünenzug hört jedoch bald auf, um einem niedrigen, mit Weidengebüsch und -bäumen bewachsenen Ufersaum Platz zu machen. Das nun folgende Gelände bilden Wiesen und Äcker, welche bis zu einer Entfernung von 1/4 km ganz sanft ansteigen und oben von Wald begrenzt werden. Endlich treten einige Wohnhäuser mit ihren Gärten und die Strasdenhofer Baumwollenmanufaktur bis dicht an den See heran.

Der See bildet eine freie Wasserfläche, die an den Rändern schwach, am Nordende und beim Einflusse der vereinigten Jägelbäche stark verschilft ist. Zu beiden Seiten des Einflusses haben sich Sandbarren gebildet, die, kaum von Wasser bedeckt, einen günstigen Boden zur Ansiedelung der Ufervegetation liefern. In deren Verlängerung befindet sich ein rundes, malerisches Inselchen, ca. 300 Schritte im Umkreise messend. Auf ihm erhebt sich ein 4 m hoher Hügel, dessen Umfang kaum 80 Schritte beträgt. Auf dem Inselchen befinden sich sehr alte Eichen, auch einige Linden und Kiefern; die Uferstellen sind mit saftigen Wiesenkräutern bewachsen. Dieses Inselchen, das auf unseren Spezialkarten nicht vermerkt ist und doch schon sehr lange existieren muss, wird in dem erwähnten Aufsatze von K. von Löwis of Menar über den Rodenpoisschen See als Silberinsel angeführt und auch auf der beigegebenen Karte verzeichnet; hier finden wir übrigens die seichten Stellen am Einflusse des Jägelbaches gleichfalls als Inseln gezeichnet, was meinen Beobachtungen nicht entspricht.

Das Wasser ist klar, von bräunlich gelber Farbe und würde, eingereiht in die Forel-Ulesche Skala, die Nr. 18 einnehmen (Mai 1904 und 1906). Die Secchische Scheibe verschwand am 18. Mai 1904 (schwache Wellen) bei 1 m 35 cm, am 29. Mai desselben Jahres (keine Wellen) bei 1 m 75 cm. Die Temperatur des Wassers war am 17. Mai 1904 13,5° C., am 18. Mai 1904 14° C., am 29. Mai 1904 15,5° C. und am 11. Mai 1906 20,5° C. bei einer Lufttemperatur von 13,5, 18,5, 16,5 und 27° C. Die Maximaltiefe beträgt 2 m 32 cm, die mittlere Tiefe für Profil a b 148, für c d 160, für e f 196, für g h 179, für i k 153, für l m 114, für n o 69, für p q 97 cm; daraus ergibt sich als mittlere Tiefe für den ganzen See 139,5 cm. Multiplizieren wir den Flächeninhalt mit der mittleren Tiefe, so ergibt sich daraus als Volumen des Sees 9,067,500 cbm. Der Jägel-See bildet somit ein sehr flaches und ebenes Wasserbecken, dessen ganze mittlere Fläche von dunkelem, 1,5—2 m tiefen Schlamm eingenommen wird, während an den Ufern der gelbe Sand des Untergrundes zu Tage tritt.

Das zur Untersuchung gelangte Wasser (vom 14. Mai 1904) war von neutraler Reaktion und strohgelber Farbe (in 20 cm dicker Schicht). Nicht gefunden wurden: freie Kohlensäure, Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure. Phosphorsäure konnte in Spuren nachgewiesen werden.

In einem Liter Wasser waren enthalten in Milligrammen:

Chlor Cl	5,9
Schwefelsäure SO_3	15,4
Kohlensäure CO_2	51,0
Kieselsäure SiO_2	5,5
Kaliumoxyd K_2O	2,4
Natriumoxyd Na_2O	7,8
Calciumoxyd CaO	51,4
Magnesiumoxyd MgO	14,3
Eisenoxyd Fe_2O_3	1,0
Tonerde Al_2O_3	0,7
	155,4

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	176,0
Glührückstand	153,5
Glühverlust	22,5

Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	9,4
Gelöster Sauerstoff	6,87 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	4,7
Bleibende Härte „ „ . . .	3,7
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	1,0
Säuren und Basen als Salze kombiniert:	
Calciumsulfat $CaSO_4$	26,1
Eisencarbonat $FeCO_3$	1,4
Calciumcarbonat $CaCO_3$	72,6
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	29,8
Natriumcarbonat Na_2CO_3	7,4
Kaliumchlorid KCl	3,8
Natriumchlorid NaCl	6,7
Kieselsäure SiO_2	5,5
Tonerde Al_2O_3	0,7
	154,0

Die Vereinigung geschah in folgender Weise:

SO_3 vorhanden . . .	15,4	CO_2 vorhanden . . .	51,0
bindet CaO	10,7	verbraucht . . .	0,5
$CaSO_4$	26,1	„ . . .	31,9
Fe_2O_3 vorhanden . . .	1,0	„ . . .	15,5 47,9
entspricht FeO	0,9	bleibt CO_2	3,1
bindet CO_2	0,5	bindet Na_2O	4,3
$FeCO_3$	1,4	Na_2CO_3	7,4
CaO vorhanden . . .	51,4	K vorhanden	2,0
verbraucht	10,7	bindet	1,8
bleibt	40,7	KCl	3,8
bindet CO_2	31,9	Cl vorhanden	5,9
$CaCO_3$	72,6	verbraucht	1,8
MgO vorhanden . . .	14,3	bleibt	4,1
bindet CO_2	15,5	bindet Na	2,6
$MgCO_3$	29,8	NaCl	6,7

Die Resultate sind so ziemlich dieselben, wie beim Stint-See, nur dass hier das Calciumsulfat in grösserer Menge auftritt, während der Gehalt an Chlornatrium ein geringerer ist. Auch hier herrschen die Karbonate bei weitem vor.

Der Schlamm.

Seinem Aussern nach ist dieser dem Stintseeschlamme sehr ähnlich. Auch er ist in den oberen Schichten weicher, schlüpfriger, in den unteren kompakter, doch nicht so sandig; zur Untersuchung gelangte eine Mischung beider Schichten. In ihm befanden sich eine Menge Konchylien, die vor der Analyse nach Möglichkeit entfernt wurden. Selbst im frischen Zustande war Schwefelwasserstoff nicht wahrnehmbar. Nach dem Trocknen verblieben feste, spröde Massen.

Die Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 76%.

100 Teile lufttrockenen Schlammes enthielten:

Wasser	8,197
Organische Substanzen	18,738
Mineralische „	73,065
	100,000

Von den mineralischen Substanzen wurden in Salzsäure gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3	5,000	6,845 %
Tonerde Al_2O_3	1,042	1,426 %
Calciumoxyd CaO. . . .	4,750	6,503 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,989	1,354 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	2,448	3,351 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,199	0,273 %
Kohlensäure CO_2	2,086	2,856 %
Schwefelwasserstoff H_2S .	0,116	0,159 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	36,208	49,568 %
Tonerde Al_2O_3	18,708	25,611 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	1,500	2,054 %
	73,046	100,000 %

Geringe Mengen von Kalium und Natrium und Spuren von Mangan.

Der bei weitem grösste Teil des Schlammes besteht aus Ton, während Gips, Calcium- und Magnesiumcarbonat, Eisenhydroxyd und Sand nur einen kleinen Teil desselben ausmachen. Der Gehalt an organischen, humosen Bestandteilen

ist hier etwas grösser, als beim Schlamme vom Stint-See, ebenso der Gehalt an Schwefeleisen, der hier 0,41% der mineralischen Substanzen beträgt, also fast zehnmal so gross ist als bei letzterem.

Die ergänzende mikroskopische Untersuchung ergab folgendes Bild: Quarzkörner, Eisenhydroxyd, Schwefeleisen, vereinzelte Pollenkörner, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.*, Teile von Pflanzengeweben, strukturlose Massen und von Diatomeen: *Fragilaria virescens Ralfs, Navicula gregarina Donk.* (Küsten der Ost- und Nord-See), *Cocconeis exigua Grunow* und *Melosira varians Ag.*

Bevor ich schliesse will ich noch einer Notiz[1]) von G. Schweder gedenken, welche vom Durchbruch der Düna in der Nähe der Insel Dahlen, infolge von Eisstopfungen, handelt[2]). Nachdem das strömende Wasser am 10. April 1867 den Damm bei Kirchholm durchbrochen und hinweggespült hatte, ergoss es sich in die nach Stubbensee führende Niederung und weiter in einen kleinen, die Mühlenstauung bei Stubbensee speisenden Fluss, um endlich bei Falkenhof, ehemals Meshesirgs, seinen Weg in den Jägel-See zu nehmen. Gleichzeitig bemerkt der Verfasser, dass solche Durchbrüche schon mehrfach stattgefunden haben nnd dass in einer vorhistorischen Zeit und zeitweilig auch noch später die Düna von Kirchholm über Stubbensee zum Jägel- und Stint-See geflossen ist und wahrscheinlich bei Magnushof durch eine dort vorhandene Niederung ihren Weg direkt nach Norden in den Rigaer Meerbusen genommen hat. Nach Ansicht von G. Schweder sind also Jägel- und Stint-See ein ehemaliges Flussbett der Düna, durch welches sie bisweilen noch jetzt bei Eisstauungen ihren Lauf nimmt.

Der grosse und kleine Weisse See.

Was uns von älteren Autoren über den grossen Weissen See bekannt ist, ist so wenig, dass es mit einigen Worten

---

[1]) Düna-Zeitung vom 16. Oktober 1896.

[2]) Vergleiche B. Doss, Die geologische Natur des Kanger im Rigaschen Kreise. Festschrift des Naturforscher-Vereins zu Riga. 1895. S. 211.

wiedergegeben werden kann. v. Bienenstamm[1]) sagt von ihm bloss: „Der Weisse See im Kchsp. Neuermühlen, dessen nördlicher Teil als ein besonderer See betrachtet und der kleine weisse See genannt wird, steht durch seinen Abfluss ebenfalls mit dem Stint-See in Verbindung". Was K. Rathlef[2]) von ihm zu berichten weiss, haben wir schon beim Stint-See vernommen, nämlich, dass sich in die Melderuppe auch der Abfluss des 5 W. langen Weissen Sees ergiesst; er macht also keinen Unterschied zwischen dem grossen und kleinen Weissen See.

Damit ist jedoch nicht gesagt, dass diese Seen ganz unerforscht geblieben sind, im Gegenteil, sie sind besser untersucht worden als alle vorhergehenden. Dies hat seinen Grund im folgenden. Riga war zur Grossstadt herangewachsen, die frühere Wasserversorgung der Stadt mit Dünawasser und das Rigasche Wasserwerk entsprachen nicht mehr den modernen Anforderungen, die man an ein gutes Trinkwasser zu stellen berechtigt ist. Darum wandte sich im Jahre 1882 die Stadtverwaltung an den bekannten Hydrologen, Ingeneur A. Thiem (damals in Leipzig), mit der Aufforderung, die Umgegend Rigas auf die Möglichkeit einer Grundwasserversorgung zu untersuchen. Die Arbeiten wurden noch in demselben Jahre begonnen und in der Gegend der Weissen Seen ein Grundwasserstrom konstatiert, dessen Wasser allen Anforderungen zu genügen imstande wäre. Bei dieser Gelegenheit wurden denn auch Untersuchungen an den Weissen Seen, dem Salles- oder Silber-, dem Seksche- und Langsting-See angestellt. A. Thiem behandelt in seinem Berichte[3]) die beiden Weissen Seen gemeinschaftlich. Wir entnehmen ihm, unter Beiseitelassen alles Unwesentlichen, nachstehendes: „Die Oberfläche des grossen weissen Sees beträgt 635 ha, diejenige des kleinen 254 ha. Wie aus den Tiefenangaben hervorgeht, sind beide Seen grosse flache Becken von geringer Tiefenentwickelung; die durchschnittliche Tiefe des grösseren

[1]) l. c. S. 126.

[2]) l. c. S. 147.

[3]) Zur Reform des Rigaschen Wasserwerks, zusammengestellt von Dr. Bruno Doss. Riga 1897. S. 34 u. ff.

ist 4,5 m, die des kleineren 7,5 m, ihr Inhalt also 28,5 bezw. 19,0 Millionen cbm. In beiden Seen befindet sich eine deutlich ausgeprägte Stromrinne von geringer Breitenentwickelung, deren Tiefe im grossen See 7,3 m, im kleinen 10,3 m beträgt, bei einer Wasserspiegelcote von 100,9 m entsprechend October 1882. Die genannten Tiefen sind die Maxima aus den vorgenommenen Peilungen."

„Entsprechend der flachen Beckenbildung ist die Wirkung von Wind und Sturm auf den See eine solche, dass durch sie die Wassermassen bis auf den Grund aufgewühlt werden." „Am 4. Juni ergab eine Temperaturmessung im grossen weissen See folgende Werthe: Oberflächen-Temperatur 19,8° C. bei 5,0 m Tiefe 16,5° und bei 7,2 m Tiefe 16,4° C.; am 31. August wurde gefunden: Oberflächentemperatur 17,0° und bei 4,0 m Tiefe 16,9° C. Am 8. Juni wurde im kleinen weissen See gemessen: Oberflächentemperatur 18,5° und an der tiefsten Stelle, in 10,5 m Tiefe, 16,0° C." „Im Vergleich mit dem Temperaturgang anderer Seen und in Anbetracht der Jahreszeit zeigen die genannten Zahlen so geringe Differenzen, dass in ihnen der natürliche Gang der Temperatur in Function der Tiefe keinen Ausdruck findet und die relativ geringen Differenzen zwischen Oberflächen- und Tiefen-Temperatur lediglich der Einwirkung der während der Beobachtungszeit stattgefundenen Stürme zuzuschreiben ist."

„Die Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers sind ausserordentlich wechselnd; im Frühjahr und Herbst hat die Farbe einen leichten Stich ins Braune und die Durchsichtigkeit ist derart, dass die Sohle in einer Tiefe von 1,5 bis 2,0 m noch leicht erkennbar. Wesentlich anders gestaltet sich die Beschaffenheit zur Zeit der Wasserblüthe im Hochsommer; dann sind die ganzen Seen mit chlorophyllgrünen Algen erfüllt und die Vegetation eine lebhaft entwickelte. Nach beendetem Process sterben die Pflanzen ab, sinken in ihren Resten auf den Seeboden und bedecken denselben in Form einer aus organischen Resten bestehenden Schicht, die auch durch die stattgefundenen Peilungen constatirt wurde. In der Nähe der Ufer fehlt sie jedoch; dort wird sie, durch Winde und Stürme in Bewegung gesetzt, aufgearbeitet und die Ufer zeigen aus

nahmslos bis weit in den See hinein die unbedeckte Sandoberfläche des Untergrundes."

„Die Schwankungen der Seespiegel während der Beobachtungsperiode betrugen für beide Seen 0,24 m entsprechend ihrer Spiegelcote von 101,15 bezw. 101,14 m für den kleinen und grossen See am 11. Mai und 100,91 bezw. 100,90 m am 13. August. Nach Aussage der Uferbewohner und Fischer sollen die Stände dieses Jahres zu den kleinsten bekannten gehören."

„Es ist wahrscheinlich, dass diese Seen früher von der livländischen Aa durchflossen wurden. Für diese Annahme sprechen die noch jetzt im Seeboden vorhandenen Stromrinnen und die orographische Beschaffenheit des zwischen dem kleinen weissen See und der livländischen Aa liegenden Terrains. Die Aa ist noch jetzt ein seine Ufer stark erodirender Fluss, dessen Spiegel in früheren Epochen eine wesentlich höhere Lage besessen hat, als es gegenwärtig der Fall ist. Zahlreiche Flussterrassen kennzeichnen noch heute mit unwiderleglicher Gewissheit die früheren Lagen seines Bettes und zahlreiche Einschnitte und Altwässer in dem jetzt im Übrigen trockenen Flussthale die Richtungen und den Verlauf seiner Strömung. Noch jetzt, Oktober 1882, liegt der Flussspiegel, da wo der Fluss oberhalb Ringenberg die scharfe Biegung vollzieht, um 1,3 m höher, als der Spiegel des kleinen weissen Sees."

„Das Terrain zwischen der Aa und dem kleinen weissen See zeigt schon durch seine Oberfläche den Charakter fluviatilen Diluviums; es ist von drei deutlich unterscheidbaren Fluthrinnen von NO nach SW durchzogen und diese Erscheinungen erleiden nur bei Hollershof in unmittelbarer Nähe des Sees durch Ablagerungen recenten und zwar volatilen Ursprungs eine Unterbrechung. Ferner ist das Abflussbett des grossen weissen Sees von Dimensionen, die wenig in Einklang zu der jetzigen Mächtigkeit des abzuführenden Quantums stehen."

Soweit die Ausführungen A. Thiems, auf die ich noch später zurückkommen werde. Dem Berichte sind ausserdem die chemischen Analysen der beiden Seen hinzugefügt, so dass in geophysikalicher, wie chemischer Hinsicht nicht mehr viel zu erforschen übrig blieb. Wenn wir jedoch berücksichtigen, dass die angeführten Untersuchungen vor etwa 25 Jahren aus-

geführt worden sind, also zu einer Zeit, als der Düna-Aa-Kanal, von dem ich bereits in der geographischen Übersicht gesprochen habe, noch nicht gegraben war und der kleine Weisse See noch ein abgeschlossenes Becken vorstellte, während ihm jetzt das Wasser der livländischen Aa zugeführt wird, können wir wohl annehmen, dass sich wenigstens seine chemischen Verhältnisse geändert haben. Andererseits ist durch das breitere und tiefere Bett des künstlich geschaffenen Abflusses (südwestlicher Teil des Düna-Aa-Kanals) auch die Menge des abfliessenden Wassers eine grössere und der Wechsel des Wassers in den beiden Seen ein intensiverer geworden. Dieses ist auch auf das Niveau des Wasserspiegels nicht ohne Wirkung geblieben, es ist vielmehr seit jener Zeit um 70 cm gesunken[1]). Die Tiefenangaben von A. Thiem sind also um 70 cm für jede Lotung zu vermindern und stimmen dann mit den von mir erhaltenen Zahlen gut überein. Demnach wäre also die Maximaltiefe des grossen Weissen Sees bei der jetzigen Wasserhöhe 6,7 m, des kleinen Weissen Sees 9,7 m. Obgleich ich die Tiefenmessungen noch durch einige Lotungen vermehrt habe, so genügen sie ihrer Unregelmässigkeit wegen, mit der sie ausgeführt worden sind, doch nicht, um aus ihnen eine mittlere Tiefe und weiter das Volumen zu berechnen.

Die Ufer beider Seen sind ringsum sandig und schwach mit Schilf bewachsen, welcher sich nicht über die litorale Zone hinauswagt. Der Ufersaum, der auf manchen Stellen eine Breite von ca. 200 m hat, ist seines sandigen Bodens wegen nur spärlich mit Gras bedeckt; an ihn schliesst sich meist ein höheres, doch 5—7 m kaum überschreitendes Ufer von Dünenwällen gebildet und mit hohem Kiefernwalde bestanden. Während der Boden des kleinen Sees nur wenig verschlammt ist, finden wir im grossen Weissen See Stellen mit tiefer Schlammschicht und konnte ich zwischen der mittleren Insel und dem Ostufer eine Schlammtiefe von 2 m 30 cm konstatieren; unter dem Schlamme liegt Sand, welcher in der Uferzone und an Orten, die mehr der Strömung und dem Wellenschlage ausgesetzt sind, rein zu Tage tritt. Die Inselbildung scheint in

[1]) Diese Daten erhielt ich im Jahre 1905 vom Ingenieur des Grundwasserwerkes am kleinen Weissen See.

diesen Seen recht stark ausgebildet zu sein und auch noch jetzt beständig fortzuschreiten. Auf alten schwedischen Karten aus dem Ende des 17. Jahrhunderts, im grossen Massstabe aufgenommen und von unseren heutigen nur wenig abweichend, finden wir im grossen Weissen See nur 3 Inseln, während wir jetzt deren 5 kennen. Ja, betrachten wir die beiliegende Tiefenkarte des grossen Weissen Sees, so finden wir nordwestlich von der mittleren Insel eine flache Stelle, wo sich wohl bald eine neue Insel bilden wird. Ähnliches sehen wir im kleinen Weissen See, nicht weit von der Mündung des Düna-Aa-Kanals in denselben.

Die Farbe des Wassers ist für den grossen See 17, für den kleinen zwischen 16 bis 17 der Forel-Uleschen Skala. Die weisse Secchische Scheibe verschwand den Blicken in beiden Seen: am 30. Mai 1904 bei 1 m 60 cm, am 9. April 1906 bei 1 m 50 cm. Dieses entspricht sehr gut den Thiemschen Untersuchungen über die Durchsichtigkeit dieses Wassers im Frühling. Dasselbe gilt für die Temperaturverhältnisse sowohl des Oberflächen-, als auch des Tiefenwassers. Für den jährlichen Gang der Oberflächen- wie auch Tiefen-Temperatur liegen für den kleinen Weissen See Beobachtungen vor, die in liebenswürdiger Weise von Herrn Ingenieur Badche, Leiter des Grundwasserwerkes in Bellenhof, ausgeführt und mir zur Verfügung gestellt worden sind. Nachfolgend teile ich sie mit:

Temperatur des Wassers im kleinen Weissen See:

1906	Wassertemper. °C.			1907	Wassertemper. °C.		
	oben	in einer Tiefe v.	Temperatur		oben	in einer Tiefe v.	Temperatur
15. Juni. . . .	18°	12′	17°	15. Mai	18°	12′	17°
1. Juli	19°	12′	17°	26. Juni	20°	12′	19°
17. Juli	17°	12′	17°	29. Juni	21°	12′	20°
11. August . . .	16°	12′	15,5°	3. Juli	21°	12′	20°
3. September .	13°	11′	13°	6. Juli	20°	12′	20°
9. Oktober . .	10°	12′	10°	11. Juli	19°	12′	19°
19. Oktober . .	9°	10′	9°	17. Juli	18°	12′	18°
23. Oktober . .	4°	8′	4°	20. Juli	18°	12′	18°
1. November .	3,5°	9′	4°	25. Juli	17°	12′	17°
9. November .	3°	10′	3°	28. Juli	17°	12′	16°
				15. August . .	16°	12′	15°
				10. September	12°	12′	12°
				18. September	12°	12′	12°

Nun will ich mich den chemischen Untersuchungen des Wassers beider Seen zuwenden und erst die von Thiem angeführten Analysen mitteilen[1]):

Entnahme-Ort	kl. Weisser See		gr. Weisser See	
Geschöpft am	28. Mai 1882			
	Litermilligramme			
Abdampfrückstand . . .	(106,5)	92,3	(113.0)	113,7
Glührückstand	(74,0)	60,3	(79,5)	75,8
Fester Rückstand. . . .	73,3		87,3	
Glühverlust (Hydratwasser, organ. Substanz). . .	19,0		26,4	
Chlor	13,5		29,8	
Schwefelsäure	1,7		8,2	
Salpetrige Säure, Salpetersäure, Ammoniak . . .	0		0	
Zur Oxyd. verbr. Sauerstoff	(1,59)	1,30	(2,36)	1,10
	deutsche Härtegrade			
Gesamthärte, Bleibende Härte	(3,72)	3,23	(2,36)	3,57

Ausgeführt worden sind dieselben teils in der chemischen Versuchsstation des Rigaer Polytechnikums, teils vom Chemiker der Mineralwasser-Anstalt Herrn Seidler (eingeklammerte Zahlen). Ich will hier gleich hinzufügen, dass der zur Oxydation verbrauchte Sauerstoff sich auf 100000 Teile Wasser bezieht. Um seine Menge ebenfalls in Litermilligrammen auszudrücken, muss sie mit 10 multipliziert werden.

Meine Analysen ergaben folgende Resultate:

Für das Wasser des grossen Weissen Sees:

Geschöpft am 30. Mai 1904; Wassertemperatur 15,2° C., Lufttemperatur 14,5° C., Farbe in 20 cm, hoher Schicht strohgelb ohne Stich ins Bräunliche, Reaktion neutral, freie Kohlensäure, Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak nicht vorhanden, Phosphorsäure in unwägbaren Spuren. Es wurde gefunden in Litermilligrammen:

[1]) l. c. S. 54.

Chlor Cl	9,0
Schwefelsäure SO_3 . .	6,6
Kohlensäure CO_2 . . .	49,5
Kieselsäure SiO_2 . . .	3,7
Kaliumoxyd K_2O . .	2,0
Natriumoxyd Na_2O . .	8,7
Calciumoxyd CaO . .	48,1
Magnesiumoxyd MgO .	12,5
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,3
Tonerde Al_2O_3 . . .	1,3
	141,7

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	156,8
Glührückstand	139,2
Glühverlust	17,6
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	6,6
Gelöster Sauerstoff	6,38 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	4,9
Bleibende Härte „ „	3,8
Vorübergeh. Härte „ „	1,1

Es lassen sich daraus folgende Verbindungen ableiten:

Calciumsulfat $CaSO_4$	11,2
Eisencarbonat $FeCO_3$ . . .	0,3
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . .	77,6
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$.	26,1
Natriumcarbonat Na_2CO_3 . .	4,0
Kaliumchlorid KCl	3,2
Natriumchlorid NaCl	12,3
Kieselsäure SiO_2	3,7
Tonerde Al_2O_3	1,3
	139,7

Zu diesen Verbindungen gelangte ich auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden . .	6,6	Fe_2O_3 vorhanden . .	0,3
bindet CaO	4,6	entspricht Fe . . .	0,2
$CaSO_4$	11,2	bindet CO_2	0,1
		$FeCO_3$	0,3

CaO vorhanden . .	48,1	
verbraucht	4,6	
bleibt	43,5	
bindet CO_2	34,1	
	$CaCO_3$	77,6
MgO vorhanden . .	12,5	
bindet CO_2	13,6	
	$MgCO_3$	26,1
CO_2 vorhanden . .	49,5	
verbraucht . .	6,1	
	34,1	
	13,6	47,8
bleibt		1,7
bindet Na_2O . . .		2,3
	Na_2CO_3	4,0

K_2O vorhanden . .	2,0	
entspricht K	1,7	
bindet Cl	1,5	
	KCl	3,2
Cl vorhanden . . .	9,0	
verbraucht	1,5	
bleibt	7,5	
bindet Na	4,8	
	NaCl	12,3

Die Analyse des Wassers vom kleinen Weissen See ergab:

Dem See entnommen am 30. Mai 1904, hatte es eine Temperatur von 14,5° C., bei einer gleichzeitigen Lufttemperatur von 13,5° C., Farbe in 20 cm hoher Schicht strohgelb mit einem Stich ins Bräunliche, Reaktion neutral. Nicht anwesend — freie Kohlensäure, Salpeter-, salpetrige Säure und Ammoniak in Spuren vorhanden — Phosphorsäure.

In einem Liter wurden in Milligrammen gefunden:

Chlor Cl	2,7
Schwefelsäure SO_3 . .	7,5
Kohlensäure CO_2 . . .	63,7
Kieselsäure SiO_2 . . .	3,9
Kaliumoxyd K_2O . .	1,7
Natriumoxyd Na_2O . .	15,0
Calciumoxyd CaO . .	54,4
Magnesiumoxyd MgO .	14,0
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,2
Tonerde Al_2O_3 . . .	2,5
	165,6

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	178,4
Glührückstand	164,9
Glühverlust	13,5
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	8,6
Gelöster Sauerstoff	6,58 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	6,0
Bleibende Härte „ „	4,5
Vorübergeh. Härte „ „	1,5

Aus ihnen ergibt sich folgender Salzbestand:

Calciumsulfat $CaSO_4$ . . .	12,7
Eisencarbonat $FeCO_3$ . .	0,3
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . .	87,8
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	29,2
Natriumcarbonat Na_2CO_3 .	23,6
Kaliumchlorid KCl	2,6
Natriumchlorid $NaCl$ . . .	2,4
Kieselsäure SiO_2	3,9
Tonerde Al_2O_3	2,5
	165,0

Zu diesen Salzen gelangte ich auf Grund nachstehender Berechungen:

SO_3 vorhanden . . .	7,5	MgO vorhanden . . .	14,0
bindet CaO	5,2	bindet CO_3	15,2
$CaSO_4$	12,7	$MgCO_3$	29,2
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,2	CO_2 vorhanden . . .	63,7
entspricht FeO . . .	0,18	verbraucht . . .	0,1
bindet CO_2	0,10		38,6
$FeCO_3$	0,28		15,2 53,9
CaO vorhanden . . .	54,4	bleibt	9,8
verbraucht	5,2	bindet Na_2O	13,8
bleibt	49,2	Na_2CO_3	23,6
bindet CO_2	38,6		
$CaCO_3$	87,8		

K_2O vorhanden . . .	1,7	Cl vorhanden	2,7
entspricht K	1,4	verbraucht	1,2
bindet Cl	1,2	bleibt	1,5
KCl	2,6	bindet Na	0,9
		NaCl	2,4

Betrachten wir die Analysen der achziger Jahre und die meinigen, so fällt uns sogleich der grosse Mehrgehalt an festen Bestandteilen in den neueren Analysen auf, der im Trocken- und Glührückstande zum Ausdruck gelangt. Bei näherem Eingehen auf die einzelnen Bestandteile finden wir, dass dieser Mehrgehalt hauptsächlich den Kalk- und Magnesiasalzen zu verdanken ist, welche bei den früheren Untersuchungen nur gemeinschaftlich als Härtegrade bestimmt worden sind und wir sie daher mit den von mir gefundenen Härtegraden vergleichen können. Der Chlorgehalt hat sich in beiden Seen stark vermindert, im kleinen ist er sogar von 13,5 auf 2,7 mg im Liter gesunken, während der Gehalt an Schwefelsäure im grossen Weissen See etwa derselbe geblieben, im kleinen dagegen um mehr als das Vierfache gestiegen ist. Eine so bedeutende Anderung lässt sich allein durch das Schwanken des Salzgehaltes in den natürlichen Gewässern nicht erklären und müssen hier andere Faktoren mitgewirkt haben. Ein solcher ist in erster Linie der Zufluss aus der livländischen Aa, deren Fluten sich schon mehrere Jahre lang mit dem Wasser des kleinen und durch ihn mit dem des grossen Weissen Sees vermischen. Aus der Literatur steht uns auch eine Analyse des Wassers der livländischen Aa bei Hinzenberg zur Verfügung, welche Prof. Carl Schmidt mit gewohnter Genauigkeit ausgeführt und im Jahre 1887 veröffentlicht hat[1]). Ich will sie hier in ihren Elementarbestandteilen, wie sie uns das Original liefert, mitteilen. In 1 000 000 g Wasser in Grammen wasserfreier Bestandteile:

Organische Stoffe	13,100
Mineralische Bestandteile	215,777

[1]) Bulletin de l'Académie Imperiale des Sciences de St.-Pétersbourg 1887. S. 511 u. ff.

Kalium K	1,356
Natrium Na	5,184
Ammonium NH_4	1,878
Calcium Ca	52,692
Magnesium Mg	15,035
Eisen Fe	0,856
Sauerstoffäquivalent von SO_3, N_2O_5, CO_2, P_2O_5	33,443
Chlor Cl	2,858
Schwefelsäure SO_3	11,434
Salpetersäure N_2O_5	1,917
Phosphorsäure P_2O_5	0,044
Kohlensäure CO_2	84,860
Kieselsäure SiO_2	4,220
Abdampfrückstand	221,58

Alle erwünschte Aufschlüsse erhalten wir durch diese Analyse. Nun kann es uns nicht mehr wundernehmen, weshalb die festen Bestandteile in den beiden Weissen Seen, und besonders im kleinen, so bedeutend gewachsen sind, übersteigt doch ihre Höhe in der livländischen Aa noch jetzt selbst den kleinen Weissen See um das Anderthalbfache. Von hier fliesst ihnen der bedeutend grössere Kalk-, Magnesia- und auch Schwefelsäuregehalt zu, während anderseits der sehr geringe Chlorgehalt auch ein Fallen seines Prozentgehaltes in den beiden Seen zur Folge hat. Es ist sehr wahrscheinlich, dass spätere Analysen einen noch grösseren Reichtum an Salzen in diesen Seen werden konstatieren können.

Der Schlamm des grossen Weissen Sees.

Der Schlamm vom grossen Weissen See hatte eine graubraune Farbe, war geruchlos und fühlte sich weich und schlüpfrig an. Nach dem Trocknen traten Konchylienteilchen deutlich hervor, welche entfernt werden konnten; auch machte sich, besonders beim Zerreiben des spröden, trocknen Schlammes, Sand bemerkbar. Die Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 89,6%.

Im lufttrockenen Schlamme waren enthalten:

Wasser	10,000
Organische Substanzen .	23,710
Mineralische „ .	66,290
	100,000

Von den mineralischen Bestandteilen waren in Salzsäure löslich:

Eisenoxyd Fe_2O_3	1,970	3,009 %
Tonerde Al_2O_3	1,330	2,031 %
Calciumoxyd CaO	1,000	1,526 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,018	0,027 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,130	0,198 %
Schwefelsäure SO_3	0,666	1,017 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	58,388	89,198 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,254	0,388 %
Tonerde Al_2O_3	1,634	2,495 %
Calciumoxyd CaO	0,073	0,111 %
	65,463	100,000 %

Geringe Mengen von Alkalien und Mangan.

Die Hauptbestandteile des Schlammes bilden also Sand und Silikate, während Ton und Gips in ganz minimalen Quantitäten vertreten sind. Hieran reihen sich die organischen Substanzen, welche etwa 1/4 des lufttrockenen Schlammes ausmachen.

Mikroskopisch konnten nachgewiesen werden: Quarzkörner, Eisenoxydhydrat, Pflanzenhaare und -fasern, Kohlepartikelchen, Teilchen von *Crenothrix*-Fäden in grösserer Anzahl, Bruchstücke von Pflanzengeweben, *Pediastrum duplex (Meyen),* Partikelchen von Krustern und von Diatomeen: *Navicula viridis Nitzsch, Melosira varians Ag., Fragilaria virescens Ralfs, Pleurosigma attenuatum W. Sm., Surirella biseriata Bréb., Amphora ovalis Kütz., Navicula radiosa Kütz.* und *Cyclotella Kützingiana Thwait.*

Der Schlamm des kleinen Weissen Sees.

Dieser weicht von den bis dahin besprochenen Schlammarten stark ab, da die weichen organischen Massen in ihm nur wenig zur Geltung kommen, hier vielmehr recht grober

Sand nur dürftig durch organische Substanzen zusammengehalten wird. Es ist nicht ausgeschlossen, dass auf anderen Stellen des Bodens sich auch Schlammassen, ähnlich den vorherbesprochenen, finden lassen, doch sind mir solche nicht zu Gesicht gekommen. Überhaupt ist der Grund des kleinen Weissen Sees nur sehr spärlich mit Schlamm überzogen, auf vielen Stellen konnte reiner Sand bei den Peilungen nachgewiesen werden. Auch hier machten sich kleine Konchylien bemerkbar. Die chemische Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 49,6 %.

Der lufttrockne Schlamm enthielt:

Wasser	2,145
Organische Substanzen	6,980
Mineralische „	90,875
	100,000

Von den mineralischen Substanzen lösten sich in Salzsäure:

Eisenoxyd Fe_2O_3	13,862	15,546 %
Tonerde Al_2O_3	2,838	3,183 %
Calciumoxyd CaO . . .	1,060	1,188 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,358	0,401 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	1,912	2,144 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,328	0,369 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	67,534	75,739 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,328	0,368 %
Tonerde Al_2O_3	0,791	0,887 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,074	0,083 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,082	0,092 %
	89,167	100,000 %

Ausserdem etwas Kalium, Natrium und Mangan.

Seiner chemischen Natur nach ist dieser Schlamm dem vorhergehenden sehr nahestehend. Es fällt jedoch hier ein unverhältnismässig grosser Gehalt an Eisenoxyd auf, der sich nur so erklären lässt, dass sich gerade in dem zur Untersuchung gelangten Teil zufällig grössere Quantitäten des in allen Seen vorkommenden Eisenhydroxyds vorfanden. Leider

war es mir nicht möglich Kontrollversuche mit einer anderen Schlammprobe anzustellen, da ich mir eine solche nicht mehr verschaffen konnte.

Unter dem Mikroskope zeigten sich wiederum: Quarzkörner, Eisenoxydhydrat, nur wenig Pflanzengewebe, Algenfäden, Pflanzenfasern, Teile von Crustaceen, Kieselnadeln von *Euspongilla lucustris L.* und von Diatomeen — *Cocconeis Placentula Ehrenb., Melosira varians Ag., Melosira subflexilis Kütz.* und mehrere andere, die nicht bestimmt worden sind.

Der Langsting- oder Schwarze See.

Er befindet sich zwischen dem $57^0\,45'' - 57^0\,1'\,10''$ nördl. Breite und dem $5^0\,58'\,45'' - 5^0\,59'\,40''$ westl. Länge von Pulkowo oder $42^0 - 42^0\,55''$ östl. Länge von Ferro. Seine Länge beträgt 1 km, seine grösste Breite etwas über 0,5 km und das von ihm eingenommene Areal ca. 385 500 □ Meter. Die Ufer sind niedrig, auf der Westseite sandig, auf der Ostseite grösstenteils moorig und ringsum bewaldet. Die Tiefe des Sees ist eine für unsere Verhältnisse recht bedeutende. Bei einem Maximum von 8 Metern ist die mittlere Tiefe für Profil ab — 3 m 51; cd — 4 m 70; ef — 4 m 24; gh — 5 m 85; ik — 4 m 13; und daraus die mittlere Tiefe für den ganzen See — 4 m 49 cm. Das entspräche also einem Volumen von ca. 1 730 000 cbm. Der ganze Boden wird von einer Schicht schwarzen Schlammes bedeckt, welcher nur an den abschlüssigen Ufern fehlt, wo er keinen Halt findet und der abspülenden Wirkung der Wellen ausgesetzt ist. Der Wasserspiegel des Sees hat besonders bei bewölktem Himmel ein dunkles und düsteres Aussehen, was ihm wohl auch den Namen „Schwarzer See" eingetragen hat. Da die Wasserfarbe nach der Forel-Uleschen Skala blos die Nummer 17 zeigt, also nicht brauner ist als beim Stint- und Jägel-See, so ist dieses dunkle Aussehen mehr eine Folge der Durchsichtigkeit des Wassers, verbunden mit dem als Unterlage dienenden schwarzen Schlamm; denn die Durchsichtigkeit ist hier eine grössere als bei den eben genannten Seen. Während die Secchische Scheibe hier erst bei 2 m 92 cm verschwand

(27. Mai 1904), war sie dort schon bei 1 m 75 cm nicht mehr zu sehen. An demselben Tage ausgeführte Temperaturmessungen ergaben für die Oberflächenschicht 17° C., bei 5 Metern 16° C. (Lufttemperatur 14° C.).

In Bezug auf diese letzten Untersuchungen stehen uns noch Daten von A. Thiem zur Verfügung [1]). „Der Langsting-See ist im Maximum 6,8 m tief für Ende October 1882; sein Wasser steht an Farbe und Klarheit demjenigen der weissen Seen gleich. Eine am 29. Juni vorgenommene Temperaturbestimmung ergab: Oberflächentemperatur 20,3° C. und bei 7 m Tiefe 19,2° C.“ [2]). Thiem hat bloss eine Maximaltiefe von 6,8 m nachgewiesen, was sich leicht dadurch erklären lässt, dass von ihm überhaupt nur einige Lotungen in diesem See gemacht worden sind und selbst die einen rein zufälligen Charakter tragen, während meine Tiefenmessungen systematisch ausgeführt worden sind und sich daher auf eine viel grössere Fläche verteilen. Auch in Bezug auf die Klarheit des Langsting-Sees, welche gleich sein soll derjenigen der Weissen Seen, kann ich Thiem nicht beistimmen. Denn wie wir bereits gesehen haben, verschwand die Secchische Scheibe in den Weissen See, gleichfalls im Mai 1904 und 1906, bei 1 m 50 cm resp. 1 m 60 cm, beim Langsting-See jedoch bei 2 m 92 cm, also fast doppelt so tief. Thiems Angaben beruhten hierbei wohl nur auf Schätzungen, ohne Anwendung der Secchischen Scheibe, von der bei ihm auch nirgends die Rede ist. Unsere Temperaturmessungen stimmen recht gut überein.

Das zur Untersuchung gelangte Wasser war dem See am 22. Mai 1904 entnommen, besass in 20 cm hoher Schicht eine hell-strohgelbe Farbe, war von neutraler Reaktion und frei von Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Salpeter- und salpetriger Säure, Phosphorsäure und freier Kohlensäure.

Im Liter Wasser wurde in Milligrammen gefunden:

Chlor Cl	2,60
Schwefelsäure SO_3	6,50

[1]) B. Doss, Zur Reform des Rigaschen Wasserwerks. Riga 1897. S. 38.
[2]) Wird wohl heissen müssen 6,8 m, also an tiefster Stelle.

Kohlensäure CO_2	2,10
Kieselsäure SiO_2	4,00
Kaliumoxyd K_2O	2,60
Natriumoxyd Na_2O	6,40
Calciumoxyd CaO	0,82
Magnesiumoxyd MgO	0,66
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,10
Tonerde Al_2O_3	0,10
	25,88

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	36,7
Glührückstand	25,2
Glühverlust	11,5
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	3,5
Gelöster Sauerstoff	7,33 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	0,15
Bleibende Härte „ „	0,13
Vorübergeh. Härte „ „	0,02

Diese, als Verbindungen gedacht:

Calciumsulfat $CaSO_4$	1,99
Magnesiumsulfat $MgSO_4$	1,96
Kaliumsulfat K_2SO_4	4,80
Natriumsulfat Na_2SO_4	3,24
Natriumchlorid $NaCl$	4,20
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,14
Natriumcarbonat Na_2CO_3	4,94
Kieselsäure SiO_2	4,00
Tonerde Al_2O_3	0,10
	25,37

Die Metalloxyde und Säureanhydride wurden in folgender Weise verbunden:

CaO vorhanden	0,82	MgO vorhanden	0,66
bindet CO_2	1,17	bindet SO_3	1,30
$CaCO_3$	1,99	$MgSO_4$	1,96

K_2O vorhanden . .	2,6	
bindet SO_3	2,2	
	K_2SO_4	4,8
SO_3 vorhanden . .	6,50	
verbraucht . .	1,17	
„ . .	1,30	
„ . .	2,20	4,67
		1,83
bindet Na_2O . . .		1,41
	Na_2SO_4	3,24
Cl vorhanden . . .	2,6	
bindet	1,6	
	NaCl	4,2

Fe_2O_3 vorhanden .	0,1	
entspricht FeO . .	0,09	
bindet CO_2	0,05	
		0,14
CO_2 vorhanden . .	2,10	
verbraucht	0,05	
bleibt	2,05	
bindet Na_2O . . .	2,89	
	Na_2CO_3	4,94

Wie ersichtlich, ist das Wasser des Langsting-Sees sehr arm an Salzen, aber auch nicht reich an organischen Substanzen. Da er keinen sichtbaren Zufluss hat, muss er sein Wasser nur aus atmosphärischen Niederschlägen und dem Grundwasser beziehen. Nun ist aber das O-Ufer moorig, das W-Ufer sandig. Betrachten wir die Thiemschen Grundwasserhorizontalen[1]), so sehen wir ein Fallen des Grundwasserspiegels nach W und S hin, so dass nur noch die O-Seite übrig bleibt, welche von einem Hochmoor gebildet wird. Dass der See nur von diesem Moore gespeist wird, scheint ausgeschlossen, da sonst der Gehalt des Wassers an organischen Substanzen ein viel grösserer wäre, wie wir das z. B. beim Putna-See beobachten können, der rings vom Moore umschlossen wird und infolgedessen einen Gehalt an organischen Substanzen aufweist, welcher die mineralischen um das Dreifache übertrifft; hier jedoch erreichen die organischen Bestandteile kaum die Hälfte der anorganischen und nicht mehr, als ein gutes Trinkwasser enthalten darf. Es muss also noch ein anderer Zufluss vorliegen, der aus Sandboden hervorquillt, und einen wesentlichen Anteil bei der Speisung des Langsting-Sees nimmt. Was die mineralischen Bestandteile anbelangt, so finden wir hier eine ganz eigenartige Zusammensetzung.

[1]) B. Doss. Zur Reform etc. Beigegebene Karte.

Entgegen der Norm sind hier die Kalk- und Magnesiasalze stark zurückgetreten, während die Alkalien den Hauptprozentsatz ausmachen; dasselbe gilt von den Karbonaten, welche von den Sulfaten verdrängt worden sind.

Der Schlamm.

Der Schlamm des Langsting-Sees ist von sehr dunkler, braunschwarzer Farbe, geruchlos und fühlt sich ausnehmend weich und zart an; nach dem Trocknen resultieren hellere, stark zusammenhaftende und spröde Massen. Schwefeleisen und kohlensaure Salze sind nicht vorhanden. Die Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 81,4%.

Der lufttrockne Schlamm enthielt:

Wasser	18,202
Organische Substanzen	61,512
Mineralische „	20,286
	100,000

Von den mineralischen Substanzen wurden durch Salzsäure gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,307	1,527 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	1,034	5,146 %
Calciumoxyd CaO . .	0,513	2,553 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,030	0,149 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,196	0,975 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,196	0,975 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2 . . .	12,516	62,294 %
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,085	0,423 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	5,153	25,646 %
Calciumoxyd CaO. . .	0,055	0,273 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,008	0,039 %
	20,093	100,000 %

Ausserdem geringe Mengen von Kalium, Natrium und Mangan.

Hier wird also nur $^1/_5$ des Schlammes von den mineralischen Bestandteilen gebildet, während $^4/_5$ auf die organischen Substanzen nebst Wasser fallen. Dieses entstammt fast aus-

schliesslich ebenfalls den organischen Substanzen, wurde vom lufttrocknen Schlamm zurückgehalten und verflüchtigte sich erst bei einer Temperatur von 160—170° C.; denn kristall- oder hydratwasserführende Salze sind in ihm, ausser etwas Gips, nicht aufgefunden worden. Die anorganischen Stoffe bestehen zum grössten Teil aus Ton mit spärlichem Eisengehalt, gemengt mit etwas Quarzsand und Gips.

Der mikroskopische Befund war folgender: Quarz, Pollenkörner von Koniferen, Pflanzengewebe und -haare, Bastfasern, Korkzellen, Pilzsporen, Stärkekörner, Teilchen von Krustern, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.* und *Ephydatia fluviatilis Aut.* und strukturlose Massen von brauner Färbung.

Bevor ich schliesse sei noch auf einen Vortrag von Herrn Forstmeister Ostwald hingewiesen[1]), der die Entstehung des Langsting-Sees zum Thema hatte. Auf Grund eigener Untersuchungen konnte der Vortragende einen ununterbrochen vom Langsting-See bis zur Grossen Jägel verlaufenden Moorstreifen konstatieren und zugleich, dass vor der Vermoorung ein tiefer Taleinschnitt das Langstingbecken mit der Jägelniederung verbunden haben müsse, „so dass aller Wahrscheinlichkeit nach ein tief unter dem jetzigen Spiegel des Langsting-Sees verlaufender (Langsting-) Bach, möglicherweise aber gar kein See bestand". Nach eingetretener Vermoorung hob sich der Grundwasserspiegel der Umgebung, was ein Wachsen des Langsting-Sees zur Folge hatte. Zum Schluss des Referates heisst es: „Der Langsting-See ist somit in seinem jetzigen Umfange als ein Stausee zu bezeichnen, entstanden durch Ausfüllung eines Bachtales durch Moore, namentlich durch Hochmoore. Der Bestand des Sees ist an die Erhaltung dieser Moore geknüpft; mit ihm sind auch die bestehenden Grundwasserverhältnisse seiner Umgebung von dem Bestande dieser Moore abhängig. Die Existenz des Langsting-Sees sowie der relativ steile Abfall des denselben umgebenden Grundwasserhügels weisen auf eine sehr geringe Durchlässigkeit des ihn umgebenden Bodens, auch des Sand-

[1]) Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Bd. XLI. 1898.

bodens hin". Darüber, dass dieses Moor nicht die einzige Quelle für die Speisung des Langsting-Sees sein kann, ist schon früher gesprochen worden.

Der Silber- oder Salles-See (lett. Salas-efars).

Die einzigen Aufzeichnungen, die wir über diesen See besitzen, stammen von A. Thiem[1]). Da eigentlich von ihnen nichts weggelassen werden kann und sie andererseits auch nicht viel Raum beanspruchen, will ich sie im Wortlaut wiedergeben: „Der Sallessee besitzt eine maximale Tiefe von 10,8 m für Ende October 1882, sein Wasser ist mit Ausnahme der Periode der Wasserblüthe farblos und durchsichtig, so dass die Sohle noch bis zu Tiefen von 5,0—6,0 m sichtbar ist. Der Grund dieser Erscheinung ist das Fehlen von Sumpf oder Moor in der unmittelbaren Nachbarschaft des Sees. Eine am 16. Juni vorgenommene Temperaturmessung ergab: Oberflächen-Temperatur 21,3° C., bei 7 m Tiefe 13,7° und in 10,0 m Tiefe (soll wohl heissen 10,8 m, also Maximaltiefe) 10,4° C."

„Der See ist demnach von den weissen Seen wesentlich verschieden; er bildet weniger ein flaches Becken, als vielmehr einen Trichter[2]). Der Einfluss von Wind und Sturm auf ihn ist zu vernachlässigen, die geringe Grösse seiner Oberfläche und seine geschützte Lage inmitten des Waldes verhindern ein Aufwühlen seines Inhaltes und aus diesem Grunde ist auch der Gang seiner Temperatur in Function der Tiefe ein von demjenigen der weissen Seen ganz verschiedener. Während in 10,5 m Tiefe im kleinen weissen See 16°C. gemessen wurden, ergab sich in 11 m Tiefe im Sallessee 10,4° C. Die Beobachtungszeiten waren so nahe benachbart, dass ihre zeitliche Differenz namentlich in Anbetracht ihrer grossen Tiefe unerheblich ist. Der Temperaturgang des Sallessees kann im Gegensatz zu dem der weissen Seen als ein ungestörter angesehen werden."

---

[1]) B. Doss, Zur Reform etc. S. 37.

[2]) Diese Annahme muss zurechtgestellt werden. Ein Blick auf die Profile der Tiefenkarte des betreffenden Sees, unter Berücksichtigung des Massstabes, zeigt, dass von einem Trichter keine Rede sein kann.

Seiner geographischen Lage[1]) nach befindet sich der Silber-See auf dem 57° 1′ 45″ nördl. Breite und dem 5° 58′ 40″ westl. Länge von Pulkowa oder 42° 1′ östl. Länge von Ferro. Er ist etwas länger als breit und nur von geringem Umfange; sein Flächeninhalt beträgt 294 000 □ m und nach Abzug der beiden Inselchen, die sich in ihm befinden 290 000 □ m; er hat weder oberirdischen Zu- noch Abfluss. Seine Entfernung von Riga beläuft sich auf etwa 17 Kilometer und liegt er so nahe am Eisenbahnstrange, dass er vom Zuge aus gesehen werden kann. Die Ufer des Sees, rings von Kiefernwald umgeben, sind niedrig und durchweg sandig und zwar ist hier der Sand von besonders heller, silbergrauer Farbe, welche durch das klare Wasser der Uferzone hindurchleuchtet und wohl die Veranlassung dazu gegeben hat, ihn Silber-See zu nennen. Da sich die Ufer rasch bis zu einer Tiefe von 4—6 m senken, kann sich eine üppige Flora hier nicht ansiedeln, geschweige denn in die Mitte vordringen und tritt uns daher überall die klare Wasserfläche vor Augen. Der Boden des Sees besteht zum grössten Teil aus Sand, welcher nur auf einigen besonders tiefen Stellen von Schlamm bedeckt ist. Wie schon A. Thiem nachgewiesen hat, ist das Wasser tief, klar und von grosser Durchsichtigkeit. Meine Untersuchungem in dieser Beziehung bestätigen die Aussagen Thiems vollkommen. So konnte ich am 27. Juni 1904 mit der Secchischen Scheibe eine Durchsichtigkeitsgrenze bei 6 m 40 cm (Bewölkung 2, schwacher Wind und Wellen) ermitteln und als Wasserfarbe die Nummer 6—7 der Forel-Uleschen Skala feststellen. Die am selben Tage gemessene Temperatur ergab: für das Wasser der Oberfläche 17° C., in einer Tiefe von 7 m 16° C. Thiem fand eine grössere Differenz zwischen Oberflächen- und Tiefentemperatur, was wohl seine Erklärung darin findet, dass zur Zeit meiner Messungen das Wasser durch Wind bewegt war und daher ein Ausgleich der verschieden warmen Schichten, wenigstens zum Teil, stattgefunden hat. Wenn Thiem eine Sichtbarkeitsgrenze von 6 m angibt, ohne dabei ein Instrument benutzt zu haben, so müsste ich bei Anwendung der Secchi-

[1]) Bei den kleinen Seen bezieht sich die Ortsangabe auf die Mitte derselben.

schen Scheibe eine weit grössere gefunden haben, während in der Tat der Unterschied nur ein geringer ist. Auch hieran ist wiederum die bewegte Oberfläche schuld, welche Thiem bei seinen Beobachtungen nicht gehabt hat, wie aus allem Gesagten hervorgeht. Die von mir gefundene Maximaltiefe für den Silber-See = 10 m 40 cm und die mittlere Tiefe von Profil a b — 6 m 17 cm; von c d — 6 m 16 cm; von e f — 5 m 39 cm; hieraus ergibt sich als mittlere Tiefe für den ganzen See — 5 m 94 cm und daraus das Volumen — 1 722 600 cbm.

Die chemische Untersuchung des am 27. Juni 1904 geschöpften Wassers ergab: Reaktion — neutral, Farbe in 20 cm hoher Schicht — vollständig farblos, von destilliertem Wasser nicht zu unterscheiden. Nicht anwesend waren: freie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure. Bei der quantitativen Analyse wurden in Litermilligrammen gefunden:

Chlor Cl	2,5
Schwefelsäure SO_3 . .	2,3
Kohlensäure CO_2 . . .	10,8
Kieselsäure SiO_2 . . .	0,2
Kaliumoxyd K_2O . .	1,2
Natriumoxyd Na_2O . .	6,5
Calciumoxyd CaO . .	7,8
Magnesiumoxyd MgO .	2,0
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,2
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,01
	33,51

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	44,8
Glührückstand	32,5
Glühverlust	12,3
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	2,6
Gelöster Sauerstoff	7,46 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	4,9
Bleibende Härte „ „ . . .	3,8
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	1,1

Es lassen sich daraus nachstehende Verbindungen ableiten:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,9
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,3
Calciumcarbonat $CaCO_3$	11,0
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	4,0
Natriumcarbonat Na_2CO_3	9,4
Kaliumchlorid KCl	1,9
Natriumchlorid NaCl	2,6
Kieselsäure SiO_2	0,2
Tonerde Al_2O_3	0,01
	33,31

Die Verbindung geschah auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden . . .	2,3	CO_2 vorhanden . . .	10,8
bindet CaO	1,6	verbraucht . . .	0,1
$CaSO_4$	3,9	„ . . .	4,8
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,2	„ . . .	2,0 6,9
entspricht FeO . . .	0,2	bleibt	3,9
bindet CO_2	0,1	bindet Na_2O	5,5
$FeCO_3$	0,3	Na_2CO_3	9,4
CaO vorhanden . . .	7,8	K_2O vorhanden . . .	1,2
verbraucht	1,6	entspricht K	1,0
bleibt	6,2	bindet Cl	0,9
bindet CO_2	4,8	KCl	1,9
$CaCO_3$	11,0	Cl vorhanden	2,5
MgO vorhanden . . .	2,0	verbraucht	0,9
bindet CO_2	2,0	bleibt	1,6
$MgCO_3$	4,0	bindet Na	1,0
		NaCl	2,6

Wie aus der Analyse hervorgeht, ist das Wasser des Silber-Sees sehr arm an mineralischen wie auch an organischen Bestandteilen. Beides hat seinen Grund in der ihn umgebenden viele Meter tiefen Sandschicht, welche, selbst arm an löslichen Bestandteilen, hier wie ein grosses Filter wirkt. Auffallend ist der hohe Gehalt an Natriumcarbonat; doch kann sich dieses durch Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser auf die Silikate des Sandes recht wohl gebildet haben. Sulfate spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Der Schlamm.

Der Schlamm des Silber-Sees ist braunschwarz, geruchlos und fühlt sich sehr weich und zart an. Nach Zerstören der organischen Substanzen bleibt ein fast weisser, überaus feiner Sand nach. An der Luft getrocknet, klebt auch er zu einer zähen Masse zusammen, wobei Konchylieneinschlüsse von mir nicht bemerkt worden sind. Die chemische Analyse ergab folgende Resultate:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 95 %.

Der lufttrockene Schlamm enthielt:

Wasser	17,520
Organische Substanzen	56,950
Mineralische „	25,530
	100,000

Von den mineralischen Substanzen wurden in Salzsäure gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3	0,040	0,158 %
Tonerde Al_2O_3	0,360	1,422 %
Calciumoxyd CaO . . .	1,149	4,539 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,843	3,330 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,499	1,971 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	21,495	84,910 %
Tonerde Al_2O_3	0,579	2,288 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,230	0,908 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,120	0,474 %
	25,315	100,000 %

Auch hier bilden die organischen, humosen Bestandteile einen sehr grossen Prozentsatz und nur 1/4 des lufttrockenen Schlammes setzt sich aus mineralischen Substanzen zusammen. Diese bestehen wiederum in der Hauptsache aus sehr reinem Quarzsande und nur ein ganz geringer Prozentsatz fällt auf Ton und Gips.

Durch die mikroskopische Untersuchung des Schlammes erhielten wir folgendes Bild: Bruchstücke von verschiedenartigem Pflanzengewebe in grosser Menge, gleichfalls viele

Pollenkörner, Pflanzenhaare und -fasern, nur wenig Quarzkörner, Kohlepartikelchen, Teilchen von Krustern, besonders *Bosmina,* hin und wieder Stärkekörner; von den Grünalgen: *Pediastrum duplex Meyen* und von den Kieselalgen: *Navicula viridis Nitzsch, Navicula major Kütz.* und *Melosira varians Ag.*

Der Seksche-See (lett. Sekſch-eſars).

Uber ihn stehen uns nur Beobachtungen von Ing. A. Thiem zur Verfügung[1]). Wir lesen darüber folgendes: „Der Sekschesee ist im Maximum 7,3 m tief für Ende October 1882, die Schönheit seines Wassers steht etwa in der Mitte zwischen dem des Sallessees und der weissen Seen, was durch die, wenn auch beschränkte Begrenzung des Sees durch Sumpf und Moor veranlasst wird. Der Gang seiner Temperatur in Function der Tiefe ist nahezu übereinstimmend mit dem des Sallessees, wofür die obenerwähnten Ursachen als gemeinschaftlich mit dem Sallessee gelten. Eine am 22. Juni vorgenommene Temperaturmessung ergab: Oberflächentemperatur 20,0° C., bei 6,5 m Tiefe 14,6° C. und in 7,5 m Tiefe 13,8° C."

Der Seksche-See befindet sich ca. ½ Kilometer nordöstlich vom Silber-See und seiner geographischen Lage nach auf dem 57° 2′ 25″ nördlicher Breite und dem 5° 58′ 30″ westlicher Länge von Pulkowa oder dem 42° 1′ 15″ östlicher Länge von Ferro. Seine Gestalt ist fast herzförmig; seine grösste Länge beträgt ½, seine grösste Breite nur ⅓ km und sein Flächeninhalt 134 000 □ m.

Er ist mitten im Walde gelegen und gleich dem Silber-See im Dünensande gebettet. Der breite Ufersaum ist nur zum kleinsten Teil mit den Kindern Floras besiedelt und überall leuchtet uns der Sand mit schöner gelber Farbe entgegen. Im Sommer des Jahres 1904, als ich den See zum ersten Mal besuchte, war der Ufersaum bedeutend schmäler, als etwa 2 Jahre später; das Wasser muss also stark gesunken sein. Suchen wir eine Erklärung dafür, so ist diese bald gefunden.

[1]) B. Doss, Zur Reform etc. S. 37.

Seit derselben Zeit existiert nämlich das Grundwasserwerk in Bellenhof, welches seinen Bedarf an Wasser zur Versorgung Rigas zahlreichen Tiefbrunnen entnimmt, die sich in langer Reihe zwischen dem Seksche- und kleinen Weissen See hinziehen und bis dicht an den Wendsche-See reichen, von dem im folgenden Abschnitt gesprochen werden soll. Durch die stete und reichliche Wasserentnahme ist der Grundwasserspiegel des erwähnten Terrains gesunken und mit ihm der Spiegel der angrenzenden, zu- und abflusslosen kleinen Seen, welche mit dem Grundwasser gewiss in naher Beziehung stehen, wenn nicht direkt von ihm abhängig sind. Darüber, um wieviel sich der Wasserspiegel des Seksche-Sees gesenkt hat, liegen keine Beobachtungen vor, wohl aber für den Wendsche-See. Dieser ist vom Oktober 1904 bis zum April 1906, als ich diese Daten von Herrn Ing. Badche, dem Leiter des Grundwasserwerks erhielt, um 3 Fuss 7 Zoll = 110 cm gesunken. Wir sehen also, dass der Einfluss des neu errichteten Wasserwerks auf diese kleinen Seen ein sehr bedeutender ist. Was die Tiefenverhältnisse des Seksche-Sees anbelangt, so konnte ich am 6. Juni 1904, also noch vor Eröffnung des Wasserwerks, eine Maximaltiefe von 6,5 m feststellen, während A. Thiem im Jahre 1882 noch 7,3 m als Maximum fand. Es ist nicht ausgeschlossen, dass schon früher einmal, in der Zeit zwischen den Thiemschen und meinen Messungen, sich der Spiegel des Sees gesenkt hat und ist dieses sogar wahrscheinlich, wenn wir in Betracht ziehen, dass nach Fertigstellen des Düna-Aa-Kanals das Niveau des kleinen Weissen Sees, wie das bereits vorher bemerkt wurde, um 70 cm gefallen ist. Nun ist es aber sehr möglich, dass dadurch auch ein Sinken des Grundwasserspiegels hervorgerufen wurde, welches wiederum auf die anliegenden Seen im gleichen Sinne einwirkte. Kehren wir nun zu den Tiefenmessungen zurück. Als mittlere Tiefe wurde gefunden: für Profil a b — 154 cm; für c d — 326 cm; für e f — 444 cm; für g h — 297 cm; für i k — 175 cm; und für den ganzen See — 279 cm. Sein Volumen beträgt demnach 365 000 cbm. Die Farbe des Wassers lag zwischen den Nummern 14 bis 15 der Forel-Uleschen Skala, hatte also schon einen Stich ins Gelbe, die Secchische Scheibe verschwand den Blicken bei

3 m Tiefe; ein äusserst schwacher Wellengang zur Zeit der Beobachtung kann diese nur wenig beeinflusst haben. Die Temperatur des Wassers am 6. Juni 1904 gemessen, zeigte für die Oberfläche 19,5° C., bei 6 m Tiefe 17,5° C. (Lufttemperatur 17,3° C.). Auch hier sind die Unterschiede zwischen Oberflächen- und Tiefentemperatur geringer, als sie A. Thiem angibt. Eine weitere Messung der Oberflächentemperatur wurde von mir am 9. April 1906 vorgenommen und ergab 13° C., bei 15° C. Lufttemperatur; hierbei muss hinzugefügt werden, dass der Spiegel des Sees in den letzten Tagen des März noch mit Eis bedeckt war. Es genügten also weniger als zwei Wochen, um nicht nur das Eis vollkommen zu schmelzen, sondern auch das Wasser bis auf 13° C. zu erwärmen.

Das zur Untersuchung gelangte Wasser war am 6. Juni 1904 geschöpft worden. Seine Farbe, in 20 cm hoher Schicht, war sehr schwach gelblich, sein Geschmack normal. Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure sowie freie Kohlensäure waren nicht vorhanden.

Das Wasser enthielt in Litermilligrammen:

Chlor Cl	3,9
Schwefelsäure SO_3	2,2
Kohlensäure CO_2	5,9
Kieselsäure SiO_2	1,8
Kaliumoxyd K_2O	1,1
Natriumoxyd Na_2O	4,6
Calciumoxyd CaO	5,9
Magnesiumoxyd MgO	1,5
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,5
Tonerde Al_2O_3	0,8
	28,2

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	43,0
Glührückstand	27,6
Glühverlust	15,4
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	4,2
Gelöster Sauerstoff	6,48 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	0,9
Bleibende Härte „ „	0,73
Vorübergeh. Härte „ „	0,17

Wenn wir die Basen mit den Säuren verbinden, so erhalten wir folgenden mutmasslichen Salzbestand:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,7
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,6
Calciumcarbonat $CaCO_3$	7,8
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	3,1
Natriumcarbonat Na_2CO_3	3,3
Kaliumchlorid KCl	1,7
Natriumchlorid $NaCl$	5,1
Kieselsäure SiO_2	1,8
Tonerde Al_2O_3	0,8
	27,9

Zu diesen Verbindungen gelangte ich auf Grund folgender Kombinationen:

SO_3 vorhanden	2,2	CO_2 vorhanden	7,00
bindet CaO	1,5	verbraucht	0,62
$CaSO_4$	3,7	„	3,4
Fe_2O_3 vorhanden	0,5	„	1,6 5,62
entspricht FeO	0,45	bleibt	1,38
bindet CO_2	0,17	bindet Na_2O	1,94
$FeCO_3$	0,62	Na_2CO_3	3,32
CaO vorhanden	5,9	K_2O vorhanden	1,1
verbraucht	1,5	entspricht	0,9
bleibt	4,4	bindet Cl	0,8
bindet CO_2	3,4	KCl	1,7
$CaCO_3$	7,8	Cl vorhanden	3,9
MgO vorhanden	1,5	verbraucht	0,8
bindet CO_2	1,6	bleibt	3,1
$MgCO_3$	3,1	bindet Na	2,0
		$NaCl$	5,1

Gleich dem Silber-See ist auch das Wasser dieses Sees ein ungemein salzarmes; der ihn umschliessende sterile Quarzsand scheint nichts mehr von seinen Bestandteilen abgeben zu wollen. Auch hier sind die Alkalisalze fast in der gleichen Menge im Wasser enthalten wie die Kalksalze, was nur bei einem sehr salzarmen Wasser der Fall sein kann, während

in den meisten Gewässern die ersten von den Kalk- und Magnesiasalzen ganz in den Hintergrund gedrängt werden. Um mich zu überzeugen, wieviel sich vom Sande lösen lässt, wurde eine kleine Probe daraufhin geprüft. Die Farbe des Sandes war ein dunkles Silbergrau, welches beim schwachen Glühen verschwand, also von organischen Beimengungen herrührte; der Rest war schwach rötlich. Der Glühverlust bildete bloss 0,467% und muss als Wasser und organische Substanz angesehen werden. Der geglühte Sand wurde nun mit Salzsäure unter Zusatz von Salpetersäure einige Mal ausgekocht, wobei es sich herausstellte, dass selbst unsere stärksten Säuren nur 1,567% von ihm haben lösen können. Wieviel weniger wäre dazu das Wasser imstande, wenn nicht die lange Spanne Zeit das ersetzen würde, was ihm an Intensität abgeht.

Der Schlamm.

Dieser ist dem des Silber-Sees äusserlich sehr ähnlich, auch schwarz, weich und zart und weist schon das Gefühl darauf hin, dass der grösste Teil des Schlammes aus organischen, vollkommen zersetzten und in Humus übergegangenen Substanzen besteht. Schwefelwasseerstoff liess sich nicht ermitteln, weder durch den Geruch noch chemisch.

Die Untersuchung zeitigte folgende Resultate:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 86,10%.

Im lufttrockenen Schlamme waren enthalten:

Wasser	11,250
Organische Substanzen	60,465
Mineralische „	28,285
	100,000

Von den mineralischen Bestandteilen waren in Salzsäure löslich:

Eisenoxyd Fe_2O_3	0,486	1,744 %
Tonerde Al_2O_3	1,175	4,219 %
Calciumoxyd CaO. . . .	0,729	2,617 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,189	0,678 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,276	0,990 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,128	0,459 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	23,275	83,576 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,101	0,362 %
Tonerde Al_2O_3	1,215	4,362 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,135	0,484 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,142	0,509 %
	27,851	100,000 %

Ausserdem geringe Mengen von Kalium und Natrium, sowie Spuren von Mangan.

Wie hieraus ersichtlich besteht der Schlamm in der Tat zum grössten Teil aus humosen Bestandteilen, während die anorganischen kaum den dritten Teil desselben bilden. Von den letzteren herrscht wieder der Sand bei weitem vor, obgleich hier auch ein grösserer Prozentsatz auf den Ton fällt; Gips ist in ihm nur in sehr kleinen Quantitäten vorhanden.

Die ergänzende mikroskopische Untersuchung ergab folgendes Bild: wiederum Quarz- und Pollenkörner, Eisenoxydhydrat, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.*, Bruchstücke von pflanzlichen und tierischen Geweben, wie überall strukturlose braune Massen in grosser Menge und von den Diatomeen: *Navicula viridis Nitzsch, Navicula major Kütz.* und *Melosira varians Ag.*

Der Wendsche-See (lett. Wentſchu-eſars).

Bei diesem wie auch bei den nachfolgenden Seen lassen uns die Literaturangaben ganz oder doch fast ganz im Stich, so dass ich nur meine eigenen Untersuchungen und Beobachtungen werde mitteilen können. Nach den neuesten Karten befindet sich der Wendsche-See auf dem 57° 3′ n. Br. und dem 5° 56′ 50″ w. L. von Pulkowa oder dem 42° 2′ 45″ ö. L. von Ferro. Er ist von unregelmässiger Form, erstreckt sich von NO nach SW und ist in seiner grössten Ausdehnung kaum 0,5 km lang. Mitten im Kiefernwalde gelegen, auf der Fortsetzung desselben Terrains, dass uns schon vom Silber- und Seksche-See her bekannt ist, wird auch sein Bett von Sanden und werden seine Ufer von schwach

ansteigenden, kaum 4 m Höhe erreichenden Dünen gebildet, welche hier eine hellgelbe Farbe besitzen. Die Vegetation beschränkt sich im wesentlichen auf eine schmale Uferzone, und nur das flache SW-Ende ist bis weit in den See hinein stark verwachsen. Die Farbe des Sees ist grünlich-gelb, entsprechend den Nummern 14—15 der Forel-Uleschen Skala, Während die Secchische Scheibe bis zu einer Tiefe von 3 m 90 cm zu sehen war (bei sehr kleinen Wellen); beide Angaben beziehen sich auf den 6. Juni 1904. Die an demselben Tage gemessene Wassertemperatur betrug an der Oberfläche 19° C., bei 7 m Tiefe 17° C. (Lufttemperatur 18,5 C.); am 9. April gemessen, betrug die Oberflächentemperatur 13° C. bei einer Lufttemperatur von 15° C. Der Boden des Sees ist bis auf die Uferzone, welche reinen Sand durchblicken lässt, von einer mehr oder weniger tiefen Schlammschicht bedeckt. Es erübrigt nur noch einige Worte über die Tiefenverhältnisse zu sagen. Die von mir am 6. Juni 1904 ausgeführten Peilungen, ergaben ein Maximum von 7 m 60 cm und eine mittlere Tiefe für Profil a b = 481 cm; für c d = 290 cm; für e f = 146 cm; für g h = 317 cm; daraus die mittlere Tiefe für den ganzen See = 308 cm. Multiplizieren wir den Flächeninhalt des Sees, der hier 142 500 □Meter gross ist, mit der mittleren Tiefe, so ergibt sich daraus als Volumen des Sees 438 900 cbm. Wie schon bei Besprechung des Seksche-Sees von mir erwähnt wurde, ist der Wasserspiegel des Wendsche-Sees seit der Zeit meiner Tiefenmessungen bis zum April 1906 um 110 cm gefallen, als Folge der fortwährenden Wasserentnahme aus den Brunnen seiner nächsten Umgebung. Ich hätte die gepeilten Tiefen gleich um 110 cm verringern und eine dementsprechende Karte zeichnen können. Wenn ich es nicht tat, so hat das seinen Grund darin, dass sich bis heute der Wasserspiegel wohl noch weiter gesenkt haben wird und die von mir reduzierten Tiefen doch nicht der Wirklichkeit entsprechen würden. Ich zog es daher vor letztere genau so anzuführen, wie ich sie gemessen habe, bevor noch der Spiegel des Sees von Menschenhand (wenn auch indirekt) niedriger gelegt worden ist und noch täglich niedriger gelegt wird, und begnüge mich nur anzuführen von wie bedeutender Wirkung das Grund-

wasserwerk auf diesen kleinen zu- und abflusslosen See schon im Laufe von 2 Jahren gewesen ist.

Das untersuchte Wasser war am 6. Juni 1904 geschöpft worden, hatte keinen besonderen Geruch noch Geschmack, war in 20 cm hoher Schicht von kaum merklich gelber Farbe und hatte nicht aufzuweisen: Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Salpeter-, salpetrige Säure sowie freie Kohlensäure.

In einem Liter Wasser waren in Milligrammen enthalten:

Chlor Cl	2,7
Schwefelsäure SO_3	2,2
Kohlensäure CO_2	4,8
Kieselsäure SiO_2	0,9
Kaliumoxyd K_2O	1,4
Natriumoxyd Na_2O	6,7
Calciumoxyd CaO	1,9
Magnesiumoxyd MgO	0,6
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,4
Tonerde Al_2O_3	4,0
	25,6

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	38,4
Glührückstand	25,2
Glühverlust	13,2
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	3,4
Gelöster Sauerstoff	7,7 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	0,27
Bleibende Härte „ „	0,2
Vorübergeh. Härte „ „	0,07

Bei Bindung der Basen an die Säuren erhalten wir:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,7
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,6
Calciumcarbonat $CaCO_3$	0,7
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	1,2
Natriumcarbonat Na_2CO_3	8,9
Kaliumchlorid KCl	2,2
Natriumchlorid NaCl	2,8
Kieselsäure SiO_2	0,9
Tonerde Al_2O_3	4,0
	25,0

Die Verbindung geschah in folgender Art:

SO_3 vorhanden . . .	2,2	CO_2 vorhanden . . .	4,8
bindet CaO	1,5	verbraucht . . .	0,2
$CaSO_4$	3,7	„ . . .	0,3
		„ . . .	0,6 1,1
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,4	bleibt	3,7
entspricht FeO . . .	0,36	bindet Na_2O	5,2
bindet CO_2	0,21	$NaCO_3$	8,9
$FeCO_3$	0,57		
		K_2O vorhanden . . .	1,4
CaO vorhanden . . .	1,9	entspricht K	1,2
verbraucht	1,5	bindet Cl	1,0
bleibt	0,4	KCl	2,2
bindet CO_2	0,3		
$CaCO_3$	0,7	Cl vorhanden	2,7
		verbraucht	1,0
MgO vorhanden . . .	0,6	bleibt	1,7
bindet CO_2	0,6	bindet Na.	1,1
$MgCO_3$	1,2	NaCl	2,8

Wie nicht anders zu erwarten, ist auch dieses Wasser sehr arm an Salzen. Auffallend ist hier, gleichwie beim Wasser des Silber-Sees, der äusserst geringe Kalk- und relativ grosse Natriumgehalt; auch hier ist letzterer nur durch Lösung von Natriumsilikaten in kohlensäurehaltigem Wasser zu erklären. Organische Substanzen sind im Wasser nur in geringer Menge vorhanden, ebenso Sulfate.

Der Schlamm.

Der Schlamm des Wendsche-Sees ist dem der vorhergehenden Seen in Bezug auf Farbe und Konsistenz sehr ähnlich; ebenso machte sich auch hier der Geruch nach Schwefelwasserstoff nicht bemerkbar. Die chemische Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocken an der Luft 92,6%.

Im lufttrocknen Schlamm waren enthalten:

Wasser	15,13
Organische Substanzen	33,24
Mineralische „	51,63
	100,00

Von den mineralischen Bestandteilen lösten sich in Salzsäure:

Eisenoxyd Fe_2O_3	1,018	1,990 %
Tonerde Al_2O_3.	1,189	2,324 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,972	1,900 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,092	0,179 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,240	0,469 %
Phosphorsäure P_2O_5. . .	1,201	2,347 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	40,910	79,960 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,455	0,889 %
Tonerde Al_2O_3.	4,859	9,499 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,227	0,443 %
	51,163	100,000 %

Kalium, Natrium und Mangan in sehr geringen Mengen.

Dieser Schlamm wird etwa zur Hälfte aus organischen, zur andern Hälfte aus anorganischen Bestandteilen zusammengesetzt. Von den letzteren ist es wiederum der Sand, dem ein bedeutendes Übergewicht über den noch vorhandenen Ton zukommt. Rechnen wir selbst alle Schwefelsäure in Gips um, so fällt auf diesen doch nur ein kleiner Bruchteil, welcher mit den noch vorhandenen Silikaten den Rest bildet.

Durch das Mikroskop betrachtet, konnten im Schlamm konstatiert werden: Quarz- und Pollenkörner, Eisenoxydhydrat, Teile von Pflanzengeweben, Bastfasern, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.,* Teile von Krustern, besonders *Bosmina,* und von Kieselalgen — *Navicula viridis Nitzsch, Gomphonema olivaceum Lyngb.* und *Navicula affinis Ehrenb.,* schliesslich die Grünalge *Pediastrum duplex Meyen.* Ausserdem eine Menge von strukturlosen braunen Massen.

Dicht am Wendsche-See befindet sich ein zweiter, noch kleinerer, der auf der lettischen Karte von Siling als

Duhņ-eſars

bezeichnet ist. Wir begegnen diesem Namen schon zum zweiten Mal, was nicht Wunder nehmen kann, da er nur die Bezeichnung für „Schlamm-See" ist und sich für unbedeutende stark verschlammte Seen von selbst ergibt. So macht auch

dieser seinem Namen alle Ehre, und ist so vollständig im Schlamme eingebettet, dass es nicht möglich war an ihn heran zu gelangen. Es wäre auch vergebene Mühe gewesen, denn wie ich später erfuhr ist sein Wasser kaum 1 Fuss tief; desto grösser sind jedoch die Schlammassen, welche sich unter ihm erstrecken. Diese Angaben verdanke ich Herrn Ingenieur Badche, der den See im Winter besucht und seine Tiefe gemessen hat. Von diesem See gelangte weder Wasser noch Schlamm zur Untersuchung.

Der grössere Makke-See.

Wie schon die Überschrift voraussetzen lässt, existiert ausser diesem auch noch ein kleinerer Makke-See. Dieses ist auch in der Tat der Fall. Doch will ich gleich hinzufügen, dass letzterer nicht zur Untersuchung gelangte, weil er einesteils winzig und unbedeutend, anderesteils dem grösseren See in seinen geophysikalischen Eigenschaften so ähnlich ist, dass sich auch eine Übereinstimmung in chemischer Hinsicht voraussetzen liess; deshalb meinte ich mir diese Arbeit ersparen zu können. Der kleinere Makke-See ist von fast runder Gestalt, liegt dicht neben dem grösseren, in südwestlicher Richtung von ihm, und ist beträchtlich kleiner als sein Nachbar. Im weiteren soll nur vom grösseren Makke-See (lett. Maka-efars) die Rede sein und werden sich alle Untersuchungen nur auf ihn beziehen. Seine geographische Lage ist der $57^0\,2'\,10''$ n. Br. und der $6^0\,5'\,30''$ w. L. von Pulkowa oder der $41^0\,54'$ ö. L. von Ferro. Er ist von etwas gestrekter Form und nur geringem Umfange; sein Flächeninhalt beträgt ca. 119 000 □ Meter. Bis auf eine Stelle an der Nordseite, sind seine Ufer moorig und mit Wald bestanden. Während der etwa 30 m breite Ufersaum stark verschilft ist, schwimmen auf dem Wasser Blätter und Blüten von *Nuphar luteum* und *Nymphaea alba* in reichlicher Menge. Der Boden des Sees ist durchweg mit einer sehr weichen, dicken Schlammschicht bedeckt, so dass es fast unmöglich war genaue Tiefenmessungen anzustellen, da selbst eine flache, runde Scheibe, die unten an der Messstange befestigt wurde, bald mehr, bald weniger tief in den Schlamm versank; das bei meinen son-

stigen Messungen benutzte Lot im Gewichte von 5 Pfund drang etwa $2^1/_2$ m in den Schlamm ein, der übrigens eine Tiefe von 4—5 m besass. Die Farbe des Wassers war ein deutliches Gelbbraun, entsprechend der Nr. 19 der Forel-Uleschen Skala. Dementsprechend war auch die Durchsichtigkeit eine sehr beschränkte: die Secchische Scheibe konnte nur bis zu 57 cm Tiefe gesehen werden. Die Temperatur des Wassers war am 12. Juli 1904 um 8 Uhr morgens 18,5° C. bei 15,5° C. Lufttemperatur. Was die Tiefenverhältnisse anbelangt, so kann man von solchen kaum sprechen, denn bei einem Tiefenmaximum von 145 cm, war die mittlere Tiefe für Profil a b — 113 cm; für c d — 100 cm und für e f — 107 cm; daraus das Mittel für den ganzen See — 107 cm. Demnach würde das Volumen rund 127 000 cbm sein.

Das zur Untersuchung gelangte Wasser, am 12. Juli 1904 aus der Mitte des Sees genommen, war klar, von gelbbrauner Farbe, und neutraler Reaktion. Frisch geschöpft konnten Spuren von Ammoniak nachgewiesen werden, welches sich jedoch unterwegs verflüchtigte. Nicht vorhanden waren: freie Kohlensäure, Salpeter- und salpetrige Säure, während von Phosphorsäure deutliche Spuren gefunden wurden. Die quantitative Analyse ergab folgende Resultate, ausgedrückt in Litermilligrammen:

Chlor Cl	2,7
Schwefelsäure SO_3 . .	2,0
Kohlensäure CO_2 . . .	16,2
Kieselsäure SiO_2 . . .	3,3
Kaliumoxyd K_2O . .	0,9
Natriumoxyd Na_2O . .	1,6
Calciumoxyd CaO . .	16,7
Magnesiumoxyd MgO .	3,2
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	1,6
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,3
	48,5

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	96,0
Glührückstand	48,0
Glühverlust	48,0

Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff .	21,1
Gelöster Sauerstoff	5,8 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	1,67
Bleibende Härte „ „	1,57
Vorübergeh. Härte „ „	0,1

Bei Bindung der Basen an die Säuren werden nachstehende Salze erhalten:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,3
Eisencarbonat $FeCO_3$	2,2
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . . .	27,4
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$.	6,6
Kaliumchlorid KCl	1,6
Natriumchlorid $NaCl$	3,1
Kieselsäure SiO_2	3,3
Tonerde Al_2O_3	0,3
	47,8

Die Zusammenstellung der Säuren und Basen geschah in folgender Weise:

SO_3 vorhanden . . .	2,0	MgO vorhanden . .	3,2
bindet CaO	1,3	bindet CO_2	3,4
$CaSO_4$	3,3	$MgCO_3$	6,6
Fe_2O_3 vorhanden . .	1,6	K_2O vorhanden . .	0,9
entspricht FeO . . .	1,4	entspricht K	0,8
bindet CO_2	0,8	bindet Cl	0,8
	2,2	KCl	1,6
CaO vorhanden . .	16,7	Cl vorhanden . . .	2,7
verbraucht	1,3	verbraucht	0,8
bleibt	15,4	bleibt	1,9
bindet CO_2	12,0	bindet Na	1,2
$CaCO_3$	27,4	$NaCl$	3,1

Hier haben wir, im Gegensatz zu den letzthin beschriebenen Seen, ein typisches Moorgewässer vor uns: gelbbraune Farbe, eine Menge organischer und nur verhältnismässig wenig mineralischer Bestandteile, von denen die Karbonate des Calciums und Magnesiums den grössten Prozentsatz bilden.

Der Schlamm.

Der zur Untersuchung genommene Schlamm war so gewählt worden, dass er den verschiedenen Tiefen entstammte. Es war dieses hier nicht schwer zu erreichen, da ohnehin das Lot, welches gleichzeitig zur Aufnahme von Schlammproben diente, mehrere Meter tief in den Schlamm versank. Seine Farbe war fast rein schwarz, seine Konsistenz äusserst weich und es waren weder Sand noch Konchylien in ihm bemerkbar. Der Geruch nach Schwefelwasserstoff war gleichfalls nicht wahrnehmbar, ebensowenig konnte Kohlensäure nachgewiesen werden. Die bei der chemischen Untersuchung erhaltenen Resultate sind folgende:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 94,68 %.

Im lufttrockenen Schlamme waren enthalten:

Wasser	22,18
Organische Substanzen .	62,96
Mineralische „ .	14,86
	100,00

Von den mineralischen Substanzen lösten sich in Salzsäure:

Eisenoxyd Fe_2O_3	4,572	31,074 %
Tonerde Al_2O_3	1,726	11,730 %
Calciumoxyd CaO	2,183	14,836 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,120	0,815 %
Schwefelsäure SO_3	1,223	8,312 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,291	1,977 %

Es wurden von Salzsäure nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	4,343	29,517 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,034	0,231 %
Tonerde Al_2O_3	0,177	1,202 %
Calciumoxyd CaO	0,040	0,272 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,005	0,034 %
	14,714	100,000 %

Ausserdem etwas Kalium und Natrium, wie auch Spuren von Mangan.

Hier fällt uns vor allen Dingen der grosse Gehalt des Schlammes an organischen Substanzen auf, so dass für die

mineralischen kaum 15 Prozentteile übrigbleiben. Diese wiederum haben eine ganz eigenartige Zusammensetzung, wie wir sie früher noch nicht zu beobachten Gelegenheit hatten. Sand und Silikate, besonders Ton, die sonst den bei weitem grössten Teil aller anorganischen Bestandteile einzunehmen pflegen, bilden hier kaum die Hälfte des Ganzen. Dafür sehen wir einen hohen Prozentsatz von Kalk, Schwefelsäure und besonders von Eisenoxyd. Wenn auch ein Teil der letztgenannten Bestandteile, zusammen mit der Phosphorsäure, aus der Asche der organischen Substanzen stammt, so ist gewiss ein grosser Teil derselben als Gips resp. Sumpfeisenerz im Schlamme enthalten gewesen. Besonders interessant ist die letztere Tatsache — die Aufspeicherung von Eisenhydroxyd und die Bildung von Sumpf- oder Raseneisenerz in unseren kleinen Moorseen.

Der mikroskopische Befund war folgender: Quarz, Stärke- und Pollenkörner — letztere zusammen mit den Gewebeteilen von Pflanzen die Hauptmasse bildend, Pflanzenhaare, Eisenoxydhydrat, Teile von Krustern, besonders *Alona* und *Bosmina,* Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.,* von Grünalgen *Pediastrum duplex Meyen* und schliesslich Diatomeen in sehr wenigen Exemplaren.

Der Lihne-See (lett. Lihnu-eſars).

Östlich vom grösseren Makke-See, in einer Entfernung von weniger als einem Kilometer, liegt der Lihne-See. Um jedoch von ersterem dorthin zu gelangen, muss man einen Umweg von einigen Kilometern machen, denn die ganze, zwischen ihnen liegende Strecke wird von bewaldetem Moore eingenommen. Seiner geographischen Lage nach befindet sich der Lihne-See auf dem 57° 2′ 10″ nördl. Breite und dem 6° 4′ 40″ westl. Länge von Pulkowa oder dem 41° 55′ östl. Länge von Ferro. Er ist von länglicher Gestalt, in der Mitte erweitert und nur von geringer Grösse; sein Flächeninhalt beträgt etwa 93 000 □Meter. Auch er ist rings vom Walde umgeben und grenzt mit seiner Ostseite an den Weg, der von Bellenhof nach Aahof führt. Auf dieser Seite ist das Ufer,

welches ringsum vollständig flach ist, sandig, auf der Westseite moorig. Der Ufersaum ist breit und mit Ausnahme des sandigen Ostufers stark verschlammt und mit Schilf verwachsen. In der Mitte finden wir auch hier die weisse Wasser- und gelbe Teichrose, während die Schilfvegetation nicht bis dorthin vordringt. In Betreff des Seebodens gilt das für den Makke-See Gesagte; auch er besteht aus einem sehr weichen, schlüpfrigen, fast schwarzen Schlamme, welcher in einer Schicht von 3—4 m den ganzen Seeboden ausfüllt. Die Farbe des Wassers ist noch um einen Ton brauner, als beim Makke-See und entspricht den Nummern 19—20 der Forel-Uleschen Skala. Die Temperatur des Wassers war fast der Lufttemperatur gleich und ergab meine Messung am 12. Juli 1904 für das Wasser 20° C. bei gleichzeitiger Lufttemperatur von 22° C. Bei so dunkelfarbigem Wasser kann auch die Sichttiefe keine grosse sein. Messungen mit der Secchischen Scheibe angestellt, ergaben eine Sichtbarkeitsgrenze von blos 70 cm. Die Tiefe des Wassers war nur eine minimale: die grösste Tiefe, welche konstatiert werden konnte, betrug 1,6 m, während die mittlere Tiefe für Profil a b — 118 cm, für Profil c d — 1 m und für den ganzen See 109 cm ausmachte. Daraus ergibt sich ein Volumen von 101 370 cbm.

Die Wasserentnahme zwecks chemischer Untersuchung geschah am 12. Juli 1904. Frisch geschöpft wies das Wasser Spuren von Ammoniak auf, was im Laboratorium nicht mehr der Fall war. Freie Kohlensäure, Salpeter- und salpetrige Säure konnten nicht nachgewiesen werden, Phosphorsäure nur in Spuren.

In einem Liter wurden in Milligrammen gefunden:

Chlor Cl	5,3
Schwefelsäure SO_3 . .	2,3
Kohlensäure CO_2 . . .	20,1
Kieselsäure SiO_2 . . .	2,6
Kaliumoxyd K_2O . . .	0,6
Natriumoxyd Na_2O . .	4,1
Calciumoxyd CaO . . .	19,0
Magnesiumoxyd MgO .	4,6
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	2,6
Tonerde Al_2O_3	0,4
	61,6

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	96,0	
Glührückstand	60,5	
Glühverlust	35,5	
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	20,8	
Gelöster Sauerstoff	6,0	ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	2,2	
Bleibende Härte „ „	1,8	
Vorübergeh. Härte „ „	0,4	

Oder verbunden als mutmassliche Salze:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,9
Eisencarbonat $FeCO_3$	3,7
Calciumcarbonat $CaCO_3$	31,1
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	9,6
Kaliumchlorid KCl	0,9
Natriumchlorid $NaCl$	8,0
Kieselsäure SiO_2	2,6
Tonerde Al_2O_3	0,4
	60,2

Die Verbindung geschah auf Grund folgender Kombinationen:

SO_3 vorhanden	2,3	MgO vorhanden	4,6
bindet CaO	1,6	bindet CO_2	5,0
$CaSO_4$	3,9	$MgCO_3$	9,6
Fe_2O_3 vorhanden	2,6	K_2O vorhanden	0,6
entspricht FeO	2,3	entspricht K	0,5
bindet CO_2	1,4	bindet Cl	0,4
$FeCO_3$	3,7	KCl	0,9
CaO vorhanden	19,0	Cl vorhanden	5,3
verbraucht	1,6	verbraucht	0,4
bleibt	17,4	bleibt	4,9
bindet CO_2	13,7	bindet Na	3,1
$CaCO_3$	31,1	$NaCl$	8,0

Auch hier haben wir wieder ein Moorgewässer vor uns, welches nicht nur seinem Aussern, sondern auch seinen chemischen Eigenschaften nach mit dem Makke-See fast identisch

ist; bei diesem ist die Summe der festen Bestandteile jedoch eine etwas grössere, bedingt durch den höheren Gehalt an Kalk- und Magnesiasalzen.

Der Schlamm.

Wie das Wasser, so entspricht auch der Schlamm des Lihne-Sees, wenigstens in seinen physikalischen Eigenschaften, vollkommen dem Schlamme vom Makke-See. Schwefelwasserstoff sowie Kohlensäure wurden auch hier nicht gefunden. Die quantitative chemische Analyse ergab nachstehende Resultate:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 94,365 %.

Der lufttrockne Schlamm enthielt:

Wasser	29,938
Organische Substanzen	54,449
Mineralische „	15,613
	100,000

Von den mineralischen Substanzen lösten sich in Salzsäure:

Eisenoxyd Fe_2O_3	2,841	18,398 %
Tonerde Al_2O_3	1,357	8,787 %
Calciumoxyd CaO . . .	1,631	10,562 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,131	0,848 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,778	5,036 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,168	1,088 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	7,992	51,760 %
Tonerde Al_2O_3	0,294	1,904 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,136	0,880 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,026	0,168 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,079	0,511 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,007	0,058 %
	15,440	100,000 %

Geringe Quantitäten von Kalium, Natrium und Spuren von Mangan.

Wenn auch hier die Kieselsäure einen bedeutend grösseren Prozentsatz einnimmt, als beim Makke-See, so lässt sich

dennoch derselbe Charakter des Schlammes bald erkennen. Besonders ist es wiederum das Eisenhydroxyd, welches hier in grosser Menge vertreten ist und sich auf dem Boden des Sees ablagert.

Das mikroskopische Bild war folgendes: Quarz, Eisenoxydhydrat, Pollenkörner, Gewebeteile von Pflanzen und Teile von Crustaceen, Pflanzenhaare und strukturlose Massen. Auffallend war es, dass mir hier keine Diatomeen zu Gesicht gekommen sind, was, falls sie überhaupt im See vorkommen, ihre geringe Quantität beweist. Wir sehen übrigens hier dieselben Bestandteile, welche uns schon das Mikroskop beim Schlamm des Makke-Sees gezeigt hat; auch dort wurden Diatomeen nur in wenigen Exemplaren bemerkt.

Der Ottern-See (lett. Uhdri-eſars).

Wenn man denselben Weg, der von Bellenhof nach Aahof führt, vom Lihne-See in nördlicher Richtung weiter verfolgt, so gelangt man nach einer Wegstrecke von etwa 4 km zum Ottern-See oder Uhdri-eſars; letztere Bezeichnung ist lettischen Ursprungs und bedeutet Fischotter-See. Seiner geographischen Lage nach befindet er sich auf dem 57° 3′ 45″ n. Br. und dem 6° 3′ 30″ w. L. von Pulkowa oder dem 41° 56′ 15″ ö. L. von Ferro. Er ist von länglicher Form, kaum ¾ km lang und seine Breite überschreitet kaum ¼ km; das von ihm eingenommene Areal beträgt ungefähr 170 000 qm. Gleich den zuletzt besprochenen Seen ist auch er rings von Wald umgeben und sind seine Ufer teils moorig, teils sandig und durchweg niedrig. Die Ufervegetation beschränkt sich nur auf die litorale Zone, während uns in der Mitte des Sees überall die freie Wasserfläche entgegenblinkt. Was den Seeboden anbetrifft, so ist er bis auf die sandige Uferzone von dickem Schlamme bedeckt, dessen Mächtigkeit hier leider nicht gemessen wurde. Bei einer Maximaltiefe von 5 m, ist die mittlere Tiefe für Profil a b — 340 cm; für c d — 354 cm; für e f — 360 cm; für g h — 285 cm und das Mittel für den ganzen See — 334 cm. Daraus ergibt sich als Volumen — 567 800 cbm. Diese Messungen beziehen sich auf den 11. Juli

1904. Die gleichzeitig ausgeführte Prüfung auf die Durchsichtigkeit, ergab ein Verschwinden der Secchischen Scheibe bei 80 cm. Eine solch geringe Durchsichtigkeit bei einem Wasser, dessen Farbe nach der Forel-Uleschen Skala blos 17 beträgt, hat seinen Grund darin, dass zu dieser Zeit der See überreich an schwebenden Körpern war, welche zum grossen Teil aus Pollenkörnern der Kiefern und anderer benachbarter Bäume bestanden, zum Teil wohl auch mit der schon von Thiem erwähnten Wasserblüte in Zusammenhang standen. Leider sah ich sie damals nur für Pollenkörner an und unterliess daher ihre weitere mikroskopische Prüfung. Temperaturmessungen an demselben Tage ausgeführt, ergaben für die Oberfläche 19,5° C., bei 4,5 m Tiefe 18° C., während die Lufttemperatur 22° C. betrug.

Gleichfalls an demselben Tage, also am 11. Juli 1904, wurde Wasser und Schlamm zur Untersuchung genommen. Das Wasser zeigte neutrale Reaktion, war in 20 cm hoher Schicht strohgelb und ergab negative Resultate bei der Prüfung auf Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Salpeter- und salpetrige Säure; Phosphorsäure konnte nur in unwägbaren Spuren nachgewiesen werden. Die quantitative chemische Analyse zeitigte folgende Resultate, ausgedrückt in Litermilligrammen:

Chlor Cl	3,1
Schwefelsäure SO_3	2,6
Kohlensäure CO_2	11,5
Kieselsäure SiO_2	0,2
Kaliumoxyd K_2O	1,5
Natriumoxyd Na_2O	5,2
Calciumoxyd CaO	9,4
Magnesiumoxyd MgO	2,8
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,2
Tonerde Al_2O_3	0,3
	36,8

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	55,2
Glührückstand	35,6
Glühverlust	19,6

Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	11,7
Gelöster Sauerstoff	7,86 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	1,05
Bleibende Härte „ „ . . .	0,98
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	0,07

Werden die Metalloxyde mit den Säureanhydriden zu Salzen verbunden, so erhalten wir:

Calciumsulfat $CaSO_4$	4,4
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,3
Calciumcarbonat $CaCO_3$	13,5
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	5,8
Natriumcarbonat Na_2CO_3	6,0
Kaliumchlorid KCl	2,4
Natriumchlorid NaCl	3,3
Kieselsäure SiO_2	0,2
Tonerde Al_2O_3	0,3
	36,2

Die Verbindung geschah in folgender Weise:

SO_3 vorhanden . . .	2,6	CO_2 vorhanden . .	11,5
bindet CaO	1,8	verbraucht . .	0,1
$CaSO_4$	4,4		5,9
			3,0 9,0
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,2	bleibt	2,5
entspricht FeO . .	0,2	bindet Na_2O . . .	3,5
bindet	0,1	Na_2CO_3	6,0
$FeCO_3$	0,3		
		K_2O vorhanden . .	1,5
CaO vorhanden . .	9,4	entspricht K	1,3
verbraucht	1,8	bindet Cl	1,1
bleibt	7,6	KCl	2,4
bindet CO_2	5,9		
$CaCO_3$	13,5	Cl vorhanden . . .	3,1
		verbraucht	1,1
MgO vorhanden . .	2,8	bleibt	2,0
bindet CO_2	3,0	bindet Na	1,3
$MgCO_3$	5,8	NaCl	3,3

Auch dieses Wasser ist sehr arm an mineralischen Stoffen, aber auch nicht überreich an organischen; es hält etwa die

Mitte zwischen dem Wasser der Moor- und der auf Sand ruhenden Seen. Unter den organischen Bestandteilen herrschen die Karbonate bei weitem vor, wobei auch auf Natriumkarbonat ein grösserer Prozentsatz fällt.

Der Schlamm.

Dieser ist von braunschwarzer Farbe und ohne Geruch nach Schwefelwasserstoff. Obgleich auch von weicher, schmieriger Konsistenz, ist er doch kompakter als die eben besprochenen Schlammarten und es lässt sich hier der in ihm enthaltene Sand deutlich durchfühlen. Die chemische Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 93,975%.

Im lufttrockenen Schlamm waren enthalten:

Wasser	16,070
Organische Substanzen	43,915
Mineralische „	40,015
	100,000

Von den anorganischen Bestandteilen waren in Salzsäure löslich:

Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,620	1,567 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	1,725	4,360 %
Calciumoxyd CaO . .	0,064	0,162 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,415	1,049 %
Phosphorsäure P_2O_5 .	0,080	0,202 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,396	1,000 %

Von Salzsäure wurden gelöst:

Kieselsäure SiO_2 . .	34,545	87,317 %
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,140	0,354 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	1,316	3,326 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,102	0,258 %
Calciumoxyd CaO . .	0,064	0,162 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,096	0.243 %
	39,563	100,000

Ausserdem geringe Mengen von Kalium und Natrium, sowie Spuren von Mangan.

Hier nimmt der anorganische Teil etwa die Hälfte des Schlammes ein und besteht fast ausschliesslich aus Sand und eisenarmem Ton. Dieser Schlamm ist somit ganz verschieden von dem der Moorseen und weist eine grosse Ähnlichkeit auf mit dem Schlamme der auf sterilem Sande ruhenden Seen: des Silber-, Seksche- und Wendsche-Sees.

Bei der mikroskopischen Analyse konnten wahrgenommen werden: Pollenkörner von Nadelhölzern und anderen Gewächsen, Bruchteile von Pflanzengeweben, Pflanzenhaare, Quarzkörner, Teile von Crustaceen besonders *Bosmina* und *Alona,* Algenfäden, *Pediastrum duplex Meyen* und von Diatomeen: *Navicula major Kütz., Navicula viridis Nitzsch* und *Navicula affinis Ehrenb.*

Der Juge-See (lett. Juge-ezers).

Bevor ich zur Beschreibung dieses Sees übergehe, will ich bemerken, dass sich hinsichtlich seines Namens in den mir zu Gesicht gekommenen Karten immer derselbe Fehler eingeschlichen hat. So finden wir ihn auf der lettischen Karte als Iņ-ezers, auf den deutschen Karten entweder als In- oder Inge-See bezeichnet, wobei die letztere Benennung die richtigere ist, weil sie das lettische Iņ so wiedergibt, wie es ausgesprochen wird, nämlich Inge oder richtiger Inje. Als ich auf meinen Exkursionen die Leute der nächsten Umgebung nach diesem See fragte, konnte mir keiner darüber Antwort geben, da ihnen ein solcher unbekannt war und sie fragten mich, ob ich nicht den Juge-See suche, der ganz in der Nähe liege. Wie dieser Fehler entstanden ist, lässt sich leicht erklären: das u ist als n gelesen und auf den Karten so vermerkt worden. Der Juge-See, wie ich ihn hier nennen will, liegt auf dem 57° 3′ 25″ n. Br. und dem 6° 5′ w. L. von Pulkowa oder dem 41° 54′ 25″ ö. L. von Ferro. Auch er ist von Wald umgeben und befindet sich gleichfalls am Wege, der von Bellenhof nach Aahof führt, und zwar linker Hand, auf der halben Strecke vom Lihne- zum Ottern-See. Obgleich vom Wege aus sichtbar, ist er von dort doch nicht zu erreichen, da er rings von Moor umgeben ist,

welches ein Herankommen an den See, selbst auf Umwegen, schwierig macht. Besonders mühevoll war das Herangelangen mit dem Boote, das ich zu diesem Zwecke auf einem Wagen mit mir führte. Dem Pferde war es nicht möglich, das nasse Hochmoor zu betreten; gleich bei den ersten Versuchen brach es ein. So blieb uns denn nichts anderes übrig, als das Boot über die mehrere hundert Schritt breite Fläche zu ziehen, was uns mit Anstrengung aller Kräfte und unter Zuhilfenahme der Ruder, die zur Verminderung der Reibung unter das Boot gelegt wurden, denn auch endlich gelang. Die Ufer des Sees werden von Hoch- und Schwingmoor gebildet, die ihn vom Lande aus mehr und mehr einengen und teils mit niedrigen Kiefern bestanden, teils baumlos sind. Einen Ufersaum gibt es hier nicht. Das Moor reicht bis dicht an die Wasserfläche, ist hier abschüssig, teils von Wasser ausgewaschen, teils unterspült, und überragt den Seespiegel um einige Fuss. Der See selbst ist von länglicher Form, erstreckt sich von Nord nach Süd, ist etwa 1 km lang und ½ km breit und nimmt einen Flächenraum von 654,000 qm ein. Der Boden ist nur zum Teil mit Schlamm bedeckt, an vielen Stellen konnte fester Grund wahrgenommen werden oder doch nur eine dünne Schicht Schlamm auf festem Grunde; dieser bestand jedenfalls aus Moor oder Sand, denn aus Gestein bestand er nicht. Als Maximaltiefe wurde 6,4 m konstatiert, doch handelt es sich hier, wie auch auf einer anderen Stelle, am Nordende des Sees, wo die Lotungen erst kaum 2, dann plötzlich 5 m aufwiesen, um einzelne Gruben, während sonst die Tiefe des Sees eine geringere ist. So beträgt die mittlere Tiefe für Profil a b — 114 cm; für Profil c d — 280 cm; für Profil e f — 240 cm; für Profil g h — 165 cm und für den ganzen See — 2 m. Daraus ergibt sich ein Volumen von 1 308 000 cbm. Diese Messungen wurden am 11. Juli 1904 angestellt. Zur selben Zeit wurde auch die Sichtbarkeitsgrenze bestimmt — die Secchische Scheibe verschwand bei 1,4 m. Hierbei ist zu bemerken, dass auch dieser See erfüllt war mit schwebenden Körpern, zum grossen Teil Pinuspollen, welche die Sichtbarkeit stark beeinträchtigten. Die Wasserfarbe entsprach der Nr. 18 der Forel-Üleschen Skala, war also gelb-

braun. Die Temperatur des Wassers, an demselben Tage gemessen, ergab für die Oberfläche 19° C., für 5 m Tiefe 18,5° C.; der Unterschied zwischen beiden Messungen ist demnach ein sehr geringer.

Zugleich wurde auch Wasser für die chemische Untersuchung genommen, dessen qualitative Analyse ein Fehlen von Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Salpeter- und salpetriger Säure anzeigte; Phosphorsäure konnte in unwägbaren Mengen nachgewiesen werden. Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	3,2
Schwefelsäure SO_3	3,2
Kohlensäure CO_2	9,7
Kieselsäure SiO_2	0,9
Kaliumoxyd K_2O	0,7
Natriumoxyd Na_2O	4,3
Calciumoxyd CaO	8,4
Magnesiumoxyd MgO	3,0
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,3
Tonerde Al_2O_3	1,2
	34,9

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	60,5
Glührückstand	33,7
Glühverlust	26,8
Zur Oxydation verbr. Sauerstoff	14,1
Gelöster Sauerstoff	7,22 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	1,12
Bleibende Härte „ „	0,98
Vorüberg. „ „ „	0,14

Wenn wir die Basen und Säuren verbinden und als Salze aufführen, so erhalten wir:

Calciumsulfat $CaSO_4$	5,4
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,4
Calciumcarbonat $CaCO_3$	11,0
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	6,2
Natriumcarbonat Na_2CO_3	3,4

Kaliumchlorid KCl	1,1
Natriumchlorid NaCl	4,4
Kieselsäure SiO_2	0,9
Tonerde Al_2O_3	1,2
	34,0

Bei der Bindung wurde in folgender Weise verfahren:

SO_3 vorhanden . . .	3,2	CO_2 vorhanden . .	9,7
bindet CaO	2,2	verbraucht . .	0,27
$CaSO_4$	5,4		4,8
			3,2 8,27
Fe_2O_3 vorhanden .	0,3	bleibt	1,43
entspricht FeO . .	0,27	bindet Na_2O . . .	2,01
bindet CO_2	0,16	Na_2CO_3	3,44
$FeCO_3$	0,43		
		K_2O vorhanden . .	0,7
CaO vorhanden . .	8,4	entspricht K	0,6
verbraucht	2,2	bindet Cl	0,5
bleibt	6,2	KCl	1,1
bindet CO_2	4,8		
$CaCO_3$	11,0	Cl vorhanden . . .	3,2
		verbraucht	0,5
MgO vorhanden . .	3,0	bleibt	2,7
bindet CO_2	3,2	bindet Na	1,7
$MgCO_3$	6,2	NaCl	4,4

Das Wasser des Juge-Sees ist demnach kaum als echtes Moorgewässer anzusehen. Von organischen Stoffen finden wir in ihm nicht viel grössere Mengen gelöst als z. B. in unseren grossen Seen, dem Stint- und Jägel-See und muss er wahrscheinlich auch von solchem Wasser gespeist werden, welches seinen Weg nicht erst durch Moore zurücklegen muss, sondern direkt dem Sande entquillt. An mineralischen Bestandteilen ist das Wasser sehr arm und fällt von ihnen der grösste Anteil auf die Karbonate.

Der Schlamm.

Dieser ist wiederum weich und zart und lassen sich Sandkörner nicht durchfühlen; seine Farbe ist braunschwarz, nach dem Trocknen heller werdend. Schwefelwasserstoff konnte

weder durch den Geruch noch chemisch nachgewiesen werden. Bei der Analyse wurde gefunden:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 94,435%.

Im lufttrockenen Schlamme waren enthalten:

Wasser	28,985
Organische Substanzen	59,305
Mineralische „	11,710
	100,000

Von den mineralischen Bestandteilen lösten sich in Salzsäure:

Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	4,865	41,946 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	1,160	10,002 %
Calciumoxyd CaO . .	1,323	11,407 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,320	2,760 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,622	5,363 %
Phosphorsäure P_2O_5 .	0,887	7,648 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2 . .	2,050	17,676 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,192	1,655 %
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,106	0,914 %
Calciumoxyd CaO . .	0,031	0,267 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,042	0,362 %
	11,598	100,000 %

Kalium und Natrium in geringen Mengen, sowie Spuren von Mangan.

Die Analyse zeigt auf den ersten Blick den Moorschlammtypus. Wenig Sand und Ton, dafür unverhältnismässig viel Eisenhydroxyd und Phosphorsäure, auch in grösserer Quantität Gips. Dieser Schlamm muss somit in eine Reihe gestellt werden mit dem Schlamme des grösseren Makke- und des Lihne-Sees. Sumpferz lagert sich auch hier in bedeutendem Masse ab.

Das mikroskopische Bild war folgendes: Gewebeteile von Pflanzen, sehr wenig Quarzkörner, Eisenoxydhydrat, Haare von *Nymphaea alba,* Stärkekörnchen, verkohlte Holzpartikelchen, Pollenkörner von *Pinus,* Bastfasern, Pflanzenhaare und Teile von Krustern, besonders *Bosmina.*

Der Lawer-See (lett. Lawer-eſars).

Weiter nördlich, etwa 3 km vom Meere und fast ebenso weit vom linken Ufer der livländischen Aa entfernt, liegt der kleine, ovale Lawer-See. Seiner geographischen Lage nach befindet er sich auf dem 57°7′ n. Br. und dem 6°3′40″ w. L. von Pulkowa oder 41°56′15″ ö. L. von Ferro. Er erstreckt sich von Norden nach Süden, ist etwa ¾ km lang, ½ km breit und nimmt einen Flächenraum von 200 000 □ m ein. Seine Ufer werden auf der Ostseite von Dünen gebildet, während die Westseite moorig ist; sie sind fast durchweg bewaldet, bis auf eine kleine Strecke am Südende des Sees, die von einer Wiese eingenommen wird. Der Boden wird von tiefem Schlamm bedeckt, auf dem sich einige Pflanzen, wie *Elodea canadensis,* die Characee *Nitella syncarpa* etc. angesiedelt haben; die Schilf- und Binsenvegetation bleibt auch hier nur auf die Uferzone beschränkt. Die Tiefe des Sees ist eine sehr geringe. Bei einem Maximum von 210 cm ist die mittlere Tiefe für Profil a b — 149 cm; für Profil c d — 159 cm; für Profil e f — 156 cm und für den ganzen See — 155 cm. Multiplizieren wir diese Zahl mit dem Flächeninhalt, so erhalten wir als Volumen des Sees = 310 000 cbm. Diese wie auch die folgenden Messungen und Beobachtungen beziehen sich auf den 5. August 1906. Die Secchische Scheibe kam nicht zur Verwendung, da der Grund ohnehin überall sichtbar war, so dass hier, infolge des flachen Wassers, eine Sichtbarkeitsgrenze nicht festgestellt werden konnte. Der Farbenton war ein grünlich-gelber, entsprechend der Nr. 17 der Forel-Uleschen Skala. Was die Temperatur des Wassers anbelangt, so glich diese fast vollständig der herrschenden Lufttemperatur; es wurde gefunden — Wassertemperatur 21°C., Lufttemperatur 21,5° C.

Das zur Untersuchung gelangte Wasser war am 5. August 1906 aus der Mitte des Sees geschöpft worden, war von neutraler Reaktion, kaum merklich gelber Farbe und zeitigte negative Resultate bei der Prüfung auf Schwefelwasserstoff, Ammoniak, freie Kohlensäure, Phosphorsäure, Salpeter- und

salpetrige Säure. Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	1,6
Schwefelsäure SO_3	1,9
Kohlensäure CO_2	13,1
Kieselsäure SiO_2	1,7
Kaliumoxyd K_2O	0,5
Natriumoxyd Na_2O	1,1
Calciumoxyd CaO	14,8
Magnesiumoxyd MgO	2,0
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,5
Tonerde AlO_3	0,4
	37,6

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	63,2
Glührückstand	38,2
Glühverlust	25,0
Zur Oxydation verbr. Sauerstoff	5,68
Gelöster Sauerstoff	7,12 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	1,43
Bleibende Härte „ „	1,43
Vorüberg. „ „ „	—

Oder als mutmassliche Salze:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,2
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,7
Calciumcarbonat $CaCO_3$	24,1
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	4,2
Natriumchlorid $NaCl$	2,0
Kaliumchlorid KCl	0,8
Kieselsäure SiO_2	1,7
Tonerde Al_2O_3	0,4
	37,1

Zu diesen Verbindungen gelangte ich durch folgende Zusammenstellung der Basen und Säuren:

SO_3 vorhanden	1,9	Fe_2O_3 vorhanden	0,5
bindet CaO	1,3	entspricht FeO	0,45
$CaSO_4$	3,2	bindet CO_2	0,27
		$FeCO_3$	0,72

CaO vorhanden . .	14,8	Na_2O vorhanden . .	1,1
verbraucht	1,3	entspricht Na . . .	0,8
bleibt	13,5	bindet Cl	1,2
bindet CO_2	10,6	NaCl	2,0
$CaCO_3$	24,1	Cl vorhanden . . .	1,6
MgO vorhanden . .	2,0	verbraucht.	1,2
bindet CO_2	2,2		0,4
$MgCO_3$	4,2	bindet K	0,4
		KCl	0,8

Wir haben es wiederum mit einem salzarmen Wasser zu tun. Das angrenzende Moor kommt auch hier nicht besonders zur Geltung, wie aus der Wasserprobe und aus dem, wenn auch hohen, so doch nicht übermässigen Gehalt an organischen Stoffen hervorgeht; der See muss also seinen Bedarf an Wasser zum grossen Teil von der Sandseite erhalten. Von den mineralischen Bestandteilen ist es der kohlensaure Kalk, dem die Hauptrolle zufällt, während Gips, Magnesiumcarbonat, Natrium- und Kaliumchlorid einen weit geringeren Prozentsatz bilden.

Der mikroskopische Befund des Wassers war folgender: Crustaceen, besonders *Bosmina*; das Rotator *Anurea cochlearis Gosse*; von den Rhizopoden *Hyalodiscus guttula Duj.;* einige Flagellaten und Amöben; verschiedenartige Algenfäden; von den Conjugaten *Staurastrum orbiculare Ralfs, Staurastrum gracile Ralfs* und *Arthrodesmus incus Hass.;* von den Chlorophyceen: *Pediastrum duplex Meyen* und schliesslich von den Diatomeen: *Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz.* und *Epithemia Zebra Kütz.;* ausserdem noch Quarz, Eisenoxydhydrat und verschiedenartige Pollenkörner.

Der Schlamm.

Der Schlamm vom Lawer-See stellt eine mässig weiche, schmierige Masse vor, ohne Geruch nach Schwefelwasserstoff. Seine Farbe ist im feuchten Zustande dunkel grau; getrocknet bildet er spröde, schwer zerreibliche Massen von hellgrauer Farbe. Die Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 95,6%.

Im lufttrockenen Schlamme waren enthalten:

Wasser	18,605
Organische Substanzen	49,780
Mineralische „	31,615
	100,000

Von den mineralischen Bestandteilen waren in Salzsäure löslich:

Eisenoxyd Fe_2O_3	1,101	3,627 %
Tonerde Al_2O_3	1,165	3,838 %
Calciumoxyd CaO. . . .	1,010	3,327 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,202	0,666 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,826	2,721 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,101	0,333 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	24,005	79,089 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,196	0,646 %
Tonerde Al_2O_3	1,529	5,038 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,122	0,402 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,058	0,191 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,037	0,122 %
	30,352	100,000 %

Ausserdem geringe Mengen von Kalium, Natrium und Spuren von Mangan.

Wie hieraus ersichtlich besteht der Schlamm des Lawer-Sees zu zwei Dritteln aus organischen und blos zu einem Drittel aus mineralischen Substanzen. Die letzteren setzen sich zum grossen Teil aus Sand und etwas eisenhaltigem Ton zusammen, während nur ein kleiner Bruchteil auf Gips und einige andere Bestandteile fällt. Der moorige Charakter ist hier ganz und gar nicht ausgeprägt.

Mikroskopisch konnten nachgewiesen werden: Quarz- und Pollenkörner, Glimmerschüppchen, Teile von Pflanzengeweben, Pflanzenhaare, Eisenoxydhydrat, Teilchen von Krustern, besonders *Bosmina,* verschiedene Algenfäden; von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.;* von den Conjugaten: *Staurastrum gracile Ralfs, Staurastrum dejectum Bréb., Staurastrum sub-*

cruciatum Cooke et Wills.; von den Schizophyceen: *Chroococcus turgidus Naeg.;* von den Chlorophyceen: *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh., Pediastrum duplex Meyen, Pediastrum tricornutum Borge, Pediastrum simplex Meyen, Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb., Scenedesmus bijugatus Kütz.* und von den Diatomeen: *Navicula viridis Nitzsch, Melosira varians Ag., Gomphonema constrictum Ehrenb., Cymbella (Cocconema) cistula Kirchn., Gomphonema olivaceum Lyngb., Nitzschia subtilis Grun., Melosira tenuis Kütz., Surirella elegans Ehrenb., Navicula radiosa Kütz., Navicula major Kütz., Epithemia turgida (Ehrenb.) Kütz.* und *Cymbella cuspidata Kütz.*

Der Dsirne-See (lett. Dsirn-eſars).

Wir gelangen jetzt zu einer neuen Reihe von Seen, gelegen auf dem rechten Ufer der livländischen Aa, fast parallel der Küste des Rigaer Meerbusens; sie gehören alle zum Gute Zarnikau. Beginnen wir mit dem westlichsten von ihnen, dem Dsirne-See. Seiner geographischen Lage nach befindet er sich zwischen der 57° 7′ 40″ bis 57° 8′ 35″ nördl. Breite und dem 5° 59′ 30″ bis 6° 1′ 45″ westl. Länge von Pulkowa oder 41° 58′ 15″ bis 42° 30″ östl. Länge von Ferro. Er ist von eigentümlicher Form und macht den Eindruck, als ob sich hier drei Seen miteinander verbunden hätten. Am Nordwestende steht er durch ein schmales kanalartiges Gewässer mit der livländischen Aa in Verbindung, hat jedoch sonst weder Zu- noch Abfluss. Auf der Silingschen Karte befindet sich noch ein zweites Verbindungsbächlein; dieses ist jedoch auf der mir zur Verfügung gestellten Kopie der Gutskarte nicht mehr verzeichnet, von mir auch nicht beobachtet worden. Der Flächeninhalt des Sees beträgt 1 730 000 □m, davon kommen auf die in ihm vorhandenen vier Inseln 52 000 □m, so dass die Wasserfläche einen Raum von 1 678 000 cbm einnimmt. Was die Ufer des Dsirne-Sees anbelangt, so sind sie durchweg sandig und zum grössten Teil mit Kiefern bestanden. Die Südbucht ist fast ringsum mit abschüssigen, bis 6 Meter hohen Dünenwällen umgeben, denen ein bald breiterer, bald schmälerer, sandiger, mit spärlichem Graswuchs bedeckter

Ufersaum vorgelagert ist. Die östliche Bucht hat einen teils grünen, teils aus nacktem Sande bestehenden Uferrand, welcher, ca. 20 Schritte breit, allmählig bis zu einem Meter ansteigt; an ihn schliesst sich ein etwa 4 bis 10 m hoher Dünengürtel, welcher die ganze Bucht umfasst. Gehen wir nun zu der von Wasser bedeckten Uferschicht, der sogenannten litoralen Zone über, so erblicken wir auf der Nordseite, bei der Mündung des Verbindungsflüsschens dichte Bestände von *Typha, Phragmites, Juncus, Equisetum, Butomus umbellatus* und auf der Wasserfläche schwimmend *Nuphar luteum,* während den trockeneren Ufersaum *Carex*-Arten besiedeln. Dieselbe Vegetation setzt sich weiter fort und umsäumt die ganze westliche Bucht. In der Ostbucht ist dagegen die litorale Zone von jeder Vegetation frei und reicht das klare Wasser überall bis an die Ufer; erst der nördliche Teil dieser Bucht weist wieder Schilf und die übrige Uferflora auf. Wie bereits bemerkt, erheben sich aus dem See vier kleine Inseln, auf denen sich zum Teil Birken und Kiefern angesiedelt haben und welche von einem weiten Schilfringe umgeben sind. Der Boden des Sees besteht durchweg aus Sand. Während er im ganzen nordwestlichen Teile, ebenso wie in der Mitte und der südlichen Hälfte der östlichen Bucht garnicht, oder doch nur spärlich mit Schlamm überzogen ist, finden wir letzteren schon in viel grösserer Mächtigkeit in der südlichen Bucht. Besonders verschlammt ist jedoch die Nordseite der östlichen Bucht. Eine hier vorgenommene Messung ergab eine Schlammtiefe von 3,5 m; auf dem Schlamme befinden sich Polster von Characeen und *Myriophyllum.* Die Tiefenmessungen wurden am 7. August 1906 ausgeführt und ergaben folgende Resultate: Maximaltiefe 475 cm; mittlere Tiefe für Profil a b — 291 cm; für c d — 180 cm; e f — 319 cm; g h — 348 cm; i k — 264 cm; somit ist die mittlere Tiefe für den ganzen See — 280 cm. Ziehen wir den Flächeninhalt in Betracht, so ergibt sich als Volumen des Dsirne-Sees ca. 4 700 000 cbm. Die Wasserfarbe konnte nach der Forel-Uleschen Skala zu 17 bestimmt werden. Eine an demselben Tage um 10 Uhr morgens vorgenommene Temperaturmessung ergab für die Oberfläche des Wassers 18° C. bei gleichzeitiger Lufttemperatur von 16° C.

In diesen und mehreren anderen Seen konnte die Sichtbarkeitsgrenze der Secchischen Scheibe leider nicht mehr bestimmt werden, weil diese sich in einem der vorher untersuchten Seen von der Schnur losgelöst hatte und unseren Blicken auf immer verschwand. Das zur Untersuchung gelangte Wasser stammte aus der südlichen Bucht, war von neutraler Reaktion und zeigte sich frei von Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Salpeter-, salpetriger Säure und freier Kohlensäure. Phosphorsäure konnte in ganz minimalen, unwägbaren Mengen nachgewiesen werden. Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	3,8
Schwefelsäure SO_3 . .	4,6
Kohlensäure CO_2 . . .	32,9
Kieselsäure SiO_2 . . .	0,6
Kaliumoxyd K_2O . .	1,1
Natriumoxyd Na_2O . .	2,7
Calciumoxyd CaO . .	31,8
Magnesiumoxyd MgO .	9,3
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,5
Tonerde Al_2O_3 . . .	2,0
	89,3

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	110,0
Glührückstand	87,6
Glühverlust	22,4
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	6,5
Gelöster Sauerstoff	6,0 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	4,37
Bleibende Härte „ „ . . .	3,97
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	0,4

Werden die Basen an die Säuren gebunden, so resultieren nachstehende Verbindungen:

Calciumsulfat $CaSO_4$.	7,8
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,7
Calciumcarbonat $CaCO_3$.	51,0
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$ . . .	19,5
Natriumchlorid NaCl	5,0

Kaliumchlorid KCl	1,7
Kieselsäure SiO_2	0,6
Tonerde Al_2O_3	2,0
	88,3

Zu diesen Salzen gelangte ich durch folgende Kombinationen:

SO_3 vorhanden . . .	4,6	MgO vorhanden . . .	9,3
bindet CaO	3,2	bindet CO_2	10,2
	$CaSO_4$ 7,8		$MgCO_3$ 19,5
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,5	Na_2O vorhanden . . .	2,7
entspricht FeO . . .	0,45	entspricht Na	2,0
bindet CO_2	0,27	bindet Cl	3,0
	$FeCO_3$ 0,72		NaCl 5,0
CaO vorhanden . . .	31,8	Cl vorhanden	3,8
verbraucht	3,2	verbraucht	3,0
bleibt	28,6	bleibt	0,8
bindet CO_2	22,4	bindet Na.	0,9
	$CaCO_3$ 51,0		KCl 1,7

Wenn wir in Betracht ziehen, dass der Dsirne-See mit der livländischen Aa in direkter Verbindung steht, so muss uns der verhältnismässig geringe Gehalt an festen Bestandteilen im See auffallen. Halten wir Umschau und ziehen wir in den Kreis unserer Betrachtungen die zu- und abflusslosen Seen der näheren Umgebung, dann bemerken wir, dass der Salzgehalt in ihnen ein noch viel geringerer ist und kaum irgendwo die Hälfte überschreitet, bei zweien sogar nur ein Achtel des Salzgehaltes vom Dsirne-See ausmacht. So lässt sich also doch ein gewisser Einfluss der livländischen Aa auf letzteren konstatieren; dass dieser nicht grösser ist, muss wohl der gleichen Höhe des Wasserspiegels in beiden Gewässern zugeschrieben werden. Dieser Umstand ermöglicht es dem Flusswasser nur bei Nordwind in den See zu dringen, also dann, wenn eine Stauung stattfindet, das Niveau des Flusses steigt und durch den Dsirne-See ausgeglichen wird.

Im Salzbestande des Sees herrschen wiederum die Karbonate vor, während dem Calciumsulfate und den Chloriden der Alkalien nur eine untergeordnete Rolle zuteil wird.

Die mikroskopische Untersuchung des Wassers ergab folgende Resultate: von den Krustern Verteter der Gattungen: *Bosmina* und *Alona;* von Chlorophyceen: *Pediastrum duplex Meyen;* von Diatomeen: *Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz., Amphora ovalis Kütz., Cocconeis Placentula Ehrenb., Epithemia Zebra Kütz.;* ausserdem Quarz, Stärkekörner, etwas Pflanzengewebe und recht viel Eisenhydroxyd.

Der Schlamm.

Dieser besitzt eine dunkelgraue Farbe, ist weich und hat keinen Geruch nach Schwefelwasserstoff aufzuweisen. Nach dem Trocknen an der Luft ging die Farbe in ein helleres Grau über und es machten sich einzelne Stückchen von Pflanzenresten und ca. 3 mm grosse Konchylien bemerkbar. Das Zerreiben der getrockneten Massen ging verhältnismässig leicht von statten, wobei ein knirschendes Geräusch die Anwesenheit von grobem Sand anzeigte. Bei der Untersuchung wurde gefunden:

Wasserverlust beim Trocken an der Luft 92,6%.

Im lufttrocknen Schlamm waren enthalten:

Wasser	6,358
Organische Substanzen	19,421
Mineralische „	74,221
	100,000

Von den mineralischen Substanzen wurden durch Salzsäure gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	3,100	4,188 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	6,343	8,565 %
Calciumoxyd CaO . .	11,312	15,276 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,084	0,113 %
Schwefelsäure SO_3 . .	1,592	2,150 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,076	0,103 %
Kohlensäure CO_2 . . .	5,822	7,860 %
Schwefelwasserstoff H_2S	0,210	0,283 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2 . .	40,850	55,158 %
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,393	0,531 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	3,897	5,261 %
Calciumoxyd CaO . .	0,202	0,273 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,146	0,197 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,031	0,042 %
	74,058	100,000 %

Ausserdem geringe Menge von Kalium, Natrium und Spuren von Mangan.

Wie aus der Analyse ersichtlich, besteht der Schlamm des Dsirne-Sees nur zu einem Viertel aus organischen Substanzen, im Gegensatz zu vielen der vorherbesprochenen Schlammarten, bei denen der anorganische Teil etwa den erwähnten Prozentsatz einnahm. Von den mineralischen Substanzen fällt wieder der Hauptanteil auf Sand und Ton, sowie auf kohlensauren Kalk, wenngleich letzterer nicht nur dem Boden selbst, sondern auch den im Schlamm eingebetteten Konchylien entstammt. Hier findet sich wiederum, wie beim Stint- und Jägel-See, Schwefelwasserstoff als Schwefeleisen vor und zwar entspricht die Menge des letzteren 0,733% aller mineralischen Bestandteile im lufttrockenen Schlamme; ist mithin recht bedeutend grösser, als bei den genannten Seen.

Das mikroskopische Bild war folgendes: Quarz, Glimmerschüppchen, verschiedenartige Algenfäden, Eisenhydroxyd, Pflanzengewebe; Kieselnadeln von *Ephydatia fluviatilis Aut.;* Teilchen von Crustaceen; von Rhizopoden *Hyalodiscus guttula Duj.;* von Konjugaten; *Staurastrum subcruciatum Cooke et Wills.;* von Diatomeen: *Cymbella (Cocconema) helvetica Kütz., Cocconeis Pediculus Ehrenb., Navicula pusilla W. Sm., Epithemia turgida Kütz., Navicula radiosa Kütz., Navicula Gastrum Ehrenb.* (Süsswasser, schwaches Brakwasser), *Amphora ovalis Kütz., Navicula viridis Nitzsch, Navicula major Kütz., Gomphonema constrictum Ehrenb., Navicula gregaria Donk.* (Küsten der Ost- und Nordsee) und *Nitzchia fasciculata Grun.* (Brakwasser, Hafen der Elbe bei Hamburg). Unter den Diatomeen finden wir wieder einige, die im Süss- und

Brakwasser vorkommen, und sogar die Schalen von einer, welche nur im Brakwasser und zwar an den Küsten der Ost- und Nordsee lebt. Ihr Vorkommen im Dsirne-See ist entweder darauf zurückzuführen, dass der jetzige Seeboden früher vom Meere bedeckt war, oder auf die Nähe der Aamündung und die direkte Verbindung des Dsirne-Sees mit der Aa.

Der Kadak-See (lett. Kadak-eſars).

Dieser ist der südlichste von der Seengruppe, welche auf dem rechten Ufer der livländischen Aa gelegen ist. Seiner geographischen Lage nach befindet er sich auf dem 57° 7′ n. Br. und dem 5° 58′ 10″ w. L. von Pulkowa oder dem 42° 1′ 40″ ö. L. von Ferro. Er erstreckt sich in der Richtung von Norden nach Süden und besteht aus einem grösseren nördlichen, und einem kleineren südlichen Teile, besitzt eine Länge von reichlich 1 km bei einer Breite von 0,5 km und einem Flächeninhalt, abzüglich der kleinen Insel, von 537,500 □m. Seine nächste Umgebung bildet sandiger Kiefernwald, der bis an das Wasser heranreicht. Die gleichfalls sandigen Ufer umschliessen den See ohne Ufersaum und sind nur von geringer Höhe. Was den Boden anbelangt, so ist dieser, mit Ausnahme einer schmalen sandigen Uferzone, von Schlamm bedeckt, und zwar in einer Mächtigkeit bis zu 4 Metern; zwei im südlichen Teile des Sees ausgeführte Messungen ergaben: auf der Ostseite der Insel — 375 cm, auf der Südseite 250 cm. Oberhalb des Schlammes befindet sich zumeist eine Pflanzendecke, gebildet aus *Elodea canadensis, Stratiotes aloides* und *Myriophyllum,* während die sandige litorale Zone von *Equisetum* und *Phragmites* besiedelt wird; die Mitte des Sees ist jeder Vegetation bar. Der See bildet ein geschlossenes Becken ohne einmündende noch auslaufende Bächlein, ist also nur auf Speisung durch Grundwasser und unterirdische Zuflüsse angewiesen. Die Farbe seines Wassers ist eine grünlich-gelbe und entsprach am 6. August 1906 den Nummern 15—16 der Forel-Uleschen Skala. Eine Messung der Sichtbarkeitsgrenze konnte hier unterlassen werden, da auch ohne Anwendung der Secchischen Scheibe

der Grund überall zu sehen war, was übrigens nicht viel bedeutet, da die grösste gemessene Tiefe blos 2,5 m aufwies. Die mittlere Tiefe für die einzelnen Profile war folgende: für a b — 174 cm; für c d — 204; für e f — 142 cm; für g h — 125 cm; daraus ergibt sich als mittlere Tiefe für den ganzen See — 161 cm und als Volumen des Sees erhalten wir unter Berücksichtigung des Flächeninhaltes ca. 865 500 cm. Die Temperatur des Wassers war wiederum der Lufttemperatur sehr nahekommend: für erstere wurde am 6. August 1906 19,5° C., für letztere 17° C. gefunden. Zu derselben Zeit wurde auch Wasser für die chemische Untersuchung geschöpft. In 20 cm hoher Schicht war es so klar und farblos, dass es von destilliertem Wasser nur wenig zu unterscheiden war. Freie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure konnte nicht nachgewiesen werden. Die quantitative Analyse ergab:

In einem Liter Wasser waren in Milligrammen enthalten:

Chlor Cl	1,7
Schwefelsäure SO_3	0,6
Kohlensäure CO_2	12,5
Kieselsäure SiO_2	0,4
Kaliumoxyd K_2O	0,8
Natriumoxyd Na_2O	0,9
Calciumoxyd CaO	12,8
Magnesiumoxyd MgO	2,4
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,3
Tonerde Al_2O_3	0,4
	32,8

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	54,6
Glührückstand	32,2
Glühverlust	22,4
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	4,6
Gelöster Sauerstoff	7,0 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	1,6
Bleibende Härte „ „	1,5
Vorübergeh. Härte „ „	0,1

Oder als mutmassliche Salze aufgeführt:

Calciumsulfat $CaSO_4$	1,0
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,4
Calciumcarbonat $CaCO_3$	22,1
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	5,0
Natriumchlorid NaCl	1,7
Kaliumchlorid KCl	1,4
Kieselsäure SiO_2	0,4
Tonerde Al_2O_3	0,4
	32,4

Die Vereinigung der Säuren und Basen geschah auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden	0,6	MgO vorhanden	2,4
bindet CaO	0,4	bindet CO_2	2,6
$CaSO_4$	1,0	$MgCO_3$	5,0
Fe_2O_3 vorhanden	0,3	Na_2O vorhanden	0,9
entspricht FeO	0,27	entspricht Na	0,7
bindet CO_2	0,16	bindet Cl	1,0
$FeCO_3$	0,43	NaCl	1,7
CaO vorhanden	12,8	Cl vorhanden	1,7
verbraucht	0,4	verbraucht	1,0
bleibt	12,4	bleibt	0,7
bindet CO_2	9,7	bindet K	0,7
$CaCO_3$	22,1	KCl	1,4

Wie hieraus ersichtlich ist das Wasser des Kadak-Sees arm an mineralischen, wie auch an organischen Stoffen. Von ersteren entfällt auf die Karbonate des Calciums und Magnesiums wiederum der Hauptanteil.

Die mikroskopische Untersuchung ergab folgenden Bestand: Quarz, Eisenoxydhydrat, Pollenkörner von Koniferen, Stärkekörner und Gewebeteile von Pflanzen; von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.;* von den Crustaceen: *Bosmina* und *Cyclops;* von den Chlorophyceen – *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.* und *Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.;* von den Diatomeen – *Navicula viridis Nitzsch.*

Der Schlamm.

Der Schlamm des Kadak-Sees ist im frischen Zustande von grauer Farbe, auffallend weich und krümelich und gibt schon durch das Gefühl zu erkennen, dass er zum grössten Teil aus organischen, humifizierten Substanzen besteht. Nach dem Trocknen an der Luft resultieren blättrige, spröde Massen von braunschwarzer Farbe, in denen sich schon mit unbewaffnetem Auge Pflanzenteile und kleine, längliche Samen erkennen lassen. Schwefelwasserstoff konnte in ihm nicht nachgewiesen werden. Die quantitative Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 97 %.

Der lufttrockne Schlamm enthielt:

Wasser	13,028
Organische Substanzen	77,770
Mineralische „	9,202
	100,000

Von den mineralischen Substanzen wurden in Salzsäure gelöst:

Eisenoxyd Fe_2O_3	0,207	2,257 %
Tonerde Al_2O_3	0,574	6,258 %
Calciumoxyd CaO . . .	1,154	12,582 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,115	1,254 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,574	6,258 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,008	0,087 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	5,956	64,940 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,138	1,504 %
Tonerde Al_2O_3	0,172	1,873 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,046	0,501 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,114	1,243 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,114	1,243 %
	9,172	100,000 %

Geringe Mengen von Kalium und Natrium; Mangan in Spuren. Somit besteht dieser Schlamm zu $^9/_{10}$ aus organischen und nur zu $^1/_{10}$ aus anorganischen Substanzen. Von letzteren

entfällt die grösste Menge wiederum auf Sand, weit geringer ist der Gehalt an Gips, Ton und Silikaten. Im Gegensatz zu dem aus Moorseen stammenden Schlamme, mit welchem er den grossen Gehalt an organischen Substanzen gemeinsam hat, enthält dieser nur sehr wenig Eisenoxyd; es findet also hier keine Ablagerung von Sumpferz statt.

Durch das Mikroskop konnten ermittelt werden: Quarz, Glimmerschüppchen, Pollenkörner von *Pinus* - Arten und anderen Gewächsen, Eisenhydroxyd, Pflanzengewebe und -haare, Bruchteile von Crustaceen, besonders von *Alona* und *Bosmina;* dann das Rhizopod - *Hyalodiscus guttula Duj.;* einige Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.;* von den Grünalgen — *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh., Pediastrum tricornutum Borge, Scenedesmus bijugatus (Turp.) Kg.* und *Pediastrum duplex Meyen;* von den Conjugaten — *Staurastrum subcruciatum Cooke et Wills.* und von den Diatomeen — *Navicula major Kütz.* und *Navicula viridis Nitzsch.*

Der kleine Uike-See (lett. Uik-efars).

Einige Kilometer nordöstlich vom Kadak-See befindet sich der kleine Uike-See, der seiner geographischen Lage nach auf dem 57° 7′ 45″ nördl. Breite und dem 5° 57′ westl. Länge von Pulkowa oder dem 42° 2′ 40″ östl. Länge von Ferro zu liegen kommt. Er ist von etwas gestreckter Form, etwa ¾ km lang, weniger als ½ km breit und hat einen Flächeninhalt von etwa 217 000 □m. Gleich den vorhergehenden Seen ruht auch er auf Sandboden und ist rings vom mittelhohem Kiefernwald umgeben, welcher ohne Ufersaum bis dicht an das Wasser herantritt; Zu- oder Abfluss besitzt er nicht. Das sandige Ufer zeigt eine Höhe von ca. 2 m, ist meist abschüssig und mit kargem Grase bedeckt. Während die Mitte des Sees keine Flora aufzuweisen hat, ist die litorale Zone spärlich mit *Phragmites* und *Scirpus palustris* bewachsen; auch diese bilden nur einen schmalen Rand um ihn, denn seine Ufer senken sich schnell bis zu einer Tiefe, bei welcher jede Ufervegetation zu gedeihen aufhört. Die Maximaltiefe des

Sees, gemessen am 6. August 1906 betrug 7 m 70 cm und die mittlere Tiefe des Profils a b — 4 m 26 cm, des Profils c d — 4 m 17 cm also die mittlere Tiefe für den ganzen See — 4 m 22 cm. Multiplizieren wir diese mit dem eingenommenen Areal, so erhalten wir als Volumen rund 920 000 cbm. Der Boden des Sees ist nur zur Mitte hin mit einer mässig dicken Schlammschicht überzogen, die Ufer bestehen dagegen aus reinem Sande. Das Wasser ist klar und sehr rein, dementsprechend auch die Durchsichtigkeit eine grössere, als bei den meisten der vorher besprochenen Seen. So verschwand die Secchische Scheibe den Blicken erst bei 4 m 75 cm (Bewölkung 4), wobei in der Beobachtungszeit das Resultat noch durch kleine Wellen ungünstig beeinflusst wurde. Auch in der Farbe des Sees machten sich die bräunlichgelben Töne, wie sie uns gewöhnlich begegneten, nicht bemerkbar, es herrschte vielmehr ein bläulichgrüner Ton vor, entsprechend den Nummern 9—10 der Forel-Uleschen Skala. Am 6. August 1906, als auch das Wasser zur Untersuchung genommen wurde, war die Temperatur an der Oberfläche des Sees 20° C. bei gleichzeitiger Lufttemperatur von 19° C. Bei den qualitativen Analyse zeigte sich ein vollständiges Fehlen von Ammoniak, Salpeter, salpetriger Säure, sowie Schwefelwasserstoff und freier Kohlensäure. Die quantitative Untersuchung ergab folgenden Bestand:

In 1 Liter Wasser waren in Milligrammen vorhanden:

Chlor Cl	1,6
Schwefelsäure SO_3	2,0
Kohlensäure CO_2	2,1
Kieselsäure SiO_2	0,4
Kaliumoxyd K_2O	0,5
Natriumoxyd Na_2O	1,1
Calciumoxyd CaO	3,0
Magnesiumoxyd MgO	0,6
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,7
Tonerde Al_2O_3	0,3
	12,3

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	23,5
Glührückstand	10,8

Glühverlust	12,7
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff.	4,5
Gelöster Sauerstoff	7,0 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade) . . .	0,7
Bleibende Härte „ „ . . .	0,43
Vorübergeh. Härte „ „ . . .	0,27

Werden die Säureanhydride mit den Metalloxyden zu Salzen vereinigt, so resultieren folgende Verbindungen:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,4
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,9
Calciumcarbonat $CaCO_3$	2,8
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	1,2
Natriumchlorid $NaCl$	2,0
Kaliumchlorid KCl	0,8
Kieselsäure SiO_2	0,4
Tonerde Al_2O_3	0,3
	11,8

Die Vereinigung geschah auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden . . .	2,0	MgO vorhanden . . .	0,6
bindet CaO	1,4	bindet CO_2	0,6
$CaSO_4$	3,4	$MgCO_3$	1,2
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,7	Na_2O vorhanden . . .	1,1
entspricht FeO . . .	0,6	entspricht Na	0,8
bindet CO_2	0,3	bindet Cl	1,2
$FeCO_3$	0,9	$NaCl$	2,0
CaO vorhanden . . .	3,0	Cl vorhanden	1,6
verbraucht	1,4	verbraucht	1,2
bleibt	1,6	bleibt	0,4
bindet CO_2	1,2	bindet K	0,4
$CaCO_3$	2,8	KCl	0,8

Dieses Wasser ist somit ganz besonders arm an mineralischen Stoffen. Durch den minimalen Gehalt an Kalk- und Magnesiasalzen sind die Salze der Alkalien mehr in den Vordergrund gerückt und nehmen hier einen bedeutend grösseren Prozentsatz ein, als es gewöhnlich der Fall ist; auch der Gehalt an organischen Stoffen ist hier ein sehr mässiger. Es

muss also auch der kleine Uike-See zum Typus der auf sterilem Sandboden ruhenden Seen gezählt werden.

Der mikroskopische Befund war folgender: Eisenoxydhydrat, Quarz, Pollenkörner von Koniferen, Pflanzengewebe; von Krustern: *Bosmina*; einige Anneliden und Amöben; von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.;* von den Chlorophyceen: *Pediastrum duplex Meyen;* von den Diatomeen: *Navicula viridis Nitzsch* und *Navicula radiosa Kütz.*

Der grosse Uike-See.

Weiter in nordöstlicher Richtung, gleichsam die Verlängerung der beiden letzthin beschriebenen Seen bildend, liegt der grosse Uike-See. Er befindet sich auf dem 57° 8′ 25″ nördl. Breite und dem 5° 56′ 20″ westl. Länge von Pulkowa oder dem 42° 3′ 20″ östl. Länge von Ferro. Auf unseren Spezialkarten ist nur auf dem Westufer des Sees ein Bächlein verzeichnet, welches ihn mit dem Duhnje-Lilast-See verbindet; in Wirklichkeit gibt es jedoch noch ein Bächlein, das von Osten kommend, sich beim Ohsoling-Gesinde in ihn ergiesst und, nach seiner braunen Farbe zu urteilen, einen Abfluss der dortigen Moore bildet. In der Form ist er dem kleinen Uike-See sehr ähnlich, übertrifft ihn auch in der Grösse nur um ein geringes; das von ihm eingenommene Areal ist 248 000 □ m. Mitten im Dünenwalde gelegen, bestehen auch seine Ufer durchweg aus Sand mit spärlicher Vegetation; ein schmaler grüner Saum trennt sie von der Wasserfläche. Wiederum treten Schilf und Binsen nur in der litoralen Zone auf, während die Mittelpartien des Sees vollkommen unverwachsen sind. Die Schlammverhältnisse gleichen denen des kleinen Uike-Sees, nicht so die Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers. Hier besitzt es einen deutlich gelbbraunen Farbenton, entsprechend der Nr. 19 der Forel-Uleschen Skala. Auch die Durchsichtigkeit des Wassers ist bei diesem See eine geringere und konnte die Secchische Scheibe nur noch bis zu 3 Metern Tiefe gesehen werden. Was die Temperatur des Wassers anbelangt, so glich sie fast vollkommen der Lufttemperatur. Eine am 6. August 1906 vorgenommene Messung

ergab für das Oberflächenwasser 19,5° C. bei gleichzeitiger Lufttemperatur von 18,5° C. Bei den Lotungen wurden folgende Tiefen konstatiert: Maximaltiefe 5 m; mittlere Tiefe für Profil a b — 319 cm, für Profil c d — 295 cm. Hieraus ergibt sich als mittlere Tiefe für den ganzen See — 307 cm und als Volumen des Sees, unter Berücksichtigung seines Flächeninhaltes ca. 760 000 cbm. Die chemische Untersuchung des am 6. August 1906 dem See entnommenen Wassers ergab ein vollständiges Fehlen von Ammoniak, Salpeter-, salpetriger Säure und Schwefelwasserstoff, sowie freier Kohlensäure. Gefunden wurde in Litermilligrammen:

Chlor Cl	1,6
Kohlensäure CO_3	30,5
Kieselsäure SiO_2	0,5
Kaliumoxyd K_2O	0,8
Natriumoxyd Na_2O	0,7
Calciumoxyd CaO	30,3
Magnesiumoxyd MgO	6,1
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,3
Tonerde Al_2O_3	0,7
	71,5

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	102,4
Glührückstand	70,8
Glühverlust	31,6
Zur Oxydation verbr. Sauerstoff	12,7
Gelöster Sauerstoff	5,35 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	3,8
Bleibende Härte „ „	3,6
Vorüberg. „ „ „	0,2

oder in Form von Salzen:

Eisencarbonat $FeCO_3$	0,4
Calciumcarbonat $CaCO_3$	54,1
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	12,7
Natriumchlorid $NaCl$	1,4
Kaliumchlorid KCl	1,4
Kieselsäure SiO_2	0,5
Tonerde Al_2O_3	0,7
	71,2

Zu diesen Verbindungen gelangte ich durch folgende Kombinationen:

Fe_2O_3 vorhanden .	0,3	Na_2O vorhanden . .	0,7
entspricht FeO . .	0,27	entspricht Na . . .	0,5
bindet CO_2	0,16	bindet Cl	0,9
	0,43	NaCl	1,4
CaO vorhanden . .	30,3	Cl vorhanden . . .	1,6
bindet CO_2	23,8	verbraucht	0,9
$CaCO_3$	54,1	bleibt	0,7
MgO vorhanden . .	6,1	bindet K	0,7
bindet CO_2	6,6	KCl	1,4
$MgCO_3$	12,7		

Hier haben wir ein ganz anderes Wasser vor uns. Obgleich räumlich kaum vom kleinen Uike-See getrennt und einen ähnlichen Sandboden als Bett und Ufer besitzend, ist doch in diesem Wasser der Gehalt an mineralischen Bestandteilen 7mal, an organischen 3mal grösser, als bei ersterem. Dieses ist nur auf die Wirkung des kleinen Bächleins zurückzuführen, dessen Wasser augenscheinlich durch kalkreicheren Boden fliesst und dem grossen Uike-See mit seinem Wasser auch den grösseren Salzgehalt zuführt. Besonders hervorzuheben ist hier das vollständige Fehlen von schwefelsauren Salzen, die nicht einmal in Spuren angetroffen werden konnten.

Das Mikroskop zeigte folgendes Bild: Quarz, Eisenoxydhydrat, Stärke- und Pollenkörner; von den Crustaceen: Vertreter der Gattung *Bosmina;* einige Amöben; von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.;* einige Algenfäden; von den Diatomeen: *Navicula viridis Nitzsch* und *Navicula major Kütz., Fragilaria crotonensis Kitt., Pleurosigma elongatum W. Sm.* (Süss- und Brakwasser), *Stigonema ocellatum (Dillw.) Thuret., Tabellaria ?, Navicula amphisbaena Bory, Epithemia Zebra Kütz.* und besonders viel *Asterionella gracillima Hantzsch.*

Der Duhnje-Lilast-See.

Nun gelangen wir zum grössten See dieser Gruppe, der in seinem nördlichen Teile Lilast (lett. Lihlaſt), in seinem südlichen — Duhnje-See (lett. Duhņ-eſars) heisst. Er befindet sich zwischen dem 57° 8′ — 57° 11′ 25″ n. B. und dem 5° 57′ 20″ — 5° 58′ 50″ w. L. von Pulkowa oder dem 42° 50′ — 42° 2′ 20″ ö. L. von Ferro. Seine Länge beträgt ca. 6 km, während seine Breite sehr verschieden ist: im südlichen Teile ½—1¼ km, im nördlichen 1¾ km; beide Teile werden durch einen schmalen Kanal von 1 km Länge und kaum mehr als hundert Meter Breite verbunden. Sein Flächeninhalt ist 5 942 000 □m, davon kommt auf das Inselchen 3400 □m. Von Osten erhält er drei Zuflüsse: mehr zur Mitte hin ergiesst sich in ihn der Pusk-Bach (lett. Puskupe), etwas südlicher ein kurzes Bächlein, dass ihn mit dem grossen Uike-See verbindet und am Nordende der Schwarze Bach (lett. Melupe), dessen Namen schon auf die dunkele Farbe und somit auf die moorige Beschaffenheit seines Wassers hinweist. Ausser diesen Zuflüssen, besitzt er am Nordwestende auch einen kurzen Abfluss, welcher ihn mit dem Meere verbindet. Die Ufer werden zum grössten Teil von steil abfallenden Dünenzügen grbildet, die auf dem Südende und in der Mitte eine Höhe bis zu 4 m, am Nordende eine solche bis zu 15 m erreichen und hier wie dort bewaldet sind. Der See ist nur an seinen Ufern mit Schilf, Binsen und anderer Ufervegetation bestanden, bildet in der Mitte jedoch überall eine freie Wasserfläche. Nicht weit vom Einflusse des Pusk-Baches, in seiner Verlängerung, und wahrscheinlich auch ihm seine Entstehung verdankend, erhebt sich aus dem See ein kleines, mit Linden und Nadelhölzern dicht bewachsenes Inselchen. Mit Ausnahme der Uferzone ist der ganze Boden des Sees mit einer weichen, graubraunen Schlammschicht überdeckt, die auch im frischen Zustande keinen Geruch nach Schwefelwasserstoff erkennen liess. Die Tiefen des Sees sind am 6. August 1906 durch zahlreiche Lotungen festgestellt worden und ergaben ein Maximum von 640 cm, während für die einzelnen Profile folgende mittlere Tiefen berechnet wurden: für a b — 324 cm; für c d — 329 cm; für e f — 389 cm; für

g h — 326 cm; für i k — 309 cm; für l m — 370 cm; und daraus die mittlere Tiefe für den ganzen See — 341 cm. Multiplizieren wir diese Ziffer mit dem erhaltenen Flächeninhalt, abzüglich der Insel, so erhalten wir als Volumen des Sees — 20 350 000 cbm. Das Wasser des Duhnje-Lilast-Sees besitzt einen bräunlichgrünen Farbenton, gleichkommend der Nr. 18 der Forel-Uleschen Skala. Seine Durchsichtigkeit zu messen war ich infolge des Verlustes der Secchischen Scheibe nicht mehr in der Lage und konnte sie nur schätzen. Doch diese Schätzung unterliess ich, denn im Wasser schwebten eine Menge organischer Körper, welche auf die Durchsichtigkeit sehr nachteilig einwirkten und eine jede Schätzung falsch ausgefallen sein würde. Temperaturmessungen ergaben für das Wasser am 6. August 1906 — 19,5° C. bei gleichzeitiger Lufttemperatur von 16° C. (1/26 Uhr nachmittags). Zur selben Zeit wurde auch Wasser für die Untersuchung genommen. Dieses geschah in der Mitte des Sees, kurz vor Beginn des kanalartigen Stückes. Bei der Prüfung konnte ein vollständiges Fehlen von Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure, Salpeter- und salpetriger Säure festgestellt werden. Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	2,0
Schwefelsäure SO_3 . .	1,3
Kohlensäure CO_2 . . .	32,1
Kieselsäure SiO_2 . . .	0,3
Kaliumoxyd K_2O . . .	1,8
Natriumoxyd Na_2O . .	0,5
Calciumoxyd CaO . . .	32,4
Magnesiumoxyd MgO .	6,5
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,4
Tonerde Al_2O_3	1,6
	78,9

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	112,0
Glührückstand	77,8
Glühverlust	34,2
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff .	10,0
Gelöster Sauerstoff	5,7 ccm

Gesamthärte (deutsche Grade)	4,0
Bleibende Härte „ „	3,9
Vorübergeh. Härte „ „	0,1

Oder verbunden als mutmassliche Salze:

Calciumsulfat $CaSO_4$ . . .	2,2
Eisencarbonat $FeCO_3$ . . .	0,6
Calciumcarbonat $CaCO_3$ . .	56,2
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$.	13,6
Natriumchlorid $NaCl$ . . .	1,0
Kaliumchlorid KCl	2,9
Kieselsäure SiO_2	0,3
Tonerde Al_2O_3	1,6
	78,4

Die Verbindung geschah auf folgende Weise:

SO_3 vorhanden . . .	1,3	MgO vorhanden . . .	6,5
bindet CaO	0,9	bindet CO_2	7,1
	$CaSO_4$ 2,2		$MgCO_3$ 13,6
Fe_2O_3 vorhanden . .	0,4	Na_2O vorhanden . . .	0,5
entspricht FeO . . .	0,36	entspricht Na	0,4
bindet CO_2	0,21	bindet Cl	0,6
	$FeCO_3$ 0,57		$NaCl$ 1,0
CaO vorhanden . . .	32,4	Cl vorhanden	2,0
verbraucht	0,9	verbraucht	0,6
bleibt	31,5	bleibt	1,4
bindet CO_2	24,7	bindet K	1,5
	$CaCO_3$ 56,2		KCl 2,9

Bei diesem Wasser macht sich gleichfalls das Zuströmen von salzreicherem Wasser aus den einmündenden Flüsschen bemerkbar, die jedoch zugleich auch eine reichliche Menge organischer Bestandteile mit sich führen und dem See einverleiben. Nichtsdestoweniger muss das Wasser doch noch als recht weich bezeichnet werden, obgleich die mineralischen Bestandteile fast ausschliesslich aus Kalk- und Magnesiasalzen bestehen, welche die Härte bedingen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung erhielt ich folgendes Bild: Quarz, Pollenkörner, Eisenoxydhydrat; von Krebs-

tieren: Vertreter der Gattungen *Cyclops*, *Bosmina* und der Familie der Lynceiden; von den Rhizopoden; *Hyalodiscus guttula Duj.*; verschiedenartige Algenfäden; von den Chlorophyceen: *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.*, *Pediastrum duplex Meyen*, *Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.* und *Pediastrum simplex Meyen;* von den Conjugaten: *Staurastrum orbiculare Ralfs;* von den Diatomeen: *Melosira varians Ag.*, *Cyclotella Kützingiana Thw.*, *Pleurosigma elongatum W. Sm.* (Süss- und Brakwasser), *Melosira granulata Ehrenb.*, *Surirella biseriata Bréb.*, *Fragilaria crotonensis Kitt.*, *Cymatopleura solea Bréb.* und *Cyclotella stratiata Kütz.* — Wie hieraus ersichtlich bestanden die in Wasser schwebenden Körper hauptsächlich aus Algen, Crustaceen und Protozoen, wobei die ersteren in vorherrschender Anzahl auftraten.

Der Schlamm.

Der zur Untersuchung gelangte Schlamm, zusammen mit dem Wasser an bereits beschriebener Stelle dem See entnommen, war von sehr weicher, schmieriger Konsistenz und ohne Geruch nach Schwefelwasserstoff. Die Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 93,7%.

Im lufttrockenen Schlamme waren enthalten:

Wasser	19,094
Organische Substanzen	24,839
Mineralische „	56,067
	100,000

Von den mineralischen Substanzen lösten sich in Salzsäure:

Eisenoxyd Fe_2O_3	6,929	12,728 %
Tonerde Al_2O_3	1,695	3,114 %
Calciumoxyd CaO . . .	0,565	1,038 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,074	0,136 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,798	1,466 %
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0,160	0,294 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	41,777	76,740 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,622	1,143 %
Tonerde Al_2O_3	1,623	2,981 %

Calciumoxyd CaO . . .	0,147	0,270 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,020	0,037 %
Schwefelsäure SO_3 . . .	0,029	0,053 %
	54,439	100,000 %

Geringe Mengen von Kalium, Natrium und Spuren von Mangan.

Dieser Schlamm besteht also zur grösseren Hälfte aus mineralischen Bestandteilen; von ihnen sind es wiederum Sand und Ton, die den grössten Anteil an seiner Zusammensetzung nehmen, während der Gips nur eine untergeordnete Rolle spielt. Ausser diesen Substanzen finden wir jedoch auch Eisenoxyd in recht bedeutender Menge, wie wir solches schon bei mehreren grösseren Seen zu beobachten Gelegenheit hatten. Bildet auch hier das Eisenoxyd nicht, wie bei den Moorseen, den Hauptbestandteil, so lehrt uns dieser Umstand doch, dass auch in den grösseren Seen eine Ablagerung von Sumpfeisenerz vor sich geht, wenn auch in beschränkterem Masse, als bei den Moorseen.

Mikroskopisch konnten festgestellt werden: Quarz, Stärke, Gewebeteile von Pflanzen, Pollenkörner, Teile von Crustaceen, besonders der Gattung *Bosmina*; das Rhizopod: *Hyalodiscus guttula Duj.*, von den Chlorophyceen: *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh., Pediastrum duplex Meyen* und *Pediastrum angulosum var. araneosum Racib.;* von den Diatomeen: *Melosira varians Ag., Melosira granulata Ehrenb., Navicula viridis Nitzsch, Navicula major Kütz., Surirella biseriata Bréb., Amphora ovalis Kütz., Gomphonema acuminatum Ehrenb., Pleurosigma elongatum W. Sm.* (Süss- und Brakwasser), *Cocconeis Placentula Ehrenb., Amphora (Halamphora) coffaeiformis Agardh, Cyclotella stratiata Kütz.* und *Nitzschia angustata W. Sm.*

Der Serge-See (lett. Serges-eſars).

An den Dsirne-See reiht sich in nördlicher Richtung der bedeutend kleinere Serge-See. Er befindet sich auf dem 59° 9′ 25″ n. Br. und dem 6° 45″ w. L. von Pulkowa oder dem

41° 59′ 15″ ö. L. von Ferro und ist nur von geringer Grösse. So beträgt seine Länge etwa 1¼, seine Breite kaum ½ km und sein Flächeninhalt ca. 268 000 □ m. Auch dieser See liegt mitten im Kiefernwalde, ist stark mit Schilf und anderen Wasserpflanzen verwachsen, deren Bestände sich bis tief in den See hineinziehen und von wilden Enten in grossen Scharen bevölkert werden. Obgleich seine ganze weitere Umgebung aus reinem Dünensande besteht, werden seine Ufer doch von Schwingmoor gebildet. Dadurch ist es äusserst beschwerlich, an vielen Stellen sogar ganz unmöglich mit einem Boot an ihn heran zu gelangen, was ich deshalb auch unterlassen musste. Wie schon vom Ufer aus zu bemerken war, ist der See stark verschlammt und flach, was mir auch von dem dortigen Buschwächter bestätigt wurde, der eine Tiefe von 1½—2 m angab. Die Farbe des Wassers war ein tiefes Gelbbraun, nach der Forel-Uleschen Skala der Nr. 20 entsprechend. Bei einer Lufttemperatur von 20° C. war die Temperatur des Wassers 19° C., also ihr sehr nahe kommend. Diese Angaben beziehen sich auf den 7. August 1906. Gleichzeitig wurde Wasser und Schlamm zur Untersuchung genommen, dieses Mal jedoch, den Umständen gemäss, nicht aus der Mitte, sondern in der Nähe des Ufers. Das Wasser erwies sich als frei von Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Salpeter-, salpetriger Säure und freier Kohlensäure, während Phosphorsäure in Spuren nachgewiesen werden konnte. Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	1,6
Schwefelsäure SO_3	1,9
Kohlensäure CO_2	13,1
Kieselsäure SiO_2	1,7
Kaliumoxyd K_2O	0,5
Natriumoxyd Na_2O	1,1
Calciumoxyd CaO	14,8
Magnesiumoxyd MgO	2,0
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,5
Tonerde Al_2O_3	0,4
	37,6

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	82,0
Glührückstand	37,0
Glühverlust	45,0
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	10,0
Gelöster Sauerstoff	7,6 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	2,5
Bleibende Härte „ „	2,3
Vorübergeh. Härte „ „	0,2

Werden die Metalloxyde mit den Säureanhydriden zu Salzen verbunden, so erhalten wir:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,2
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,7
Calciumcarbonat $CaCO_3$	24,1
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	4,2
Natriumchlorid $NaCl$	2,0
Kaliumchlorid KCl	0,8
Kieselsäure SiO_2	1,7
Tonerde Al_2O_3	0,4
	37,1

Die Verbindung geschah in folgender Weise:

SO_3 vorhanden	1,9	MgO vorhanden	2,0
bindet CaO	1,3	bindet CO_2	2,2
$CaSO_4$	3,2	$MgCO_3$	4,2
Fe_2O_3 vorhanden	0,5	Na_2O vorhanden	1,1
entspricht FeO	0,45	entspricht Na	0,8
bindet CO_2	0,27	bindet Cl	1,2
$FeCO_3$	0,72	NaCl	2,0
CaO vorhanden	14,8	Cl vorhanden	1,6
verbraucht	1,3	verbraucht	1,2
bleibt	13,5	bleibt	0,4
bindet CO_2	10,6	bindet K	0,4
$CaCO_3$	24,1	KCl	0,8

Demnach ist dieses Wasser reich an organischen, aber nur arm an mineralischen Bestandteilen; von letzteren sind es wiederum die Karbonate des Calciums und Magnesiums, welche die noch vorhandenen Sulfate und Chloride an Quantität weit übertreffen.

Die mikroskopische Analyse zeitigte folgende Resultate: Quarz, Eisenoxydhydrat, Pollenkörner von Koniferen, Pflanzengewebe, Crustaceen der Gattung *Cyclops;* einige Nematoden, Rotatorien und Amöben; dann von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.* und *Euglypha alveolata Duj.;* verschiedene Algenfäden in geringer Anzahl; von den Chlorophyceen: *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.* und *Scenedesmus bijugatus (Turp.) Kg.;* von den Diatomeen: *Navicula viridis Nitzsch, Navicula major Kütz., Cymatopleura solea Bréb., Cocconeis Placentula Ehrenb.* (Süss- und Brakwasser), *Navicula affinis Ehrenb.* und *Fragilaria rhabdosoma Ehrenb.*

Der Schlamm.

Er ist von graubrauner Farbe, fühlt sich ganz besonders zart und weich an, so dass sich schon nach dem Gefühl ein hoher Gehalt an organischen Substanzen voraussetzen lässt; makroskopisch liessen sich in ihm ca. 1 mm grosse Muscheln sowie Pflanzenteile erkennen. Nach dem Trocknen an der Luft bildete er blättrige, sehr schwer zerreibliche, spröde Massen. Schwefelwasserstoff war nicht wahrnehmbar, weder durch den Geruch noch chemisch. Die Analyse ergab nachstehende Resultate:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 95%.

Im lufttrockenen Schlamme waren enthalten:

Wasser	15,378
Organische Substanzen	65,654
Mineralische „	18,968
	100,000

Von den mineralischen Substanzen lösten sich in Salzsäure:

Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,595	3,242 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,569	3,100 %
Calciumoxyd CaO . .	1,502	8,183 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,129	0,693 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,432	2,354 %
Phosphorsäure P_2O_5 .	0,198	1,079 %

Von Salzsäure blieben ungelöst:

Kieselsäure SiO_2 . .	14,529	79,164 %
Eisenoxyd Fe_2O_3 . .	0,057	0,311 %
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,201	1,095 %
Calciumoxyd CaO . .	0,057	0,311 %
Magnesiumoxyd MgO .	0,063	0,343 %
Schwefelsäure SO_3 . .	0,023	0,125 %
	18,355	100,000 %

Spuren von Mangan und geringe Mengen von Kalium und Natrium.

Obgleich der Serge-See von Schwingmoor fast vollständig umgeben ist, so hat der Schlamm doch ganz und gar keinen moorigen Charakter. Dieser würde sich vor allem im grossen Eisenoxydgehalt kundgeben, welcher hier jedoch eine ganz untergeordnete Rolle spielt, dagegen bilden Sande und kalkhaltige Tone seine Hauptbestandteile; demzufolge muss das Schwingmoor hier wohl anderer Natur sein, als beim Makke- oder Lihne-See.

Der mikroskopische Befund war folgender: Wiederum Quarz, Glimmer, Eisenoxydhydrat, Gewebeteile von Pflanzen und Teile von Krustern, Algenfäden und Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.;* ausserdem von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.;* von den Chlorophyceen: *Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh., Pediastrum angulosum var. araneosum Racib.* und *Pediastrum Boryanum var. divergens Lemm.;* von den Diatomeen: *Cymbella helvetica Kütz., Navicula viridis Nitzsch,* und *Navicula major Kütz., Epithemia turgida Kütz.* und *Stauroneis Phoenicenteron Ehrenb.*

Der Ume-See (lett. Umes-ezars).

Wir gelangen nun zum nächsten kleinen Waldsee obigen Namens, der etwa 1 km vom Serge-See entfernt ist und gleichsam die Fortsetzung desselben in nordöstlicher Richtung bildet. Er befindet sich auf dem 57° 10′ 10″ n. B. und dem 5° 59′ 30″ w. L. von Pulkowa oder dem 42° ö. L. von Ferro. Seine Form ist fast quadratisch, sein Durchmesser ca. 0,5 km

und das von ihm eingenommene Areal = 278 000 □m. Er besitzt weder Inseln noch oberirdischen Zu- oder Abfluss, ist rings von Dünenwald umgeben, der dicht an ihn herantritt und hier das 1—5 m hohe, abschüssige Ufer bildet. Auf dem Grunde des Sees, mit Ausnahme der litoralen Zone, die aus Sand besteht, befindet sich verhältnismässig wenig Schlamm; dieser ist von schwarzer Farbe, recht zähe und fest. Die gewöhnliche Ufervegetation, wie Schilf, Binsen, Kalmus u. s. w. war auf dem See nicht anzutreffen, ebenso vermisste ich die schönen und zarten Blüten der Wasserrose, oder wenigstens deren Blätter. Bei den am 7. August 1906 ausgeführten Tiefenmessungen wurde ein Maximum von 8 m gefunden, während die mittleren Tiefen der einzelnen Profile folgende waren: für a b — 456 cm, für c d — 473 cm, für e f — 508 cm; für den ganzen See ist somit die mittlere Tiefe — 479 cm und daraus das Volumen ca. 1 332 000 cbm. Die Durchsichtigkeitsgrenze konnte auch hier, aus schon angeführten Gründen, nicht gemessen werden. Ich schätze sie jedoch auf 5—6 m, denn bis zu einer solchen Tiefe war der helle Sand des Bodens, an Stellen, wo er nicht mit Schlamm bedeckt war, noch recht gut sichtbar. Das Wasser war sehr klar und rein und entsprach der Nr. 7 der Forel-Uleschen Skala. Seine Temperatur betrug am 7. August 1906, am Tage der Wasserentnahme zwecks chemischer Untersuchung, 19° C. bei 19,5° C. Lufttemperatur. Bei der Prüfung erwies sich das Wasser vollkommen frei von Ammoniak, Salpeter-, salpetriger Säure, sowie Phosphorsäure und Schwefelwasserstoff. Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	2,3
Schwefelsäure SO_3 . .	2,0
Kohlensäure CO_2 . . .	1,0
Kieselsäure SiO_2 . . .	0,4
Kaliumoxyd K_2O . .	0,6
Natriumoxyd Na_2O . .	1,6
Calciumoxyd CaO . .	2,2
Magnesiumoxyd MgO .	0,3
Eisenoxyd Fe_2O_3 . . .	0,2
Tonerde Al_2O_3 . . .	0,2
	10,8

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	17,1
Glührückstand	10,4
Glühverlust	6,7
Zur Oxydation verbrauchter Sauerstoff	4,24
Gelöster Sauerstoff	6,3 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	0,4
Bleibende Härte „ „	0,3
Vorübergeh. Härte „ „	0,1

Oder kombiniert als Salze:

Calciumsulfat $CaSO_4$	3,4
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,3
Calciumcarbonat $CaCO_3$	1,4
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	0,6
Natriumchlorid $NaCl$	3,0
Kaliumchlorid KCl	1,0
Tonerde Al_2O_3	0,2
Kieselsäure SiO_2	0,4
	10,3

Die Bindung der Säuren und Basen geschah in folgender Weise:

SO_3 vorhanden	2,0	MgO vorhanden	0,3
bindet CaO	1,4	bindet CO_2	0,3
$CaSO_4$	3,4	$MgCO_3$	0,6
Fe_2O_3 vorhanden	0,2	Na_2O vorhanden	1,6
entspricht FeO	0,18	entspricht Na	1,2
bindet CO_2	0,11	bindet Cl	1,8
	0,29	NaCl	3,0
CaO vorhanden	2,2	Cl vorhanden	2,3
verbraucht	1,4	verbraucht	1,8
bleibt	0,8	bleibt	0,5
bindet CO_2	0,6	bindet K	0,5
$CaCO_3$	1,4	KCl	1,0

Rings von sterilem, vollkommen ausgewaschenem Dünensande umgeben, nur auf atmosphärische Niederschläge und das Grundwasser angewiesen, ist das Wasser des Ume-Sees

so arm an mineralischen Bestandteilen, wie es wohl kaum ärmer in der Natur angetroffen wird. Gleich dem Wasser einiger vorherbesprochener, zuflussloser, kleiner, auf sterilem Sande ruhender Seen, setzt sich auch dieses hier etwa zu gleichen Teilen aus den Salzen der Alkalien und alkalischen Erden zusammen, im Gegensatz zur langen Reihe der übrigen Seen, bei denen die Salze der alkalischen Erden vorherrschend sind.

Das Mikroskop zeigte folgendes Bild: Quarz- und Pollenkörner; Crustaceen, besonders aus der Gattung *Bosmina;* Gewebeteile; Algenfäden; einige Amöben; von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.;* etwas Eisenoxydhydrat. Im grossen Ganzen war das Wasser sehr arm an schwebenden Körpern und ist es auffallend, dass ich gar keine Diatomeen angetroffen habe, die sonst unsere Seen in reichem Masse besiedeln.

Der Lange See (lett. Garais eſars).

Nunmehr gelangen wir zum letzten See dieser Gruppe und zugleich zum letzten unserer Küstenseen überhanpt. Ich sprach hier von einem See und nannte ihn, den Karten gemäss, Langer See oder Garais eſars; dieses ist jedoch nicht ganz richtig, denn obiger Name bezieht sich auf drei schmale, geringfügige Seen, die, parallel der Küste verlaufend, nur durch kleine Landstreifen von einander getrennt sind. Bei näherer Betrachtung wird uns bald der Zusammenhang klar, denn die verbindenden Erdstriche sprechen eine zu deutliche Sprache. Feucht und schlammig, so dass sie keines Menschen Fuss betreten kann, reden sie mit unverkennbarer Deutlichkeit von der früheren Zusammengehörigkeit der einzelnen Seen und der Berechtigung des einen Namens „Langer See". Im weiteren soll nur vom südwestlichen Ende die Rede sein, welches breiter und tiefer als die übrigen Teile ist und daher allein zur Untersuchung gelangte. Seine geographische Lage ist der 59° 9′ 30″ n. Br. und der 6° 1′ 50″ w. L. von Pulkowa oder der 41° 58′ ö. L. von Ferro. Er besitzt eine Länge von ca. 1 km, eine Breite von ca. 1/3 km und einen Flächeninhalt von 216 000 □ m. Sein Bett und seine Ufer werden von Sand

gebildet. Während das Südufer flach und von einem 10—20 Schritte breiten Uferrand aus Schwingmoor eingefasst ist, an das sich mit jungen Kiefern bestandene Heide schliesst, wird das nordwestliche Ufer von einem etwa 10 m hohen, bewaldeten Dünenwall begrenzt, welcher dicht an den See herantritt. Der Boden des Sees wird fast durchweg von tiefem Schlamme bedeckt. Was die Tiefen des Wassers anbelangt, so sind diese hier nur sehr gering. Es konnte nur eine Maximaltiefe von 3 m gemessen werden und verhalten sich die mittleren Tiefen wie folgt: für Profil a b — 198 cm, für c d — 217 cm, für e f — 197 cm, für g h — 208 cm, für i k — 228 cm und daraus die mittlere Tiefe für den ganzen See 210 cm. Multiplizieren wir diese mit dem Flächeninhalt, so ergibt sich als Volumen des Sees — 453 600 cbm. Die Farbe des Wassers entsprach der Nr. 18 der Forel-Uleschen Skala, hatte also einen recht starken gelbbraunen Ton. In Betreff der Durchsichtigkeit konnte auch hier, aus schon gesagten Gründen, mit der Secchischen Scheibe keine Untersuchung angestellt werden, doch liess sich auch ohne Instrument eine nur geringe Durchsichtigkeit feststellen. Diese Angaben beziehen sich auf den 7. August 1906. Zur selben Zeit wurde auch Wasser und Schlamm dem See entnommen zwecks chemischer Untersuchung. Ersteres besass eine Temperatur von 20° C. bei 18,5° C. Lufttemperatur und ergab negative Resultate bei der Prüfung auf Ammoniak, Salpeter-, salpetrige Säure, Schwefelwasserstoff und freie Kohlensäure. Die quantitative Analyse ergab in Litermilligrammen:

Chlor Cl	2,3
Schwefelsäure SO_3	1,2
Kohlensäure CO_2	10,0
Kieselsäure SiO_2	0,6
Kaliumoxyd K_2O	1,1
Natriumoxyd Na_2O	1,3
Calciumoxyd CaO	9,9
Magnesiumoxyd MgO	2,4
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,5
Tonerde Al_2O_3	0,5
	29,8

Ergänzende Untersuchungen:

Trockenrückstand	50,4
Glührückstand	30,0
Glühverlust	20,4
Zur Oxydation verbraucht. Sauerstoff	7,5
Gelöster Sauerstoff	7 ccm
Gesamthärte (deutsche Grade)	1,33
Bleibende Härte „ „	1,33
Vorüberg. Härte „ „	—

Oder als Salze verbunden:

Calciumsulfat $CaSO_4$	2,0
Eisencarbonat $FeCO_3$	0,7
Calciumcarbonat $CaCO_3$	16,2
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	5,0
Natriumchlorid NaCl	2,5
Kaliumchlorid KCl	1,7
Kieselsäure SiO_2	0,6
Tonerde Al_2O_3	0,5
	29,2

Bei der Bindung verfuhr ich in folgender Weise:

SO_3 vorhanden	1,2	MgO vorhanden	2,4
bindet CaO	0,8	bindet CO_2	2,6
$CaSO_4$	2.0	$MgCO_3$	5,0
Fe_2O_3 vorhanden	0,5	Na_2O vorhanden	1,3
entspricht FeO	0,45	entspricht Na	1,0
bindet CO_2	0,27	bindet Cl	1,5
$FeCO_3$	0,72	NaCl	2,5
CaO vorhanden	9,9	Cl vorhanden	2,3
verbraucht	0,8	verbraucht	1,5
bleibt	9,1	bleibt	0,8
bindet CO_2	7,1	bindet K	0,9
$CaCO_3$	16,2	KCl	1.7

Das Wasser des Langen Sees unterscheidet sich nur sehr wenig von dem der umliegenden Seen. Gleichfalls sehr arm an Salzen, herrschen in ihm die Karbonate der alkalischen Erden bei weitem vor.

Das Mikroskop zeigte folgendes Bild: Quarz, Pollenkörner von *Pinus,* Bruchstücke von Pflanzengeweben, Haare von *Nymphaea alba* oder *Nuphar luteum* und einige Algenfäden; von Krustern: *Bosmina;* von Rotatorien: *Chaetonotus maximus Ehrenb.;* von Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.,* von Diatomeen: *Navicula viridis Nitzsch, Synedra capitata Ehrenb.* und *Navicula radiosa Kütz.* Im allgemeinen viel Pflanzengewebe, wenig Crustaceen und noch weniger Diatomeen.

Der Schlamm.

Im frischen Zustande war derselbe fast schwarz und enthielt Blatt- und Stengelreste von verschiedenen Pflanzen. Auch er trocknete zu einer sehr harten, spröden Masse zusammen und war frei von Schwefelwasserstoff oder dessen Verbindungen. Die Analyse ergab:

Wasserverlust beim Trocknen an der Luft 94%

Der lufttrockene Schlamm enthielt:

Wasser	13,745
Organische Substanzen	60,164
Mineralische „	26,091
	100,000

Von den mineralischen Substanzen waren in Salzsäure löslich:

Eisenoxyd Fe_2O_3	0,689	2,673 %
Tonerde Al_2O_3	0,989	3,837 %
Calciumoxyd CaO	0,844	3,274 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,193	0,749 %
Schwefelsäure SO_3	0,321	1,245 %
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0,153	0,593 %

Von Salzsäure wurden nicht gelöst:

Kieselsäure SiO_2	22,110	85,771 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,150	0,582 %
Tonerde Al_2O_3	0,252	0,978 %
Calciumoxyd CaO	0,064	0,248 %
Magnesiumoxyd MgO . .	0,013	0,050 %
	25,778	100,000 %

Geringe Mengen von Kalium und Natrium, sowie Spuren von Mangan.

Wie ersichtlich besteht nur der vierte Teil des Schlammes aus mineralischen Substanzen und zwar hauptsächlich aus Sand, etwas Ton, Gips und Eisenhydroxyd. Über den weit grösseren Teil der organischen Substanzen gibt uns die chemische Analyse nur ungenügende Aufklärung und greifen wir daher wiederum zum Mikroskop.

Dieses zeigt uns: Quarz, Glimmerschüppchen, viele Gewebeteile von Pflanzen, Bruchstücke von Crustaceen, Pflanzenhaare, besonders von *Nymphaea alba* oder *Nuphar luteum*, Kieselnadeln von *Euspongilla lacustris L.* und *Ephydatia fluviatilis Aut.;* von den Rhizopoden: *Hyalodiscus guttula Duj.* und von den Diatomeen: *Navicula major Kütz., Navicula viridis Nitzsch, Amphora lineolata Ehrenb.* und *Navicula radiosa Kütz.*

Rückblick und Schlüsse.

Betrachten wir nunmehr die lange Reihe der Seen im Zusammenhange und beginnen wir mit dem Vergleich der

Wasseranalysen

untereinander, so werden uns zunächst die grossen Kontraste im Glührückstande der einzelnen Seen auffallen. Während der Schlocker See als Maximum 412 mg im Liter aufweist, beträgt das Maximum beim Ume-See blos 10,4 Litermilligramme. Dieser bedeutende Unterschied in der Zusammensetzung räumlich nur wenig auseinander liegender Seen muss seine besondere Ursache haben und werden wir nicht fehlgehen, wenn wir sie in der jeweiligen Bodenbeschaffenheit suchen. Um solches besser verstehen zu können, sollen die einzelnen Bestandteile der Seen im Zusammenhange betrachtet und erläutert werden.

Chlor. Die Differenz im Chlorgehalte der zur Untersuchung gelangten Seen ist nur eine geringe, wie denn überhaupt der Chlorgehalt ein sehr mässiger ist. Das Maximum

erreicht der Stint-See mit 9,6 mg im Liter, wobei es nicht ausgeschlossen und sogar wahrscheinlich ist, dass sich bei ihm die Nähe des Meeres, mit dem er ja indirekt in Verbindung steht, geltend macht, wie ich solches beim Angern-See, selbst bei konträrem Winde, nachweisen konnte: hier betrug der Chlorgehalt in der Mitte des Sees 2,5 mg im Liter, also ungefähr so viel, wie in den meisten der übrigen Seen, weiter zum Ausflusse jedoch das Doppelte. Bemerkenswert ist es, dass alle älteren Analysen, die wir von diesen Seen besitzen, viel mehr Chlor zeigen, als meine. So enthielt im Mai 1882 der kleine Weisse See 13,5 mg, der grosse Weisse See 29,8 mg, der Salles-See 13,5 mg und der Langsting-See 11,4 mg[1]) im Liter, während ich für die entsprechenden Seen im Mai und Juni 1904 fand: 2,7 mg, 9,0 mg, 2,5 mg und 2,6 mg im Liter. Es scheint seit jener Zeit eine Abnahme des Gehaltes an Chlor resp. Chlornatrium und Chlorkalium im Boden stattgefunden zu haben. Über ein Abnehmen des Kochsalzgehaltes schreibt schon C. Grewingk[2]). Wir lesen bei ihm folgendes: „Was unsere Untersuchungen in Betreff der Salzfrage betrifft, so gelang es ungeachtet vieler Bemühungen nicht, die häufigen Mitteilungen über das Vorkommen von Salz in Krystallen irgendwo bestätigt zu finden, weder in Liv- und Kurland, noch in den Gouvernements Pleskau, Witebsk und Kowno. Dagegen boten sich vollgültige Beweise dafür dar, dass die Dolomite mit den ihnen untergeordneten Gesteinen, einst wenn auch nicht grössere Salzlager, doch wenigstens weitverbreitete Lagen mit Salzkrystallen besassen, welche letztere durch Wasser gelöst und fortgeführt wurden. Es ist und war daher nicht unmöglich, hier und da einmal einen Salzkrystall oder grössere Theile und Nester von Salz zu finden. Jedenfalls musste aber der Salzgehalt unserer oberflächlichen Schichten in stetem Abnehmen begriffen sein, wenn auch die älteren hierauf bezüglichen Angaben keine wissenschaftliche Beweiskraft haben. Wir erinnern hier an die Angabe, dass das Schwefelwasser von Baldohn 1799 in

1) Br. Doss, Zur Reform des Rigaschen Wasserwerks. Riga 1897. S. 54.

2) C. Grewingk, Geologie von Liv- und Kurland. Dorpat 1861. S. 768.

100 ℳ $4^2/_7$ Gran Kochsalz und 1819 nur noch 2 Gran enthielt, und dass Gmelin für den kleinen Salzsee bei Schaschkojam an der Mschaga (Gouv. Nowgorod) einen grösseren Salzgehalt angiebt, als ihn die Analyse jetzt irgendwo in den Gewässern dieser Gegend nachzuweisen im Stande ist.“ Man könnte vermuten, dass früher die Methoden ungenauere waren als heute und daher auf die früheren Analysen nicht viel Gewicht zu legen sei. Dem ist jedoch nicht so. Die Bestimmung des Chlors geschah von alters her durch Silbernitrat, ist nicht schwer auszuführen und gehört zu den genauesten, die wir überhaupt besitzen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als eine stete Abnahme der leicht löslichen Chlorsalze in den oberen Schichten zuzugeben.

Schwefelsäure. Im Gehalt an Schwefelsäure zeigen unsere Küstenseen ganz bedeutende Kontraste. So enthält z. B. der grosse Uiko-See nicht einmal Spuren davon, während der Aklis- (Blind-) See 207,8 mg im Liter aufweist; ihm folgt der Schlocker dann der Kanger- und Babit-See, welche gleichfalls bedeutende Mengen von Schwefelsäure resp. schwefelsaurem Kalk enthalten. Die drei erstgenannten liegen dicht beisammen, und zwar auf einem Gebiete, in welchem Dolomit mit Gipseinschlüssen bis fast an die Oberfläche tritt; im Babit-See ist der Gipsgehalt schon bedeutend geringer. Er scheint ihn nicht aus unmittelbarer Nähe zu beziehen, denn der Boden und die Ufer des Sees bestehen aus Sand, sondern ihn von der kurischen Aa zu erhalten, welche wohl selbst durch gipsreiches Gebiet fliesst. In den übrigen Seen ist Gips nur in geringem Masse vertreten, etwas mehr im Jägel-See, was wahrscheinlich auf die Nähe von Stubbensee mit seinen spärlichen Gipslagern zurückzuführen ist; durch ihn wird auch der Stint-See mit Gips bereichert.

Kieselsäure. Der Gehalt an Kieselsäure ist nur verhältnismässig geringen Schwankungen unterworfen. Sand ist überall im Boden in genügender Menge vorhanden und ist es daher den Gewässern freigestellt, soviel davon zu lösen, als ihnen beliebt. Hierbei scheint als Regel zu gelten, dass bei geringerem Salzgehalt auch die Menge der gelösten Kieselsäure geringer ist, wobei jedoch ein grösserer Gehalt von Natrium-

carbonat die Lösung der Kieselsäure zu begünstigen, ein grösserer Gipsgehalt sie zu vermindern scheint. Es mögen jedoch auch noch andere Faktoren hierbei mitwirken, weshalb diese Regel nicht allgemein genommen werden kann.

Phosphorsäure konnte in 9 Seen nachgewiesen werden. Man musste sich damit begnügen, sie konstatiert zu haben, denn überall war ihre Menge zu gering, um quantitativ bestimmt zu werden. Wahrscheinlich war sie in den betreffenden Seen an Calcium gebunden, ein sehr geringer Teil möge wohl auch aus den organischen Substanzen stammen.

Kohlensäure. Diese differiert wiederum stark in den verschiedenen Seen. Beginnend mit 1 mg beim Ume-See, erreicht sie beim Kanger-See eine Höhe von 81 mg im Liter. Hauptsächlich an Calcium und Magnesium gebunden, tritt sie in den Seen am reichhaltigsten auf, deren Bett aus Dolomit, d. h. aus einer Doppelverbindung von Calcium- und Magnesiumcarbonat besteht. Etwas geringer ist schon ihre Menge in Seen, die selbst auf Sandboden ruhen und in welche die genannten Karbonate nur durch ihre Zuflüsse gelangen. In sehr kleinen Mengen findet sich die Kohlensäure im Wasser der zu- und abflusslosen kleinen Seen, die rings von Sand umgeben sind; hier ist sie zum grossen Teil an Natrium gebunden.

Kalium- und Natriumoxyd. Diese beiden Metalloxyde befinden sich in allen untersuchten Seen in nur wenig wechselnden Mengen. Daher nehmen sie in den kalkreichen Seen nur einen minimalen Prozentsatz ein, während sie in den kalkarmen oft die Hauptbestandteile bilden. Meist an Chlor oder Kohlensäure gebunden, treffen wir sie auch dort in grösserer Menge, wo erstere stärker vertreten sind, nur in dem fast kalkfreien Wasser des Langsting-Sees muss auch eine Bindung an Schwefelsäure als Natrium- und Kaliumsulfat zugegeben werden.

Calciumoxyd. Besonders stark sind die Kontraste im Kalkgehalte der einzelnen Seen. Während im Wasser des Langsting-Sees kaum 1 mg Calciumoxyd im Liter nachgewiesen werden konnte, betrug er beim Schlocker See als Maximum 163,5 mg im Liter. Ins Wasser gelangt der Kalk entweder

als Karbonat aus dem Dolomit oder als Sulfat aus dem Gips, weshalb denn auch die Seen am kalkreichsten sind, deren Bett aus Dolomit gebildet wird und welches in dem betreffenden Gebiete bald mehr, bald weniger reichlich mit Gips durchsetzt ist. In Seen, die ihren Kalkgehalt nur durch Zuflüsse beziehen, ist er schon viel kleiner, und verschwindet in zuflusslosen, auf Sand ruhenden Seen beinahe ganz.

Magnesiumoxyd. Es gelangt ins Wasser fast nur aus dem Dolomit, und ist daher dort sein Gehalt am grössten, wo letzterer das Bett der Seen bildet. Ein ganz geringer Teil möge wohl aus magnesiahaltigen Silikaten stammen und besonders in solche Seen gelangen, welche rings von mächtigen Sandmassen umgeben sind und weder Zuflüsse noch Abflüsse besitzen.

Eisenoxyd und Tonerde. Diese sind in den untersuchten Gewässern nur sehr geringen Schwankungen unterworfen. Ersteres gelangt in die Seen in verschieden grosser Menge als Eisenoxydulcarbonat, einer unbeständigen Verbindung, welche sich an der Luft bis auf einen kleinen Rest in Kohlensäure und Eisenoxydulhydrat zersetzt; durch Oxydation wird letzteres in Eisenoxydhydrat übergeführt, das sich allmählig zu Boden setzt, und deshalb in allen Seen im Wasser schwebend, sowie auch auf dem Boden derselben angetroffen wird. Tonerde ist nur schwer löslich, infolgedessen nur in kleinen Quantitäten im Wasser vorhanden.

Organische Substanzen. Der Gehalt an organischen Substanzen ist wiederum ganz verschieden in den zur Untersuchung gelangten Seen. Er wird in der Weise zum Ausdruck gebracht, dass die zur Oxydation verbrauchte Sauerstoffmenge aufgeführt wird; die resultierenden Zahlen können nunmehr miteinander verglichen werden. Hierbei ergibt sich ein Maximum bei den im Moore gebetteten Seen, mittlere Werte finden wir bei den Seen mit Zuflüssen und ganz minimale bei den zuflusslosen, rings von Sanden umschlossenen Seen.

Gelöster Sauerstoff. Da die Untersuchungen auf gelösten Sauerstoff nur am Oberflächenwasser und zwar alle in den Sommermonaten ausgeführt wurden, variieren die Resultate nur wenig untereinander. Dennoch kann auch hier fest-

gestellt werden, dass der Sauerstoffgehalt im Wasser umso grösser ist, je weniger Tiere und Pflanzen es besiedeln und umgekehrt. Ich möchte an dieser Stelle noch auf eine Publikation von M. von zur Mühlen hinweisen [1]), in welcher die Ergebnisse seiner Sauerstoffuntersuchungen, ausgeführt an einer Reihe von Landseen im nördlichen Teile Livlands mitgeteilt sind. Sie beziehen sich alle auf die Wintermonate, wann die Seen mit Eis und Schnee bedeckt und von der Luft abgeschlossen sind; dabei gelangte das Wasser nicht nur von der Oberfläche, sondern von verschiedenen Tiefen zur Untersuchung. Es ergab sich nun, dass im Winter der Sauerstoffgehalt proportional der Tiefe rasch abnimmt, und dass überhaupt der Gehalt an Sauerstoff in flachen, stark verwachsenen Seen im Winter ein sehr geringer ist, und nicht selten den Erstickungstod der Fische zur Folge hat.

Glühverlust. Es erübrigt noch einige Worte über den Glühverlust zu sagen, um Missdeutungen beim Vergleich der Tabellen auszuschliessen. Im allgemeinen entspricht dieser den organischen Substanzen im Wasser. Bei denjenigen Seen jedoch, deren Wasser eine grössere Menge Gips enthält, werden beim Glühen des Trockenrückstandes nicht nur die organischen Substanzen zerstört, sondern es verflüchtigt sich auch das chemisch gebundene Wasser des Gipses, und der Glühverlust fällt dadurch höher aus. In unserer Zusammenstellung erkennen wir als solche den Kanger-, Schlocker, Babit- und Aklis-See.

Betrachten wir nun die

Schlammanalysen

im Zusammenhange und beginnen wir mit den **organischen Substanzen**, so sehen wir, dass diese ganz besonders reichlich in den kleinen zu- und abflusslosen Seen vertreten sind, während die anderen von ihren Zuflüssen grössere Mengen

---

[1]) Max von zur Mühlen, Über Sauerstoffuntersuchungen nebst Beschreibung und bildlicher Darstellung eines selbstkonstruierten Apparates zur Entnahme von Wasser aus grösseren Tiefen. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Jurjew-Dorpat. 14. Bd. 2. Heft 1905. Jurjew-Dorpat 1906.

anorganischer Bestandteile, hauptsächlich Sand und Ton erhalten, welche, vom strömenden Wasser der Bäche und Flüsschen aufgewirbelt, im See zur Ruhe kommen und sich hier mit den abgestorbenen Tier- und Pflanzenkörpern vermengend, den Schlamm des Bodens bilden. Beim Schlocker und Aklis-See ist es wiederum der Gips, der beim Glühen den Rest seines chemisch gebundenen Wassers verliert und dadurch die organische Substanz scheinbar erhöht, da sie ja bei diesen Analysen gleichbedeutend mit dem Glühverlust ist. Von den mineralischen Bestandteilen bildet fast ausschliesslich die **Kieselsäure** die Hauptmenge, weil sie nicht nur dem Sande, sondern auch dem Tone und anderen Silikaten entstammt. Bei drei Seen, dem Aklis-, dem grösseren Makke- und Juge-See, auf deren besondere Eigenschaften wir noch zurückkommen werden, erreicht die Kieselsäure weniger als die Hälfte aller mineralischen Substanzen des Schlammes. Einen weiteren, wichtigen Bestandteil vieler Schlammarten bildet die **Tonerde**, welche in Verbindung mit Kieselsäure den Ton oder Lehm darstellt. Sie wird am reichlichsten in Seen angetroffen, die einen oder mehrere Zuflüsse haben, kommt jedoch, wenn auch seltener, ebenfalls in zuflusslosen Seen in nicht unbedeutenden Mengen vor, wie z. B. im Langsting-See, wo derselbe einen sehr grossen Prozentsatz des Schlammes einnimmt oder in geringerem Masse im Schlamme des Lihne-, Juge- und grösseren Makke-Sees. Das **Calciumoxyd** tritt im Schlamme entweder in Verbindung mit Schwefelsäure oder Kohlensäure auf; als Calciumsulfat besonders reichlich im Aklis-See, etwas weniger reichlich im Schlocker, Kanger- und Dsirne-See, wo die Karbonate vorherrschen. Auch im Kadak-, Lihne-, Juge und grösseren Makke-See ist das Calciumsulfat stark vertreten, wogegen das Calciumcarbonat vollständig fehlt, wie denn auch sonst die letztgenannten Seen mit den ersteren wenig gemein haben. Ferner nimmt auch das **Eisenoxyd** in vielen Seen einen grösseren Prozentsatz ein, hauptsächlich in solchen, die oberirdische Zuflüsse haben, während es in unseren kleineren, zuflusslosen, rings von Sand umschlossenen Seen nur in sehr geringen Mengen vorkommt. In ganz besonders hohem Masse sehen wir das Eisenoxyd im

Juge-, grösseren Makke- und auch Lihne-See auftreten. Diese 3 Seen befinden sich nicht weit voneinander und werden alle von demselben Moore gespeist, dessen Wasser wahrscheinlich humussaures Eisen in grösserer Menge gelöst enthält, welches sich im See zersetzt und als Eisenhydroxyd zu Boden sinkt. **Magnesiumoxyd** ist in allen Seen in verhältnismässig kleinen Quantitäten vorhanden und es schwankt sein Gehalt nur zwischen sehr engen Grenzen. Was die **Phosphorsäure** anbelangt, die gleichfalls in allen Seen ermittelt wurde, so ist deren Menge recht verschieden. Wenn einesteils ein Steigen derselben bei höherem Gehalt an organischen Stoffen zu bemerken ist, treffen wir beim Juge-See einen ganz abnorm hohen Gehalt an, der nur auf die Anwesenheit von Calciumphosphat zurückgeführt werden kann, beim Kadak-See wiederum Mengen, die dem grossen Prozentsatz organischer Stoffe nicht entsprechen, es sei denn dass sie von anderer Beschaffenheit sind. Zum Schlusse will ich noch einige Worte über den **Schwefelwasserstoff** sagen. Obgleich sich im frischgeschöpften Schlamme mehrerer Seen, hauptsächlich solcher, welche durch einen grösseren Gehalt an Calciumsulfat ausgezeichnet sind, Schwefelwasserstoff durch den Geruch bemerkbar machte, konnte dieser später nicht mehr nachgewiesen werden. Er beruhte auf eine teilweise Reduktion des Calciumsulfats zu Schwefelcalcium und Zersetzung dieses letzteren unter Bildung von Schwefelwasserstoff. Nur in drei Seen, dem Stint-, Jägel- und Dsirne-See, war es möglich den Schwefelwasserstoff auch im Laboratorium zu bestimmen, denn hier befand er sich als Schwefeleisen und konnte durch Salzsäure ausgetrieben und aufgefangen werden.

Es erübrigt uns nur noch die

geophysikalischen Eigenschaften

der Seen im Zusammenhange zu betrachten. Beginnen wir mit den **Tiefen**. Hierbei zeigt es sich, dass alle unsere Küstenseen nur sehr flach sind. Ganz besonders ist dieses der Fall bei den nordwestlich der Düna gelegenen, deren Maximaltiefe 2 m kaum übersteigt, während die Seen östlich der Düna eine durchschnittliche Tiefe von 3—10 m aufweisen, wobei die kleineren oft bedeutend tiefer sind als die grösseren.

So sind unsere beiden grossen Seen, der Jägel- und Stint-See, nur etwa 2 resp. 4 m tief, Langsting- und Silber-See zeigen dagegen bei viel kleineren Dimensionen eine Tiefe von 8 resp. 10 m. Der Seeboden besteht zum grössten Teil aus Sand, nur beim Kanger- und Schlocker See (vielleicht auch beim Aklis-See, was jedoch nicht untersucht wurde) aus Dolomit, bei einigen anderen aus Moor oder aus Sand und Moor; zu den letzteren gehören hauptsächlich der Juge-, Lihne- und grössere Makke-See. Überall ist der Boden mit einer mehr oder weniger tiefen **Schlammschicht** bedeckt, welche in ruhigen Buchten oder in kleinen Waldseen am mächtigsten ist und dort nicht selten eine Tiefe bis zu 5 m zeigt, wogegen solche Stellen, bei denen sich eine Strömung bemerkbar macht, entweder gar keinen oder nur sehr wenig Schlamm besitzen. Die **relative Höhe der Seeufer** bewegt sich nur in bescheidenen Grenzen und übersteigt nirgends 15—16 m. Besonders niedrig sind die Ufer der nordwestlich der Düna gelegenen Küstenseen, wo sie kaum 1—2 m erreichen, während die ostwärts sich erstreckenden meist höher sind und auch hier das angeführte Maximum erreichen, wie denn auch das ganze Terrain ein stark coupiertes ist. Die **absolute Höhe** der Seen über dem Meeresspiegel wurde von mir nicht gemessen, doch kann sie nur eine geringe sein, da sich überall dort, wo sie mit dem Meere verbunden sind, in ihren Abflüssen nur eine sehr schwache Strömung bemerkbar macht. Auch in Betreff der **Niveauschwankungen** konnten keine Untersuchungen von mir angestellt werden, doch nach dem Ufersaume zu urteilen, müssen sie sich nur in ganz engen Grenzen bewegen und kaum 1 m überschreiten. Die **Eigenfarbe** der Seen beschränkt sich fast ausschliesslich auf die Nummern 14—21 der Forel-Uleschen Skala; es herrschen also die grünlichgelben bis gelbbraunen Töne vor, bedingt durch grössere Mengen organischer Substanzen, welche aus den vielen Mooren der Umgebung in das Wasser gelangen. Nur drei Seen, der Silber-, Angern- und Ume-See, machen hiervon eine Ausnahme, indem ihre Eigenfarbe eine bläulich grüne ist. Prüfungen auf die **Durchsichtigkeit** des Wassers konnten, durch Verlust der Secchischen Scheibe, nicht in allen Seen

ausgeführt werden, doch nach den erhaltenen Resultaten zu urteilen, ist sie in den Frühlingsmonaten grösser, als in den Sommermonaten und besonders in der Zeit der Wasserblüte, wann die Seen erfüllt sind mit schwebenden, sich langsam zu Boden setzenden Körpern, hauptsächlich aus Algen und Pollenkörnern von Nadelhölzer bestehend, welche die Durchsichtigkeit natürlich stark beeinträchtigen. Am geringsten war die Durchsichtigkeit in den fast braunen Moorseen, am grössten in den verhältnismässig tiefen, kleinen auf Sand ruhenden Seen. Die **Temperatur des Oberflächenwassers** ist der Lufttemperatur sehr nahekommend, was ja bei unseren flachen Seen nicht Wunder nehmen kann. Über den **jährlichen Gang der Wassertemperatur** erhalten wir einige Aufklärung durch die Messungen des Herrn Ingenieur Badche, vorgenommen in den Jahren 1906 und 1907 am kleinen Weissen See[1]). Hieraus ergibt sich für die zweite Hälfte des Mai bis Ende Juli eine Oberflächentemperatur von 17—20° C., für den August 16° C., für den September 13—12° C., für den Oktober 10—4° C., für Anfang November 3,5—3° C. Weiter sind die Messungen nicht fortgesetzt worden, da sich der See bald mit einer Eisschicht bedeckt, welche nach meinen Beobachtungen bis Anfang April anhält. Wie rasch sich die Temperatur nach Verschwinden der Eisschicht hebt, ersehen wir daraus, dass z. B. im kleinen Weissen See das Eis am 1. April 1906 verschwand, und schon am 9. April die Wassertemperatur hier 8,5° C., in den kleinen, dicht daneben gelegenen Seksche- und Wendsche-See sogar 13° C. betrug. Die **Tiefentemperatur** weicht nur sehr wenig von der Oberflächentemperatur ab; so im kleinen Weissen See nicht mehr als 1 Grad bei 4 m Tiefe, in einigen kleineren und zugleich geschützteren Seen 2—3° bei 8—10 m Tiefe.

Ihrer chemischen Natur nach lassen sich unsere Küstenseen in 3 Gruppen teilen:

1) Mit einem Glührückstande von 412 bis 238 mg im Liter. Zu diesen gehören:

a. Der Kanger- und Schlocker See. Beide ruhen auf Dolomitboden, welcher stellenweise mit Gips durch-

[1]) Siehe Seite 100.

setzt ist, weshalb denn auch das Wasser besonders reich an Calciumsulfat, Calcium- und Magnesiumcarbonat ist. Dieselben Bestandteile finden sich auch, mit Sand und organischen Substanzen vermischt, im Schlamme wieder.

b. Der Aklis-See. Dessen Bodenverhältnisse konnten leider nicht untersucht werden, doch nach seinem Wasser zu urteilen, ist es ein reiner Gipssee. Der Schlamm besteht gleichfalls zum grossen Teil aus Gips, und es kann wohl angenommen werden, dass auch der Boden dieses Mineral enthält.

c. Der Babit-See. Dieser ist nicht mehr so kalkreich wie die vorhergehenden Seen und erhält, selbst auf Sandboden ruhend, seine Salze aus der kurischen Aa und der weiteren Umgebung, wo Gips (bei Pawasser) und Dolomit zu Tage treten. Im Schlamm ist nur verhältnismässig wenig Gips vorhanden, dagegen herrschen Sande und Tone vor.

2) Mit einem Glührückstande von 165 bis 71 mg im Liter. Hierzu gehören:

Der kleine und grosse Weisse See, der Stint- und Jägel-See, der Angern-See, der Dsirne-See, der grosse Uike- und der Duhnje-Lilast-See. Sie zeichnen sich alle dadurch aus, dass sie einen oder mehrere Zuflüsse besitzen, denen sie ihren grösseren Salzgehalt verdanken. Ihr Bett besteht aus Sand, wie denn auch im Schlamme dieser Seen Sand mit mehr oder weniger Ton gemengt vorherrscht. Daneben befindet sich noch etwas Eisenhydroxyd, Gips und bei einigen kleine Quantitäten von Calcium- und Magnesiumcarbonat. Organische Bestandteile sind nur mässig vertreten.

3) Mit einem Glührückstande von 60,5 bis 10,4 mg im Liter. Zu diesen sind folgende zu- und abflusslose Seen zu zählen:

a. Der Putna-, Lihne-, Juge- und grössere Makke-See. Es sind typische Moorseen, deren Wasser und Schlamm sehr reich ist an organischen und nur verhältnismässig arm an mineralischen Bestandteilen. Im

mineralischen Teile des Schlammes (mit Ausnahme des Putna-Sees, dessen Schlamm nicht untersucht wurde) spielen Eisenhydroxyd, Ton und Gips die Hauptrolle, während Sand nur wenig vorhanden ist. Wir haben es also hier mit einer ganz besonderen Beschaffenheit des Bodens zu tun, wie er nur in Moorseen aufzutreten scheint.

b. Der Ottern-, Lawer-, Serge- und Lange (Garais-) See. Gleichfalls auf Sandboden ruhend, werden sie nur zum kleinen Teil aus Mooren gespeist, weshalb sie sich von den gleich zu besprechenden Seen auch nur durch den grösseren Gehalt an organischen Stoffen im Wasser unterscheiden.

c. Der Langsting-, Silber-, Seksche-, Wendsche-, Kadak-, kleine Uike- und Ume-See. Alle diese Seen sind von mächtigen Sandschichten umgeben und werden nur vom Grundwasser gespeist, weshalb sie ganz besonders arm an Salzen und organischen Bestandteilen sind. Der Schlamm dieser Seen besteht, gleich dem Schlamme der in 3*b* angeführten Seen, fast ausschliesslich aus Sand, untermischt mit grossen Mengen organischer, humoser Substanzen, während Ton, Gips u. s. w. nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen.

Ich bin zum Schluss meiner Erläuterungen angelangt. Wie aus ihnen ersichtlich, sind unsere Küstenseen, obwohl auf ein kleines Gebiet beschränkt, weder in ihren chemischen noch physikalischen Eigenschaften vollkommen gleich; in Bezug auf ihre chemische Beschaffenheit weisen sie sogar Kontraste auf, wie sie grösser kaum gedacht werden können. Meine Befürchtungen vor Beginn dieser Arbeit, dass sich hierbei nur wenig Verschiedenartiges wird finden lassen, haben sich nicht bewahrheitet, durch diese Untersuchungen ist dagegen manches naturwissenschaftlich Interessante zu Tage gefördert worden und hoffentlich wird auch die Praxis aus ihnen einigen Nutzen ziehen können.

Zusammenstellung

Bestandteile	Angern-See I	Angern-See II	Kanger-See	Putna-(Vogel-)See	Schlocker See	Aklis-(Blind-)See	Babit-See	Stint-See	Jägel-See	Grosser Weisser See	Kleiner Weisser See
Geschöpft am (Jul. Stil)	22/V 1906	22/V 1906	30/VII 1906	30/VII 1906	18/VI 1906	18/VI 1906	11/VI 1906	29/V 1904	14/V 1904	30/V 1904	30/V 1904
Chlor Cl	2,5	5,3	4,9	2,0	4,4	1,9	2,6	9,6	5,9	9,0	2,7
Schwefelsäure SO_3	9,3	7,0	90,7	5,0	146,6	207,8	46,6	12,2	15,4	6,6	7,5
Kohlensäure CO_2	53,7	45,4	81,0	2,64	71,0	24,9	70,2	46,5	51,0	49,5	63,7
Kieselsäure SiO_2	2,9	1,3	3,4	1,0	1,0	1,1	2,0	4,1	5,5	3,7	3,9
Phosphorsäure P_2O_5	—	—	—	—	—	—	—	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Kaliumoxyd K_2O	0,7	2,4	2,4	1,2	0,7	0,6	0,9	2,4	2,4	2,0	1,7
Natriumoxyd Na_2O	3,0	4,7	2,7	0,67	5,6	2,1	2,8	9,6	7,8	8,7	15,0
Calciumoxyd CaO	49,3	36,7	132,4	5,7	163,5	154,1	90,4	46,4	51,4	48,1	54,4
Magnesiumoxyd MgO	17,2	17,0	24,6	0,7	19,2	15,9	21,8	13,0	14,3	12,5	14,0
Eisenoxyd Fe_2O_3	1,1	1,2	0,1	0,3	0,9	0,1	0,3	1,3	1,0	0,3	0,2
Tonerde Al_2O_3	0,8	0,7	0,3	0,6	0,6	0,1	1,3	0,7	0,7	1,3	2,5
	140,5	121,7	342,5	19,81	413,5	408,6	238,9	145,8	155,4	141,7	165,6
Ergänzende Untersuchungen:											
Trockenrückstand	166,0	150,4	403,8	87,0	515,0	500,0	300,0	160,0	176,0	156,8	178,4
Glührückstand	138,4	118,4	341,2	21,4	412,0	407,9	238,0	143,0	153,5	139,2	164,9
Glühverlust	27,6	32,0	62,6	65,6	103,0	92,1	62,0	17,0	22,5	17,6	13,5
Zur Oxydation verbr. Sauerstoff	9,2	8,5	7,9	34,7	22,8	14,7	15,6	9,4	9,4	6,6	8,6
Gelöster Sauerstoff in ccm	6,8	7,2	6,33	4,4	5,32	6,95	4,87	6,75	6,87	6,38	6,58
Gesamthärte (deutsche Grade)	6,48	5,6	16,0	0,9	16,0	14,96	11,28	4,7	4,7	4,9	6,0
Bleibende Härte „ „	4,48	4,2	10,0	0,7	15,3	14,64	9,16	3,7	3,7	3,8	4,5
Vorübergeh. „ „ „	2,0	1,4	6,0	0,2	0,7	0,32	2,12	1,0	1,0	1,1	1,5
Als Verbindungen:											
Calciumsulfat $CaSO_4$	15,8	11,8	154,1	8,5	249,1	353,1	79,2	20,7	26,1	11,2	12,7
Magnesiumsulfat $MgSO_4$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumsulfat K_2SO_4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Natriumsulfat Na_2SO_4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eisencarbonat $FeCO_3$	1,6	1,6	0,1	0,4	1,2	0,1	0,4	1,9	1,4	0,3	0,3
Calciumcarbonat $CaCO_3$	76,4	56,9	123,1	3,9	108,9	15,7	103,2	67,6	72,6	77,6	87,8
Magnesiumcarbonat $MgCO_3$	35,9	35,5	51,4	1,4	40,1	33,2	45,5	27,0	29,8	26,1	29,2
Natriumcarbonat Na_2CO_3	2,1	3,1	—	—	4,0	1,6	2,1	5,0	7,4	4,0	23,6
Kaliumchlorid KCl	1,1	3,8	3,8	2,1	1,1	0,9	1,5	3,8	3,8	3,2	2,6
Natriumchlorid NaCl	3,3	5,7	5,1	1,4	6,4	2,4	3,1	12,8	6,7	12,3	2,4
Kieselsäure SiO_2	2,9	1,3	3,4	1,0	1,0	1,1	2,0	4,1	5,5	3,7	3,9
Tonerde Al_2O_3	0,8	0,7	0,3	0,6	0,6	0,1	1,3	0,7	0,7	1,3	2,5
	139,9	120,4	341,3	19,3	412,4	408,2	238,3	143,6	154,0	139,7	165,0

der Wasseranalysen.

Langsting-See	Silber- oder Salles-See	Seksche-See	Wendsche-See	Grösserer Makke-See	Lihne-See	Uhdri- oder Ottern-See	Juge-See	Lawer-See	Dsirne-See	Kadak-See	Kleiner Uike-See	Grosser Uike-See	Duhnije-Lilast-See	Serge-See	Ume-See	Garais-(Langer) See
27/VI 1904	27/VI 1904	6/VI 1904	6/VI 1904	12/VII 1904	12/VII 1904	11/VII 1904	11/VII 1904	5/VIII 1906	7/VIII 1906	6/VIII 1906	6/VIII 1906	6/VIII 1906	6/VIII 1906	7/VIII 1906	7/VIII 1906	7/VIII 1906
2,6	2,5	3,9	2,7	2,7	5,3	3,1	3,2	1,6	3,8	1,7	1,6	1,6	2,0	1,6	2,3	2,3
6,5	2,3	2,2	2,2	2,0	2,3	2,6	3,2	1,9	4,6	0,6	2,0	—	1,3	1,9	2,0	1,2
2,1	10,8	5,9	4,8	16,2	20,1	11,5	9,7	13,1	32,9	12,5	2,1	30,5	32,1	13,1	1,0	10,0
4,0	0,2	1,8	0,9	3,3	2,6	0,2	0,9	1,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,3	1,7	0,4	0,6
—	—	—	—	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	—	—	—	—	—	—	Spuren	—	—
2,6	1,2	1,1	1,4	0,9	0,6	1,5	0,7	0,5	1,1	0,8	0,5	0,8	1,8	0,5	0,6	1,1
6,4	6,5	4,6	6,7	1,6	4,1	5,2	4,3	1,1	2,7	0,9	1,1	0,7	0,5	1,1	1,6	1,3
0,82	7,8	5,9	1,9	16,7	19,0	9,4	8,4	14,8	31,8	12,8	3,0	30,3	32,4	14,8	2,2	9,9
0,66	2,0	1,5	0,6	3,2	4,6	2,8	3,0	2,0	9,3	2,4	0,6	6,1	6,5	2,0	0,3	2,4
0,1	0,2	0,5	0,4	1,6	2,6	0,2	0,3	0,5	0,5	0,3	0,7	0,3	0,4	0,5	0,2	0,5
0,1	0,01	0,8	4,0	0,3	0,4	0,3	1.2	0,4	2,0	0,4	0,3	0,7	1,6	0,4	0,2	0,5
25,88	33,51	28,2	25,6	48,5	61,6	36,8	34,9	37,6	89,3	32,8	12,3	71,5	78,9	37,6	10,8	29,8
36,7	44,8	43,0	38,4	96,0	96,0	55,2	60,5	63,2	110,0	54,6	23,5	102,4	112,0	82,0	17,1	50,4
25,2	32,5	27,6	25,2	48,0	60,5	35,6	33,7	38,2	87,6	32,2	10,8	70,8	77,8	37,0	10,4	30,0
11,5	12,3	15,4	13,2	48,0	35,5	19,6	26,8	25,0	22,4	22,4	12,7	31,6	34,2	45,0	6,7	20,4
3,5	2,6	4,2	3,4	21,1	20,8	11,7	14,1	5,68	6,5	4,6	4,5	12,7	10,0	10,0	4,24	7,5
7,33	7,46	6,48	7,7	5,8	6,0	7,8	7,22	7,12	6,0	7,0	7,0	5,35	5,7	7,6	6,3	7,0
0,15	0,78	0,9	0,27	1,67	2,2	1,05	1,12	1,43	4,37	1,6	0,7	3,8	4,0	2,5	0,4	1,33
0,13	0,75	0,73	0,2	1,57	1,8	0,98	0,98	1,43	3,97	1,5	0,43	3,6	3,9	2,3	0,3	1,33
0,02	0,03	0,17	0,07	0,1	0,4	0,07	0,14	—	0,4	0,1	0,27	0,2	0,1	0,2	0,1	--
1,99	3,9	3,7	3,7	3,3	3,9	4,4	5,4	3,2	7,8	1,0	3,4	—	2,2	3,2	3,4	2,0
1,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,14	0,3	0,6	0,6	2,2	3,7	0,3	0,4	0,7	0,7	0,4	0,9	0,4	0,6	0,7	0,3	0,7
—	11,0	7,8	0,7	27,4	31,1	13,5	11,0	24,1	51,0	22,1	2,8	54,1	56,2	24,1	1,4	16,2
—	4,0	3,1	1,2	6,6	9,6	5,8	6,2	4,2	19,5	5,0	1,2	12,7	13,6	4,2	0,6	5,0
4,94	9,4	3,3	8,9	—	—	6,0	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,9	1,7	2,2	1,6	0,9	2,4	1,1	0,8	1,7	1,4	0,8	1,4	2,9	0,8	1,0	1,7
4,2	2,6	5,1	2,8	3,1	8,0	3,3	4,4	2,0	5,0	1,7	2,0	1,4	1,0	2,0	3,0	2,5
4,0	0,2	1,8	0,9	3,3	2,6	0,2	0,9	1,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,3	1,7	0,2	0,6
0,1	0,01	0,8	4,0	0,3	0,4	0,3	1,2	0,4	2,0	0,4	0,3	0,7	1,6	0,4	0,4	0,5
25,37	33,31	27,9	25,0	47,8	60,2	36,2	34,0	37,1	88,3	32,4	11,8	71,2	78,4	37,1	10,3	29,2

Zusammenstellung

Bestandteile	Augern-See	Kanger-See	Schlocker See	Aklis-See	Babit-See	Stint-See	Jägel-See	Grosser Weisser See	Kleiner Weisser See
Genommen am (Jul. Stil)	22/V 1906	30/VII 1906	18/VI 1906	18/VI 1906	11/VI 1906	29/V 1904	14/V 1904	30/V 1904	30/V 1904
Wasserverlust beim Trocknen a. d. Luft	92,8%	93,8%	91%	88,5%	78,5%	73,6%	76%	89,6%	49,6%
Im lufttrocknen Schlamm waren enth.:									
Wasser	6,050	16,487	18,255	15,763	4,793	5,800	8,197	10,000	2,145
Organische Substanzen	29,645	22,620	45,684	60,989	19,213	13,596	18,738	23,710	6,980
Mineralische „	64,305	60,893	36,061	23,248	75,994	80,604	73,065	66,290	90,875
Von den mineralisch. Substanzen lösten sich in HCl:									
Eisenoxyd Fe_2O_3	4,612	2,348	2,200	1,834	4,517	4,356	5,000	1,970	13,862
Tonerde Al_2O_3	4,202	4,109	2,288	1,077	9,262	2,735	1,042	1,330	2,838
Calciumoxyd CaO	2,536	12,516	6,292	4,699	4,261	4,212	4,750	1,000	1,060
Magnesiumoxyd MgO	1,076	1,428	0,726	0,168	0,161	0,742	0,989	0,018	0,358
Schwefelsäure SO_3	3,459	3,271	4,730	6,296	3,643	3,129	2,448	0,666	1,912
Phosphorsäure P_2O_5	0,100	0,144	0,132	0,099	0,175	0,181	0,199	0,130	0,328
Kohlensäure CO_2	geringe Mengen	4,920	2,902	geringe Mengen	1,750	1,614	2,086	—	—
Schwefelwasserstoff H_2S	—	—	—	—	—	0,014	0,116	—	—
Es wurden von HCl nicht gelöst:									
Kieselsäure SiO_2	42,734	29,363	14,918	8,405	46,397	54,658	36,208	58,388	67,534
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,328	0,222	0,174	0,061	0,484	1,060	1,500	0,254	0,328
Tonerde Al_2O_3	2,746	1,038	0,704	0,224	5,122	6,515	18,708	1,634	0,791
Calciumoxyd CaO	0,205	0,665	0,304	0,081	0,363	—	—	0,073	0,074
Magnesiumoxyd MgO	0,133	0,155	0,140	0,031	0,161	0,386	—	—	0,082
Schwefelsäure SO_3	0,256	0,199	0,088	0,035	0,040	—	—	—	—
	62,387	60,378	35,598	23,010	76,336	79,602	73,046	65,463	89,167
Kalium, Natrium und Mangan						in		sehr	
Prozentgehalt der mineral. Substanzen:									
a) der in HCl löslichen:									
Eisenoxyd Fe_2O_3	7,393	3,889	6,180	7,970	5,917	5,473	6,845	3,009	15,546
Tonerde Al_2O_3	6,735	6,805	6,427	4,680	12,133	3,436	1,426	2,031	3,183
Calciumoxyd CaO	4,065	20,728	17,677	20,422	5,582	5,292	6,503	1,526	1,188
Magnesiumoxyd MgO	1,724	2,366	2,039	0,730	0,211	0,932	1,354	0,027	0,401
Schwefelsäure SO_3	5,544	5,418	13,288	27,363	4,772	3,931	3,351	1,017	2,144
Phosphorsäure P_2O_5	0,160	0,239	0,371	0,430	0,229	0,227	0,273	0,198	0,369
Kohlensäure CO_2	geringe Mengen	8,149	8,152	geringe Mengen	2,292	2,028	2,856	—	—
Schwefelwasserstoff H_2S	—	—	—	—	—	0,017	0,159	—	—
b) der in HCl unlöslichen:									
Kieselsäure SiO_2	68,502	48,628	41,907	36,529	60,780	68,664	49,568	89,198	75,739
Eisenoxyd Fe_2O_3	0,525	0,368	0,487	0,265	0,634	1,331	2,054	0,388	0,368
Tonerde Al_2O_3	4,402	1,720	1,978	0,973	6,710	8,185	25,611	2,495	0,887
Calciumoxyd CaO	0,328	1,102	0,854	0,352	0,476	—	—	0,111	0,083
Magnesiumoxyd MgO	0.212	0,258	0,393	0,134	0,211	0,484	—	—	0,092
Schwefelsäure SO_3	0,410	0,330	0,247	0,152	0,053	—	—	—	—
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

der Schlammanalysen.

Langsting-See	Silber- oder Salles-See	Seksche-See	Wendsche-See	Grösserer Makke-See	Lihne-See	Ottern-See	Juge-See	Lawer-See	Dsirne-See	Kadak-See	Duhnje-Lilast-See	Serge-See	Langer See
27/V 1904	27/V 1904	6/VI 1904	6/VI 1904	12/VII 1904	12/VII 1904	11/VII 1904	11/VII 1904	5/VIII 1906	7/VIII 1906	6/VIII 1906	6/VIII 1906	7/VIII 1906	7/VIII 1906
81,4%	95%	86,1%	92,6%	94,68%	94,36%	93,97%	94,43%	95,6%	85%	97%	93,7%	95%	94%
18,202	17,520	11,250	15,130	22,180	29,938	16,070	28,985	18,605	6,358	13,028	19,094	15,378	13,745
61,512	56,950	60,465	33,240	62,960	54,449	43,915	59,305	49,780	19,421	77,770	24,839	65,654	60,164
20,286	25,530	28,285	51,630	14,860	15,613	40,015	11,710	31,615	74,221	9,202	56,067	18,968	26,091
0,307	0,040	0,486	1,018	4,572	2,841	0,620	4,865	1,101	3,100	0,207	6,929	0,595	0,689
1,034	0,360	1,175	1,189	1,726	1,357	1,725	1,160	1,165	6,343	0,574	1,695	0,569	0,989
0,513	1,149	0,729	0,972	2,183	1,631	0,064	1,323	1,010	11,312	1,154	0,565	1,502	0,844
0,030	—	0,189	0,092	0,120	0,131	0,415	0,320	0,202	0,084	0,115	0,074	0,129	0,193
0,196	0,843	0,276	0,240	1,223	0,778	0,396	0,622	0,826	1,592	0,574	0,798	0,432	0,321
0,196	0,499	0,128	1,201	0,291	0,168	0,080	0,887	0,101	0,076	0,008	0,160	0,198	0,153
—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,822	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,210	—	—	—	—
12,516	21,495	23,275	40,910	4,343	7,992	34,545	2,050	24,005	40,850	5,956	41,777	14,529	22,110
0,085	0,120	0,101	0,455	0,034	0,136	0,140	0,106	0,196	0,393	0,138	0,622	0,057	0,150
5,153	0,579	1,215	4,859	0,177	0,294	1,316	0,192	1,529	3,897	0,172	1,623	0,201	0,252
0,055	—	0,135	0,227	0,040	0,026	0,064	0,031	0,122	0,202	0,046	0,147	0,057	0,064
0,008	0,230	0,142	—	0,005	0,079	0,102	0,042	0,058	0,146	0,114	0,020	0,063	0,013
—	—	—	—	—	0,007	0,096	—	0,037	0,031	0,114	0,029	0,023	—
20,093	25,315	27,851	51,163	14,714	15,440	39,563	11,598	30,352	74,058	9,172	54,439	18,355	25,778
	g e	r i n	g e n		M e n	g e n							
1,527	0,158	1,744	1,990	31,074	18,398	1,567	41,946	3,627	4,188	2,257	12,728	3,242	2,673
5,146	1,422	4,219	2,324	11,730	8,787	4,360	10,002	3,838	8,565	6,258	3,114	3,100	3,837
2,553	4,539	2,617	1,900	14,836	10,562	0,162	11,407	3,327	15,276	12,582	1,038	8,183	3,274
0,149	—	0,678	0,179	0,815	0,848	1,049	2,760	0,666	0,113	1,254	0,136	0,693	0,749
0,975	3,330	0,990	0,469	8,312	5,036	1,000	5,363	2,721	2,150	6,258	1,466	2,354	1,245
0,975	1,971	0,459	2,347	1,977	1,088	0,202	7,648	0,333	0,103	0,087	0,294	1,079	0,593
—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,860	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,283	—	—	—	—
62,294	84,910	83,576	79,960	29,517	51,760	87,317	17,676	79,089	55,158	64,940	76,740	79,164	85,771
0,423	0,474	0,362	0,889	0,231	0,880	0,354	0,914	0,646	0,531	1,504	1,143	0,311	0.582
25,646	2,288	4,362	9,499	1,202	1,904	3,326	1,655	5,038	5,261	1,873	2,981	1,095	0,978
0,273	—	0,484	0,443	0,272	0,168	0,162	0,267	0,402	0,273	0,501	0,270	0,311	0,248
—	0,908	0,509	—	0,034	0,511	0,258	0,362	0,191	0,197	1,243	0,037	0,343	0,050
0,039	—	—	—	—	0,058	0,243	—	0,122	0,042	1,243	0,053	0,125	-
100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Zusammenstellung der geophysikalischen Eigenschaften.

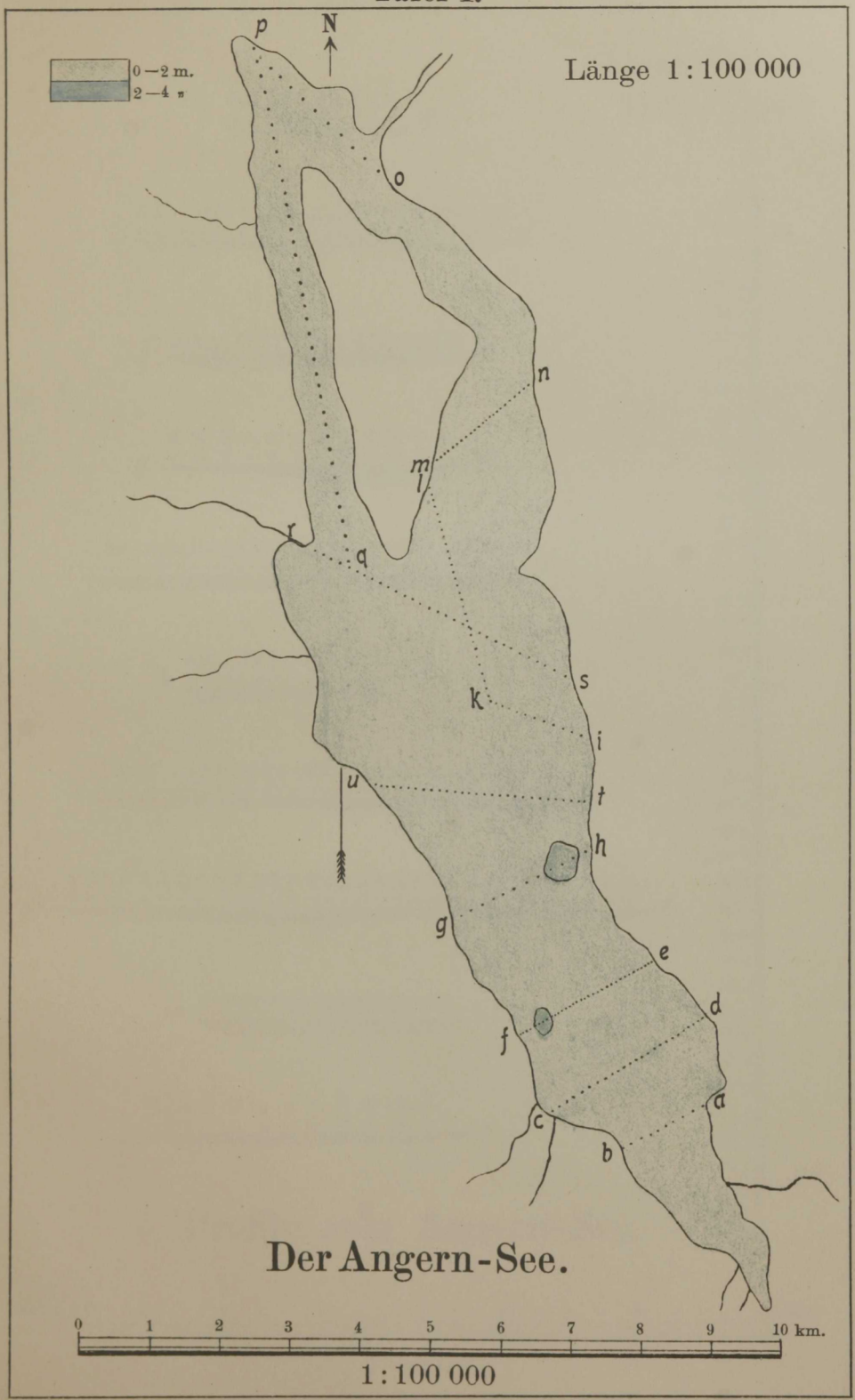
	Angern-See	Kanger-See	Vogel-(Putna-) See	Schlocker See	Blind-(Aklis-) See	Babit-See	Stint-See	Jägel-See	Grosser Weisser See	Kleiner Weisser See	Langsting-See	Silber-Salle-See	Seksche-See	Wendsche-See	Grösserer Makke-See	Lihne-See	Ottern-(Uhdri-) See	Juge-See	Lawer-See	Dsirne-See	Kadak-See	Kleiner Uike-See	Grosser Uike-See	Duhnje-Lilast-See	Serge-See	Ume-See	Langer (Garais-) See
Datum der Untersuchungen . . .	22/V 1906	30/VII 1906	30/VII 1906	18/VI 1906	18/VI 1906	11/VI 1906	29/V 1904	18/V 1904	30/V 1904	30/V 1904	27/V 1904	27/VI 1904	6/VI 1904	6/VI 1904	12/VII 1904	12/VII 1904	11/VII 1904	11/VII 1904	5/VIII 1906	7/VIII 1906	6/VIII 1906	6/VIII 1906	6/VIII 1906	6/VIII 1906	7/VIII 1906	7/VIII 1906	7/VIII 1906
Nördliche Breite[1])	57° 10′ —″ —57° 20′ 40″	56° 59′ —″ —57° 1′ 40″	56° 58′ 25″	56° 57′ 20″ —56° 58′ 20″	56° 56′ 15″ —56° 56′ 45″	56° 53′ 30″ —56° 57′ 15″	56° 59′ 45″ —57° 30′ 20″	56° 57′ 30″ —56° 59′ 45″	57° 1′ —″ —57° 2′ 50″	57° 2′ 10″ —57° 3′ 40″	57° —′ 45″ — 57° 1′ 10″	57° 1′ 45″	57° 2′ 25″	57° 3′ —″	57° 2′ 10″	57° 2′ 10″	57° 3′ 45″	57° 3′ 25″	57° 7′ —″	57° 7′ 40″ —57° 8′ 35″	57° 7′ —″	57° 7′ 45″	57° 8′ 25″	57° 8′ —″ —57° 11′ 25″	57° 9′ 25″	57° 10′ 10″	57° 9′ 30″
Westliche Länge von Pulkowa[1]) .	7° 9′ 20″ — 7° 16′ 5″	6° 49′ 15″ — 6° 54′ 15″	6° 47′ 50″	6° 44′ 50″ — 6° 47′ —″	6° 44′ 40″ — 6° 45′ 30″	6° 29′ 10″ — 6° 41′ 10″	6° 5′ —″ — 6° 12′ 10″	6° —′ —″ — 6° 40′ 30″	6° —′ 30″ — 6° 3′ 30″	6° —′ 50″ — 6° —′ 50″	5° 59′ —″ — 6° —′ 50″	5° 58′ 40″	5° 58′ 30″	5° 56′ 30″	6° 5′ 30″	6° 4′ 40″	6° 3′ 30″	6° 5′ —″	6° 3′ 40″	5° 59′ 30″ — 6° 1′ 45″	5° 58′ 10″	5° 57′ —″	5° 56′ 20″	5° 57′ 20″ — 5° 58′ 50″	6° —′ 45″	5° 59′ 30″	6° 1′ 50″
Östliche Länge von Ferro[1]) . . .	40° 44′ —″ —40° 50′ — ″	41° 5′ —″ —41° 11′ — ″	41° 11′ 40″	41° 12′ 15″ —41° 14′ 25″	41° 14′ —″ —41° 14′ 50″	41° 18′ 30″ —41° 30′ 30″	41° 47′ 10″ —41° 54′ 20″	41° 55′ —″ —41° 59′ 30″	41° 56′ 15″ —41° 59′ 15″	41° 59′ —″ —42° —′ 50″	42° —′ —″ — 42° —′ 55″	42° 1′ —″	42° 1′ 15″	42° 2′ 45″	41° 54′ —″	41° 55′ —″	41° 56′ 15″	41° 54′ 25″	41° 56′ 15″	41° 58′ 15″ —42° —′ 30″	42° 1′ 40″	42° 2′ 40″	42° 3′ 20″	42° 50′ —″ —42° 2′ 20″	41° 59′ 15″	42° —′ —″	41° 58′ —″
Gesamtareal in qm	50 Million.	nicht berechenbar	130 000	3 238 000	687 500	21 350 000	19 Million.	6,5 Million.	6 480 000	2 540 000	385 500	294 000	134 000	142 500	119 000	93 000	170 000	654 000	200 000	1 730 000	550 000	217 000	248 000	5 942 000	268 000	278 000	216 000
Areal der Inseln in qm	6 Million.		—	—	—	—	—	—	70 000	—	—	4 000	—	—	—	—	—	—	—	52 000	12 500	—	—	3 400	—	—	—
Areal der Wasserfläche in qm . .	44 Million.		130 000	3 238 000	687 500	21 350 000	19 Million.	6,5 Million.	6 410 000	2 540 000	385 500	290 000	134 000	142 500	119 000	93 000	170 000	654 000	200 000	1 678 000	537 500	217 000	248 000	5 938 600	268 000	278 000	216 000
Maximaltiefe in m	2,4	1,4	—	1,6	—	2	4,12	2,32	6,7	9,7	8	10,4	6,5	7,6	1,45	1,6	5,0	6,4	2,1	4,75	2,5	7,7	5,0	6,4	—	8,0	3,0
Mittlere Tiefe in m	1,01	—	—	1,08	—	—	—	1,395	—	—	4,49	5,9	2,79	3,08	1,07	1,09	3,34	2,0	1,55	2,8	1,61	4,22	3,07	3,41	—	4,79	2,1
Volumen in cbm	44,5 Million.	—	—	3 497 000	—	—	—	9 067 500	—	—	1 730 000	1 722 000	365 000	438 900	127 000	101 370	567 800	1 308 000	310 000	4 700 000	865 500	920 000	760 000	20 350 000	—	1 332 000	443 600
Farbe nach Forel-Ule	8—10	17	21	19—20	—	19	17—18	18	17	16—17	17	6—7	14—15	14—15	19	19—20	17	18	17	17	15—16	9—10	19	18	20	7	18
Durchsichtigkeitsgrenze in m . . .	Grund überall sichtbar	Grund überall sichtbar	—	0,80	—	Grund überall sichtbar	1,45	1,35	1,60	1,60	2,92	6,4	3,0	3,9	0,57	0,70	0,80	1,4	Grund überall sichtbar	—	Grund überall sichtbar	4,75	3,0	—	—	—	—
Temperatur des Oberflächenwassers nach °Celsius	13,5°	22,5°	24°	19°	20°	23,5°	14,3°	14°	15,2°	14,5°	17°	17°	19,5°	19°	18,5°	20°	19,5°	19°	21°	18°	19,5°	20°	19,5°	19,5°	19°	19°	20°
Temperatur des Tiefenwassers nach °Celsius	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 m 16°	7 m 16°	6 m 17,5°	7 m 17°	—	—	4,5 m 18°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gleichzeitige Lufttemperatur nach °Celsius	12,5°	22°	21,3°	19,5°	19,5°	18,5°	16°	18,5°	14,5°	13,5°	14°	17°	17,3°	18,5°	15,5°	22°	22°	21°	21,5°	16°	17°	19°	18,5°	16°	20°	19,5°	18,5°
Seeboden	Sand mit erratischen Blöcken	Dolomit mit erratischen Blöcken	Moor	Dolomit, etwas Torf und Grand	—	überall Sand	überall Sand	überall Sand	überall Sand	überall Sand	Sand und z. T. Moor	nur Sand	nur Sand	nur Sand	Moor	Sand und Moor	Sand, etwas Moor	Sand und etwas Moor	Sand, etwas Moor	Sand	nur Sand	nur Sand	nur Sand	nur Sand	Sand uud Moor	nur Sand	nur Sand
Tiefe der Schlammschichten in m .	0,25—3	2—2,5	—	ca. 1	0,5—0,75 am Ufer	3—4,5	ca. 1,5	1,5—2	bis 2,30	wenig Schlamm	—	—	—	—	4—5	3—4	—	—	—	ca. 3,5	bis 4,0	—	—	—	—	—	—
Zahl der Zuflüsse	7	1	—	2	1 Verbindungsflüsschen	1 u. einige unbedeutende	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 Verbindungsflüsschen	—	—	1	3	—	—	—
„ „ Abflüsse	2	1	—	1		1	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	1	1	—	—	—

[1]) Bezieht sich bei den kleinen Seen auf deren Mitte.

Verzeichnis der Tiefenkarten.

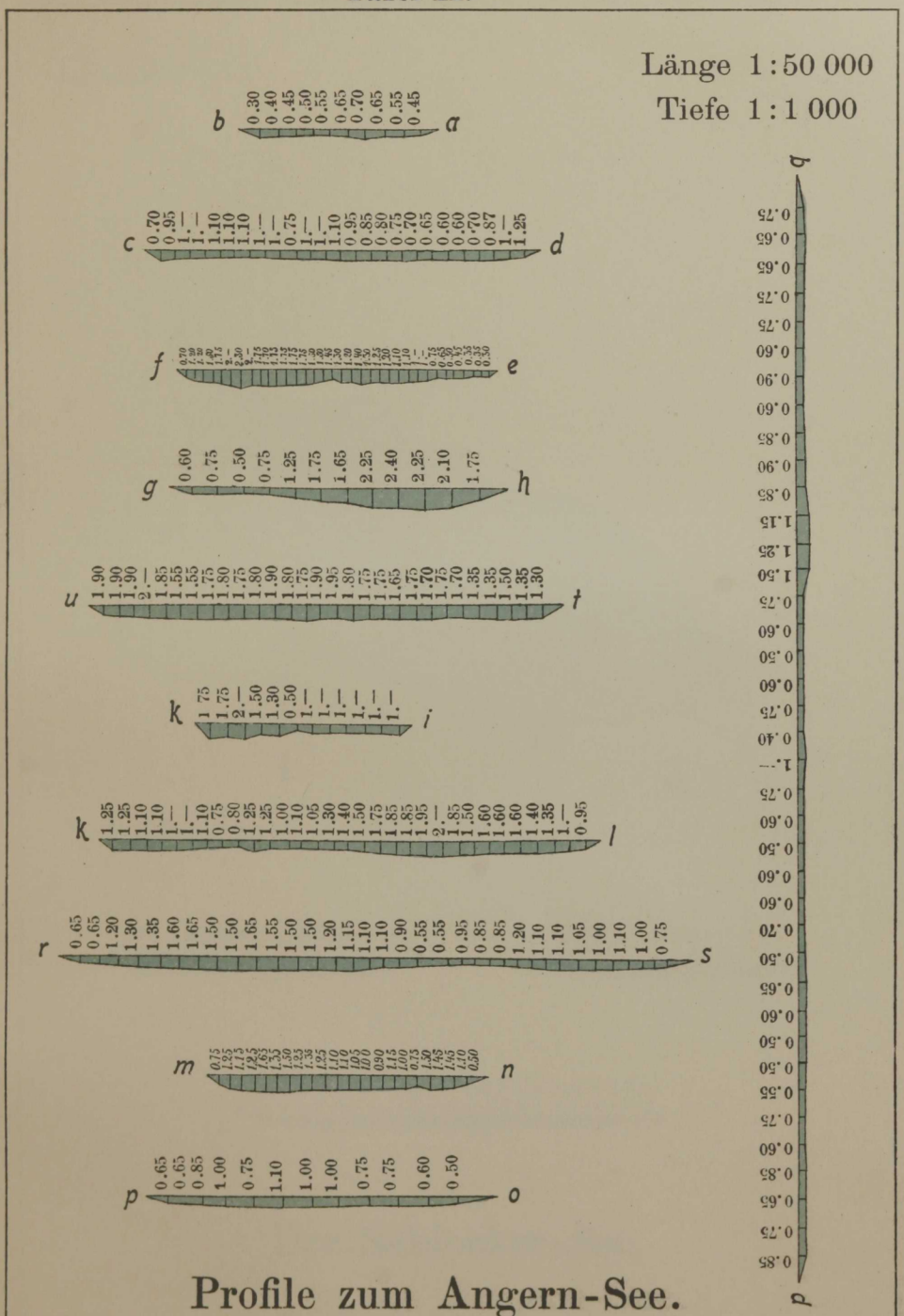
Tafel	I	Der Angern-See.
„	II	Profile zum Angern-See.
„	III	Der Schlocker See.
„	IV	„ Jägel-See.
„	V	„ grosse Weisse See.
„	VI	„ kleine „ „
„	VII	„ Langsting-See.
„	VIII	„ Silber- oder Salles-See.
„	IX	„ Seksche-See.
„	X	„ Wendsche-See.
„	XI	„ grössere Makke-See.
„	XII	„ Lihne-See.
„	XIII	„ Ottern-See, (Uhdri-esars).
„	XIV	„ Juge-See.
„	XV	„ Lawer-See.
„	XVI	„ Dsirne-See.
„	XVII	„ Kadak-See.
„	XVIII	„ kleine Uike-See.
„	XIX	„ grosse „ „
„	XX	„ Duhnje-Lilast-See.
„	XXI	Profile zum Duhnje-Lilast-See.
„	XXII	Der Ume-See.
„	XXIII	„ Lange See, SW-Teil. (Garais esars).

Tafel I.



Der Angern-See.

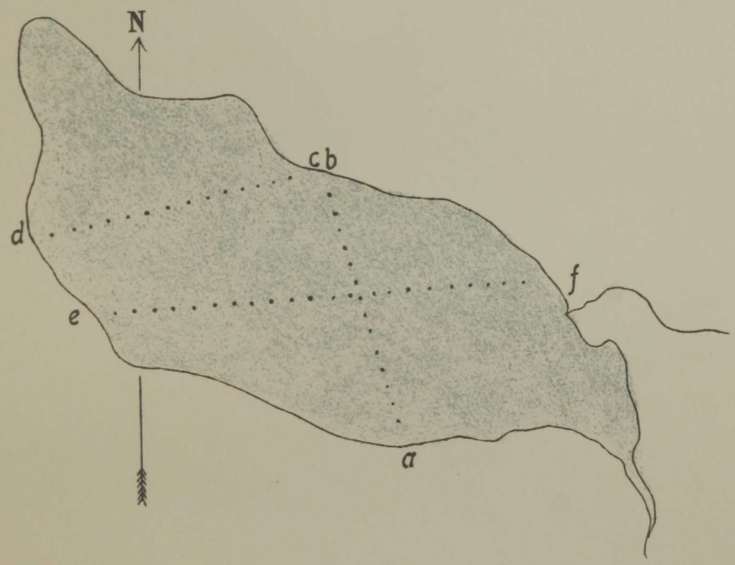
Tafel II.

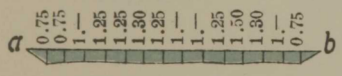

Länge 1:50 000
Tiefe 1:1 000
b
a
c
d
f
e
g
h
u
t
k
i
k
l
r
s
m
n
p
o
q
p
Profile zum Angern-See.
Meter 1000
500
0
1
2
3
4 km.
1:50 000

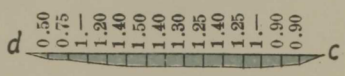
Tafel III.

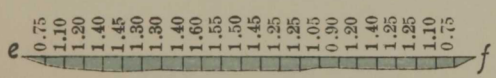
0—2 m.

Länge 1:31 500
Tiefe 1:1 000

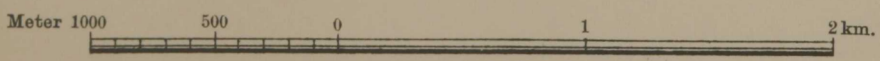








Der Schlocker-See.

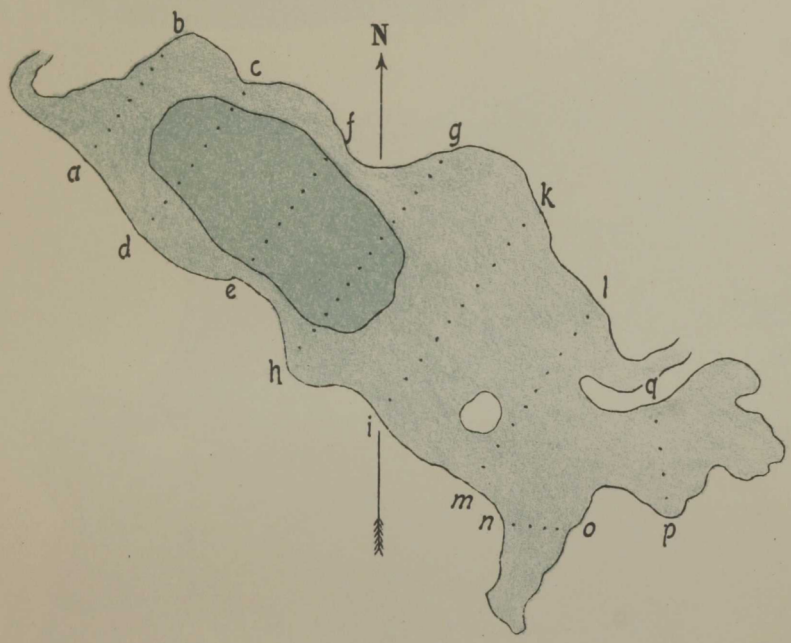


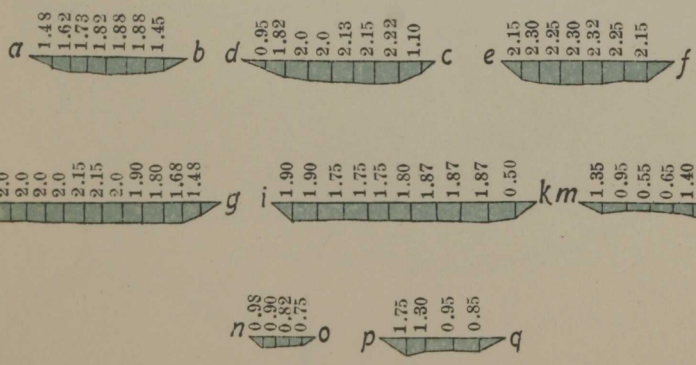
1:31 500

Tafel IV.

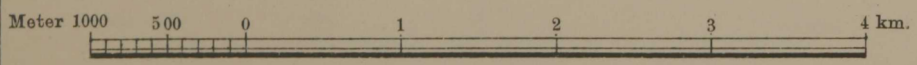


Länge 1:50 000
Tiefe 1:1 000



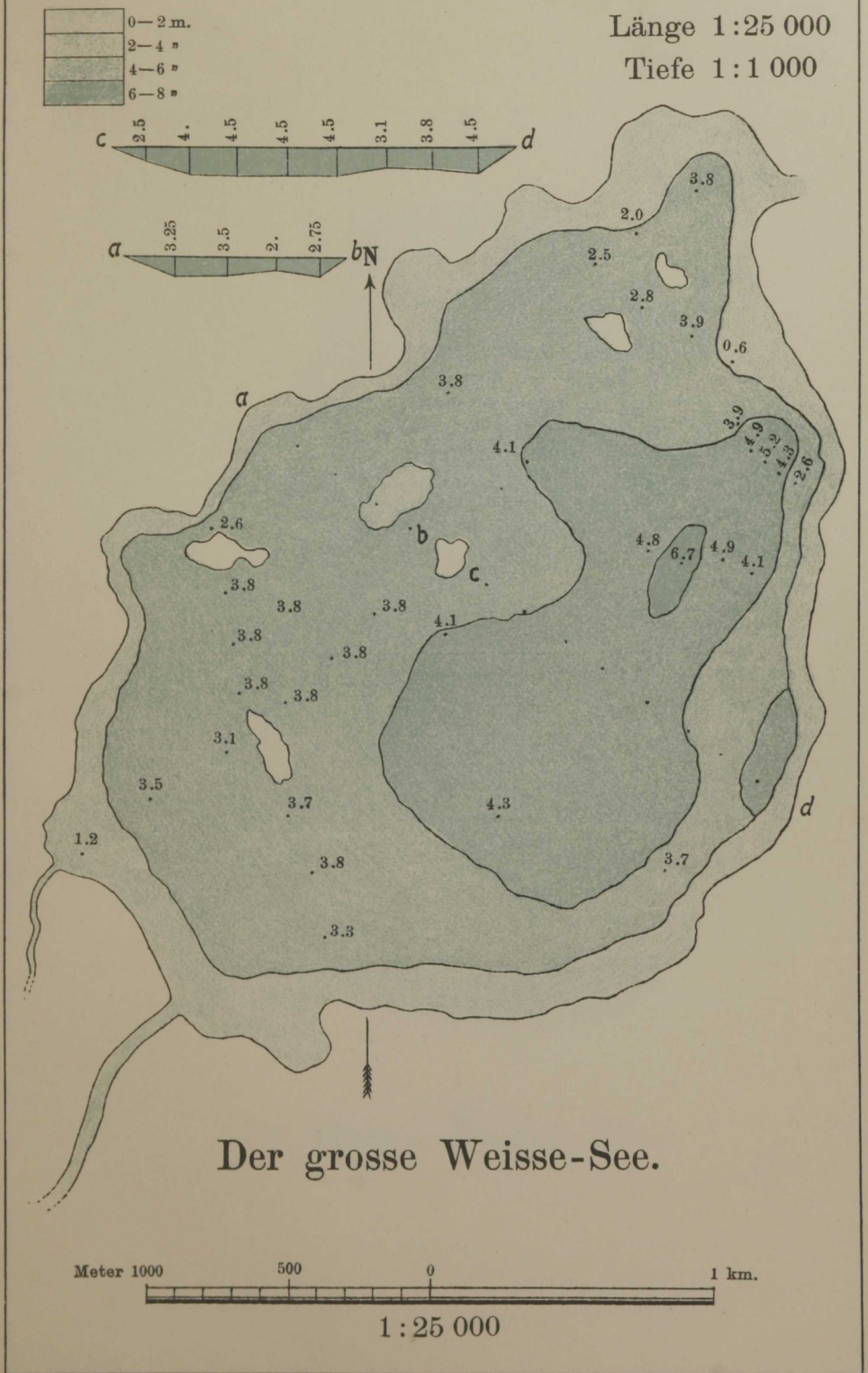


Der Jägel-See.



1:50 000

Tafel V.

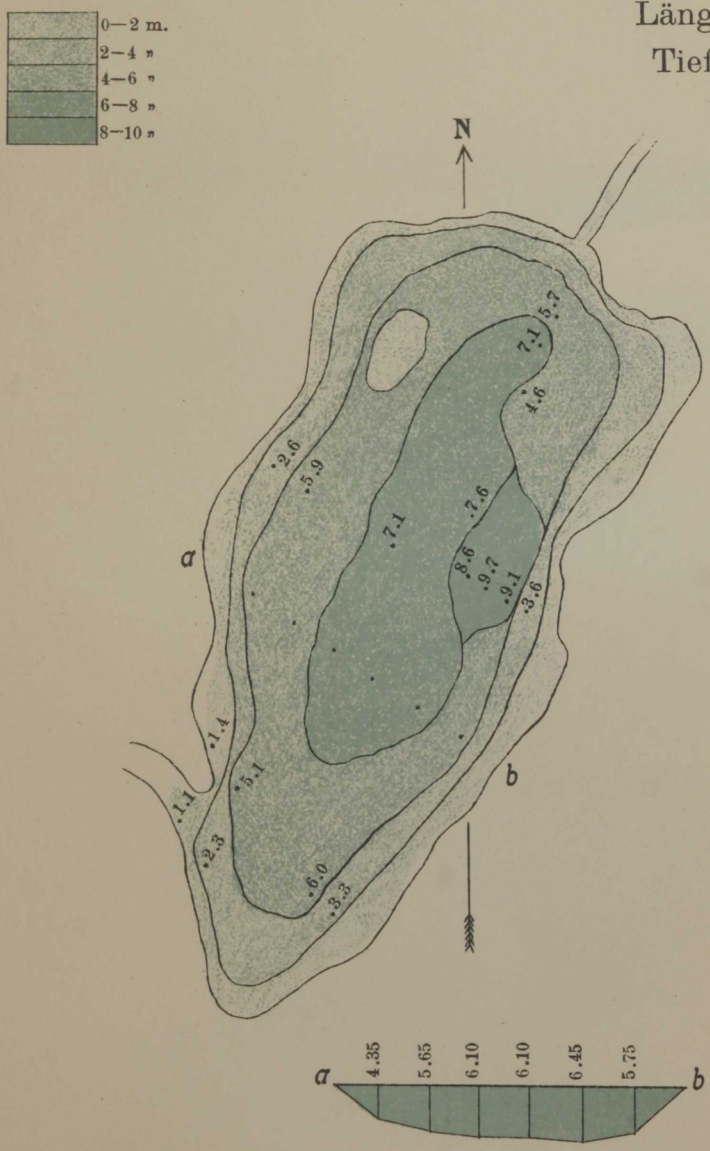


Der grosse Weisse-See.

Meter 1000 500 0 1 km.

1:25 000

Tafel VI.

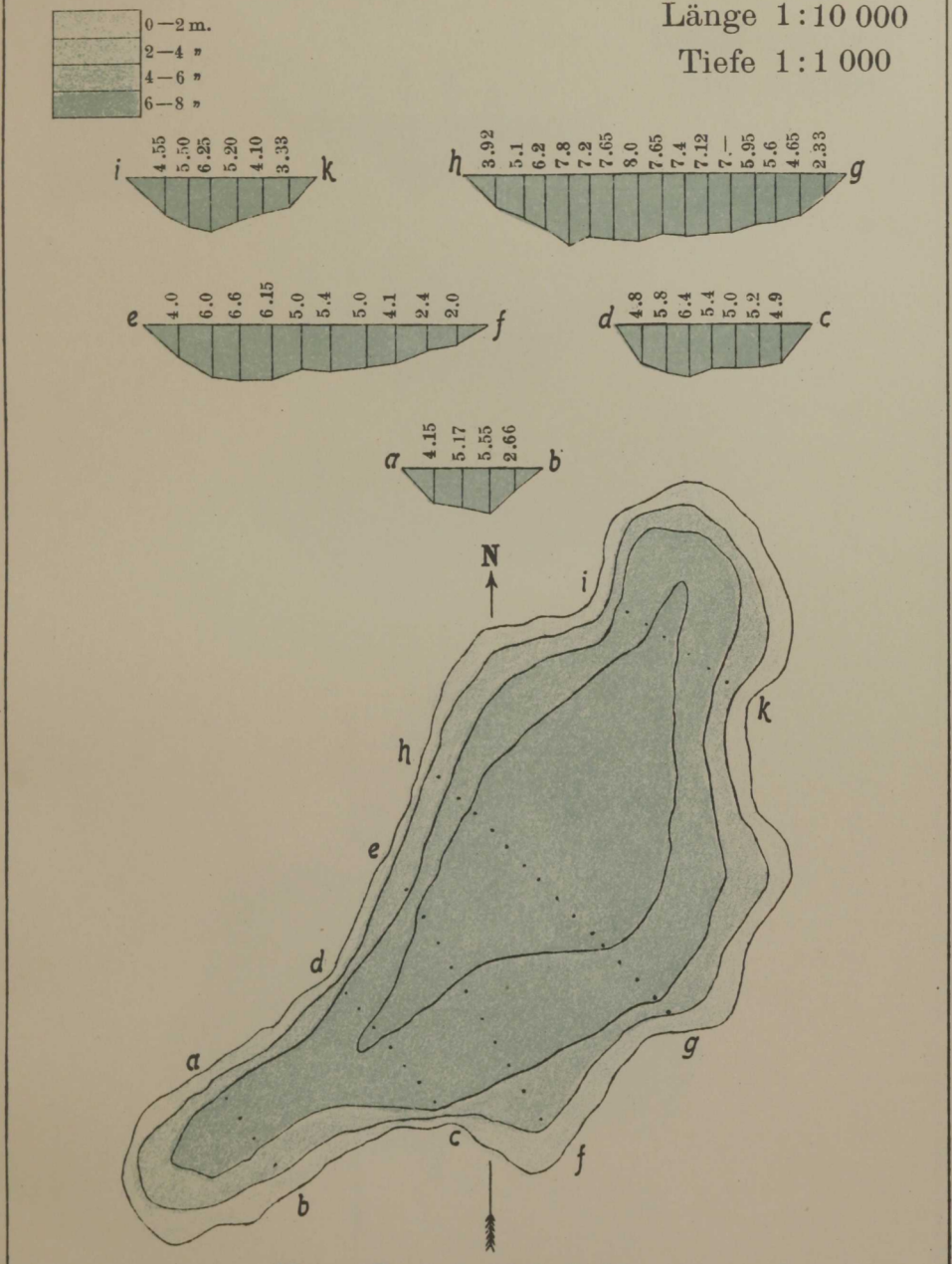


Der kleine Weisse See.

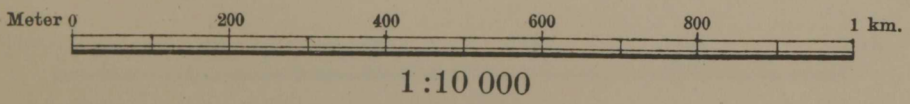
Meter 1000 500 0 1 km.

1:25 000

Tafel VII.



Der Langsting-See.

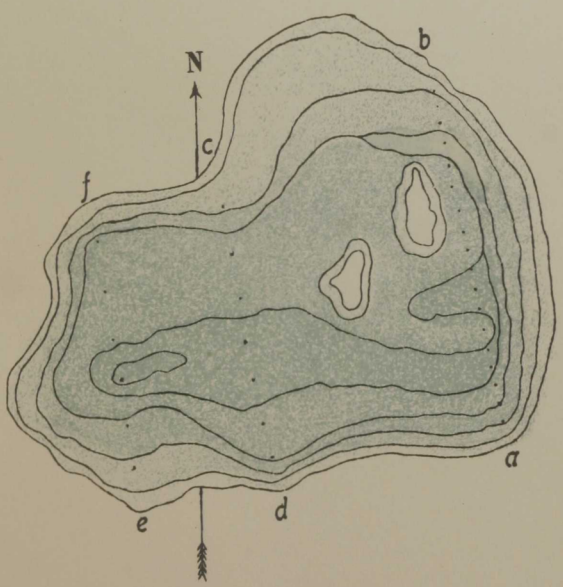


1:10 000

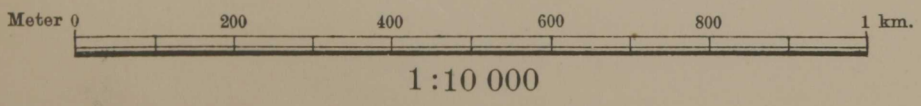
Tafel VIII.



Länge 1:10 000
Tiefe 1:1 000

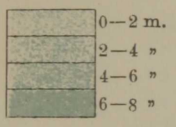


Der Silber- oder Salles-See.

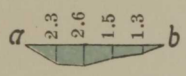


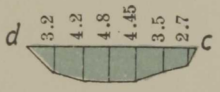
1:10 000

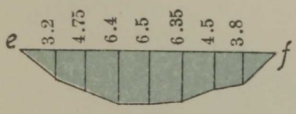
Tafel IX.

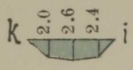


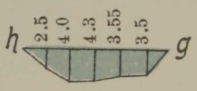
Länge 1:10 000
Tiefe 1:1 000

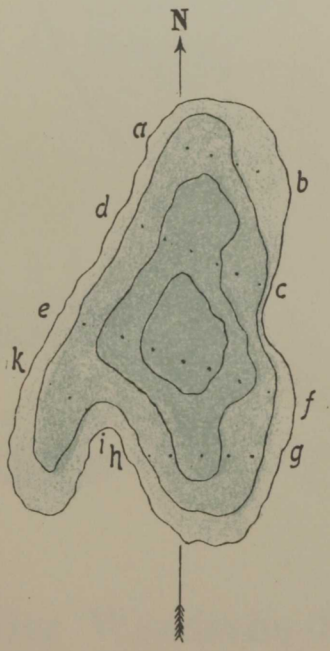




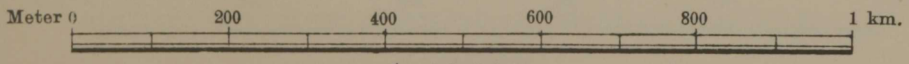






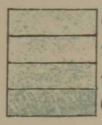


Der Seksche-See.

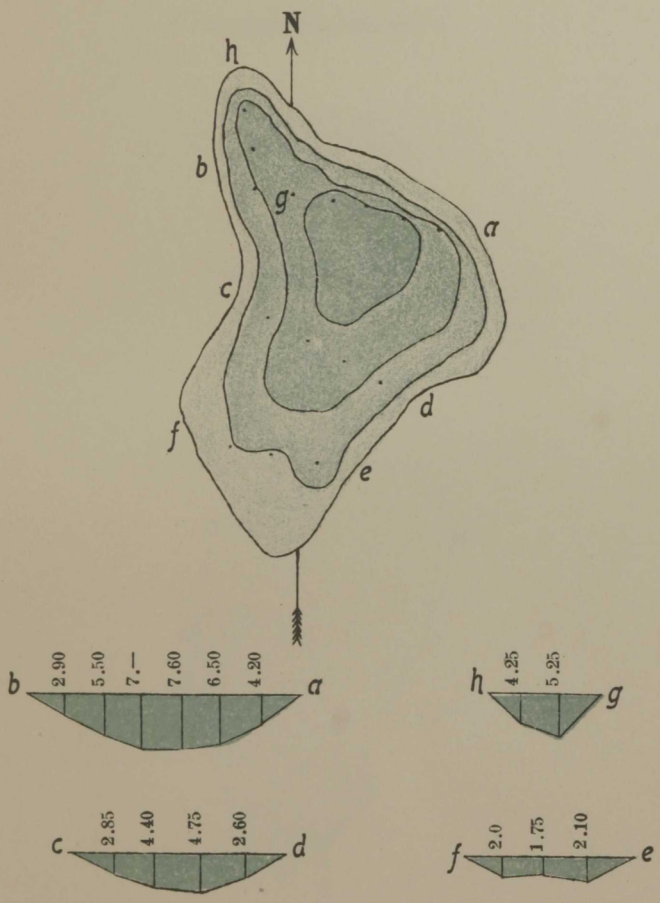


1:10 000

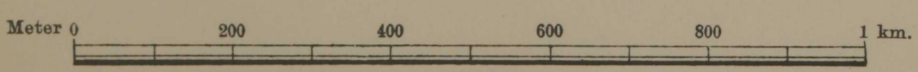
Tafel X.



Länge 1:10 000
Tiefe 1:1 000



Der Wendsche-See.

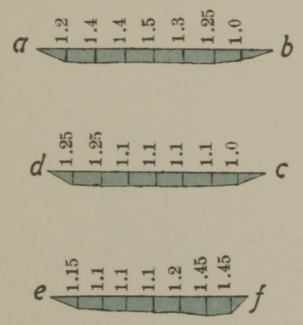


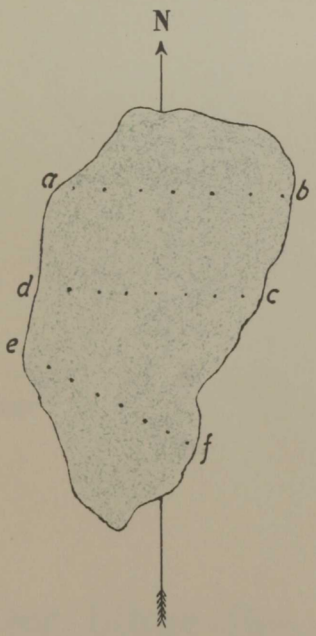
1:10 000

Tafel XI.

0—2 m.

Länge 1:10 000
Tiefe 1:1 000



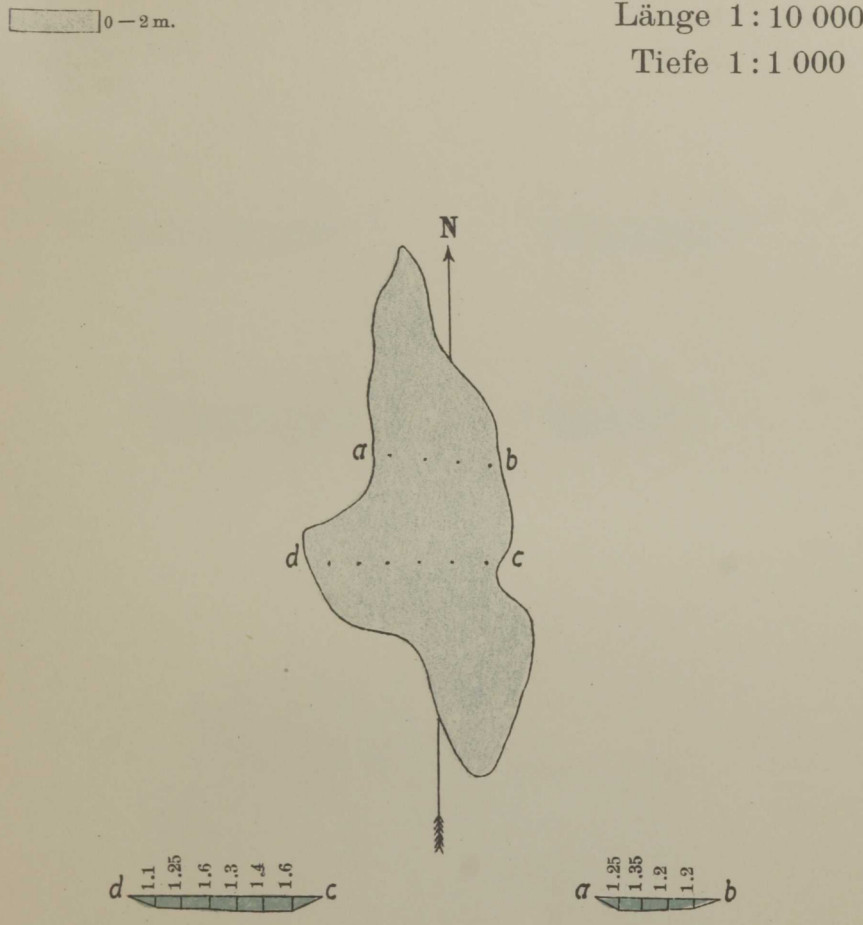


Der grössere Makke-See.

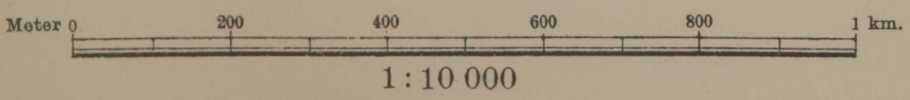
Meter 0 200 400 600 800 1 km.

1:10 000

Tafel XII.

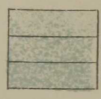


Der Lihne-See.

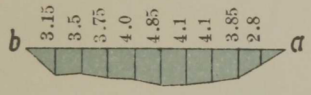


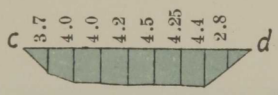
1 : 10 000

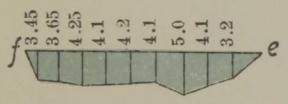
Tafel XIII.

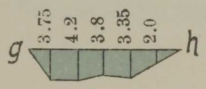


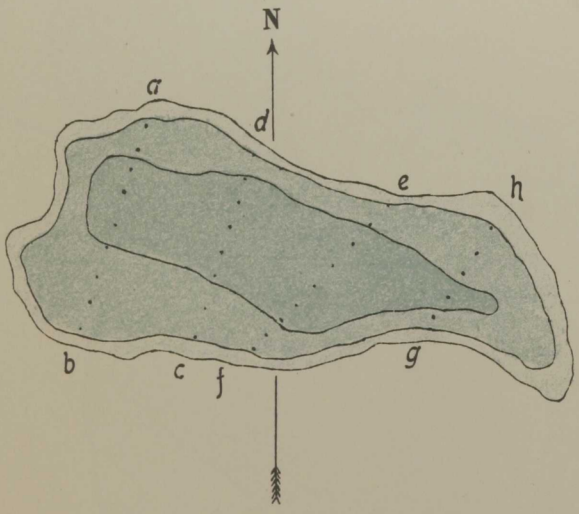
Länge 1:10 000
Tiefe 1:1 000





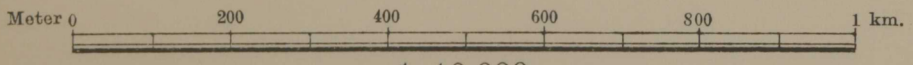






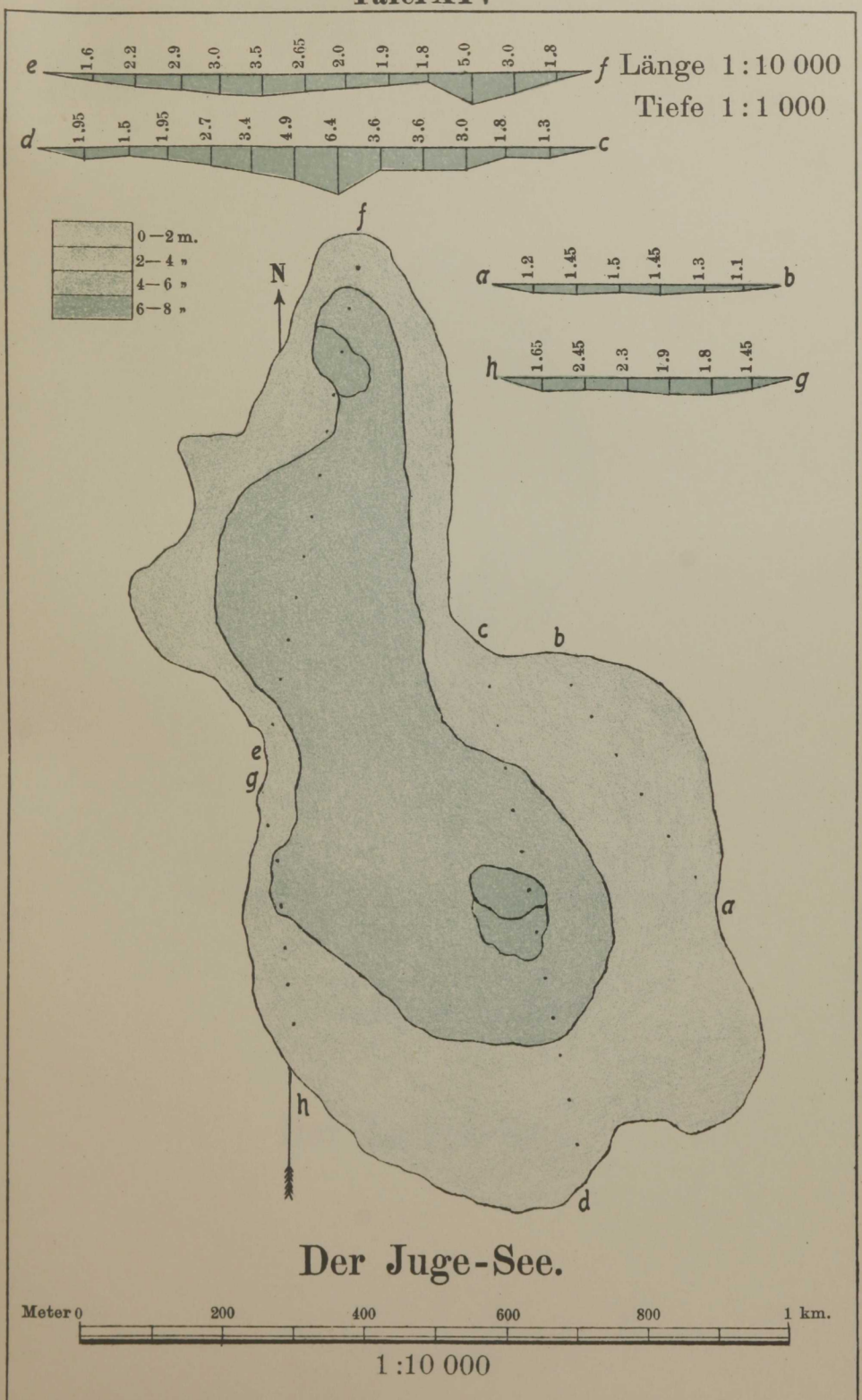
Der Ottern-See.

(Uhdri-esars).



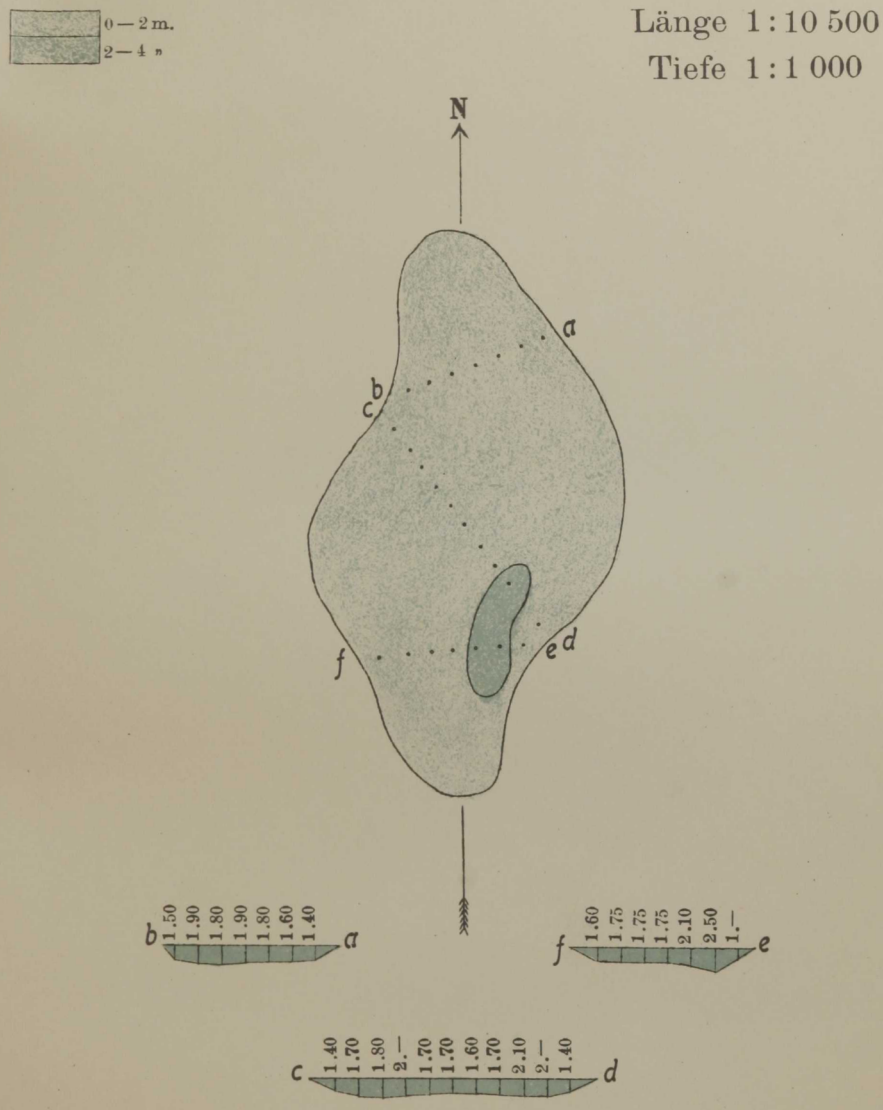
1:10 000

Tafel XIV

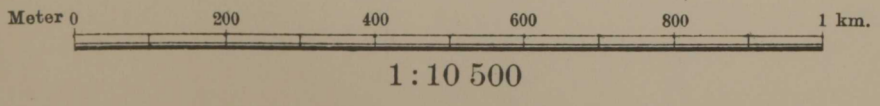


Der Juge-See.

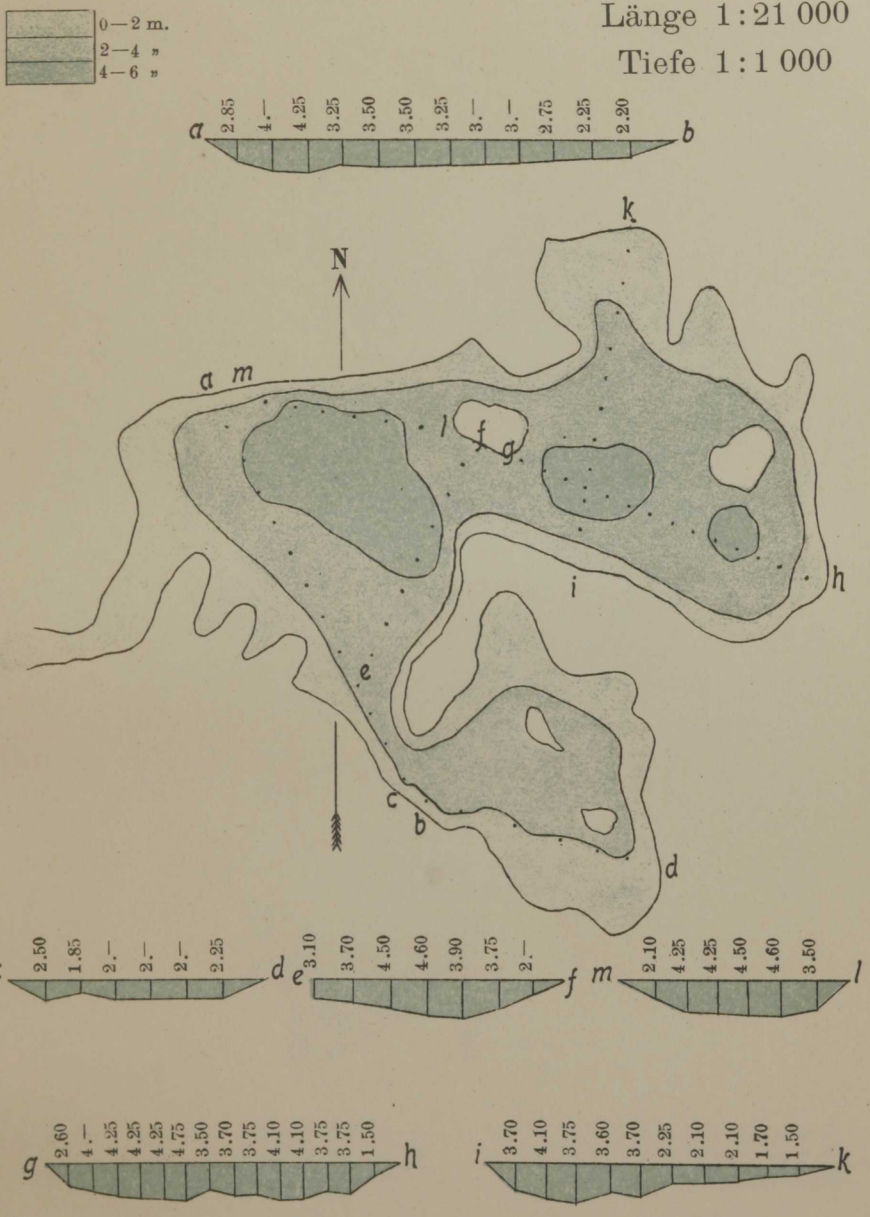
Tafel XV.



Der Lawer-See.



Tafel XVI

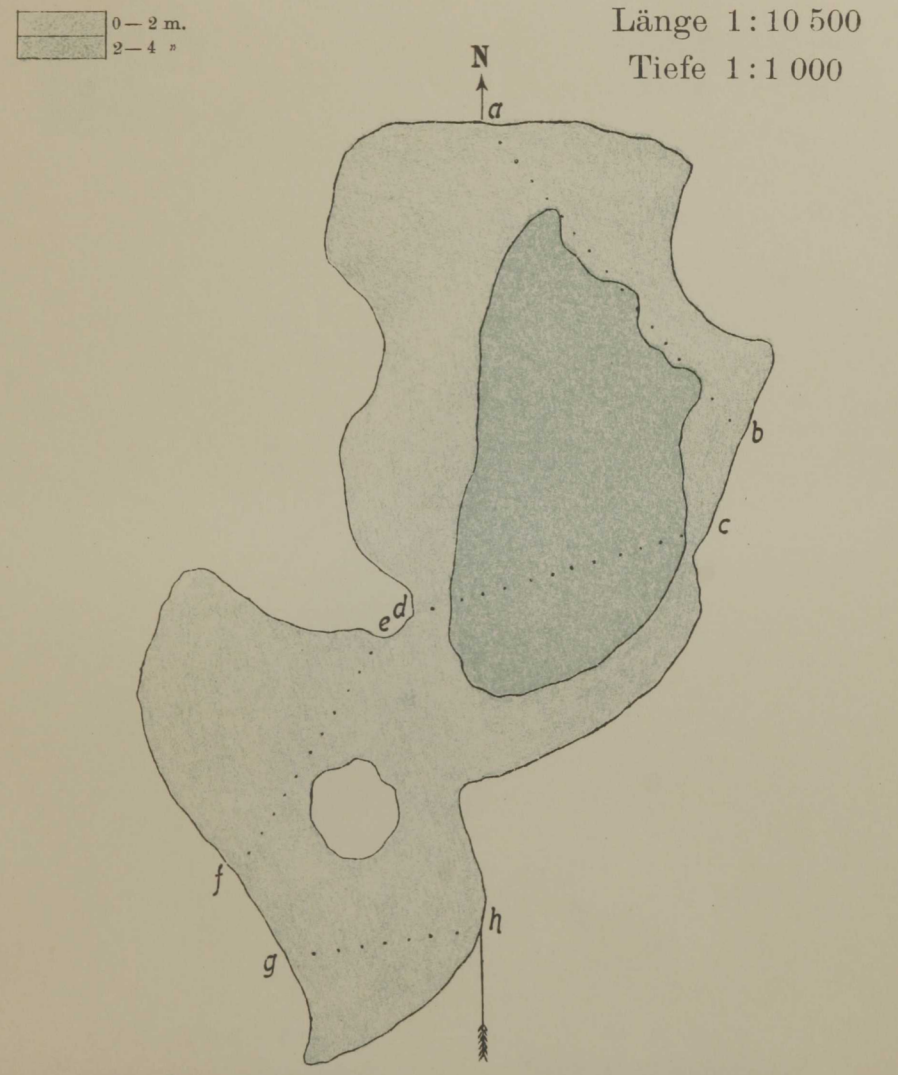


Der Dsirne-See.

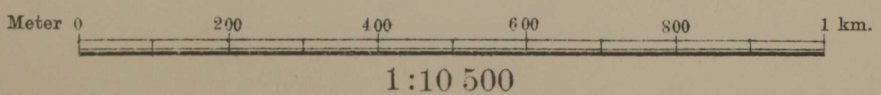
Meter 1000 500 0 1 km.

1:21 000

Tafel XVII.

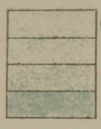


Der Kadak-See.

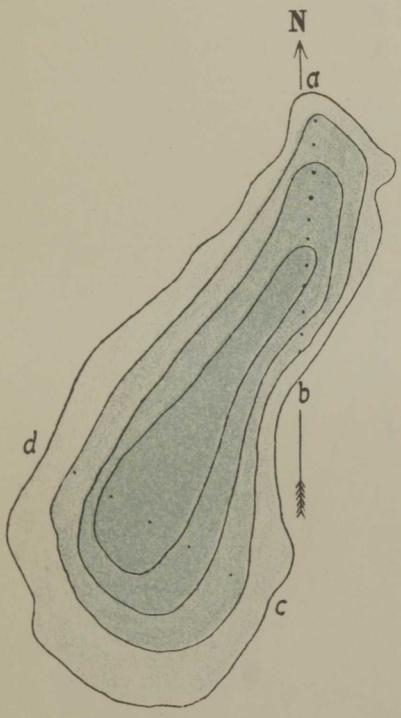


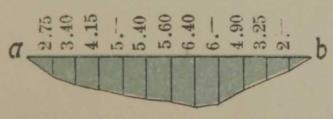
1 : 10 500

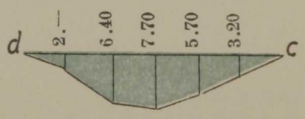
Tafel XVIII.



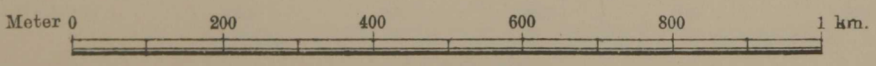
Länge 1:10 500
Tiefe 1:1 000





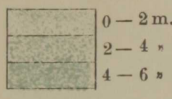


Der kleine Uike-See.

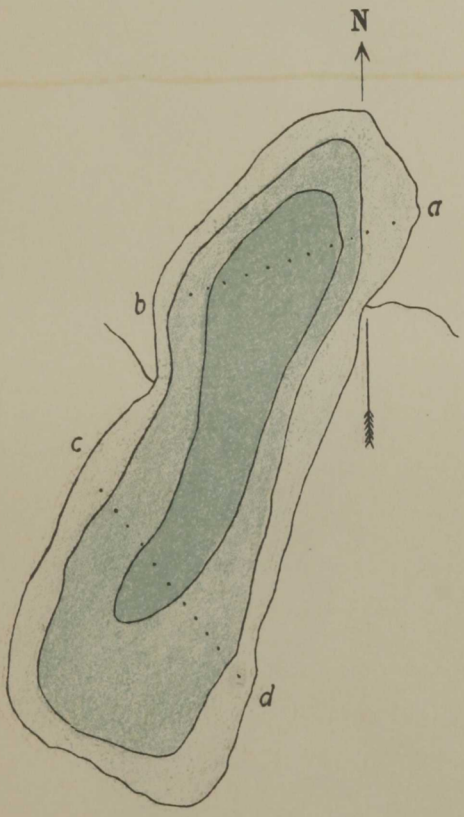


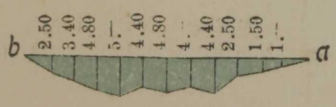
1:10 500

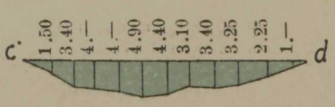
Tafel XIX.



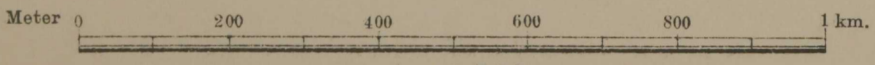
Länge 1 : 10 500
Tiefe 1 : 1 000





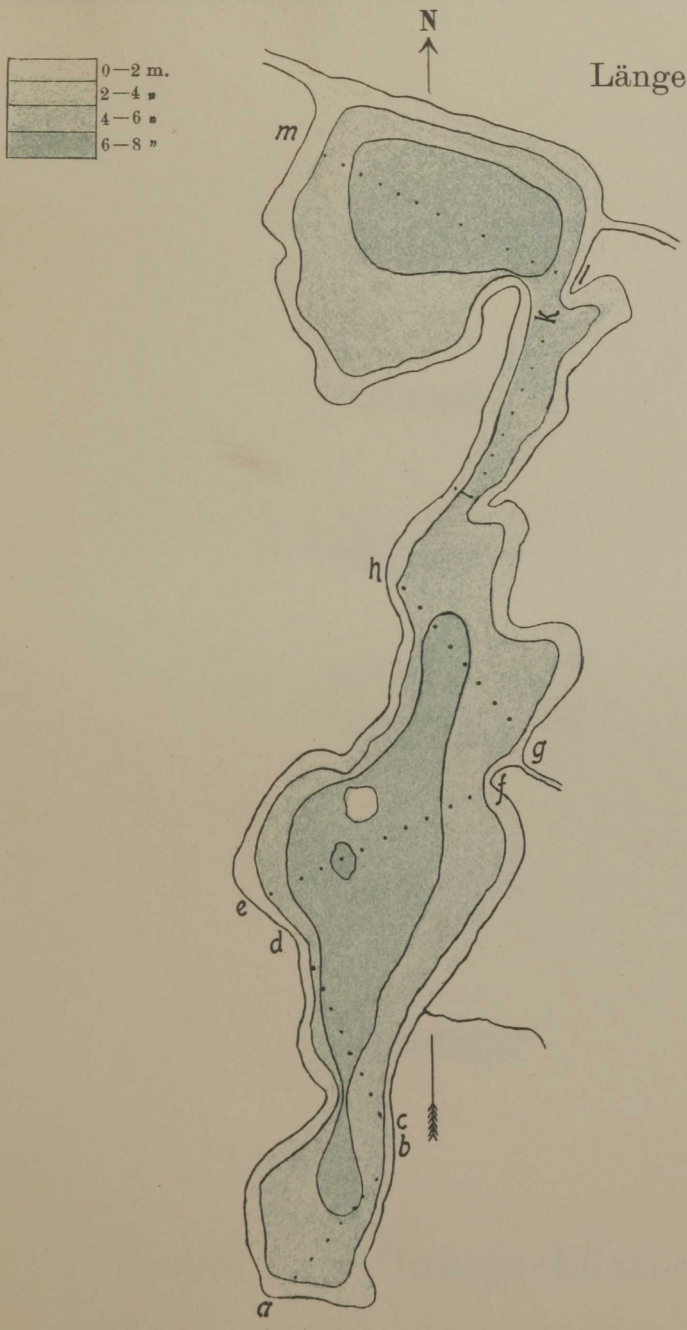


Der grosse Uike-See.



1 : 10 500

Tafel XX.



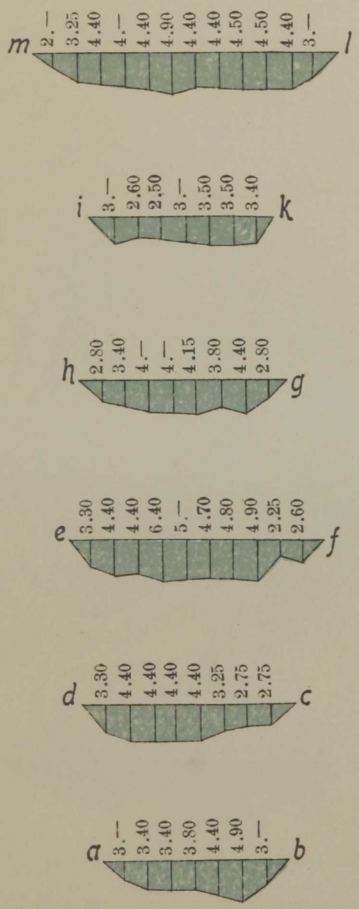
Der Duhnje-Lilast-See.

Meter 1000 500 0 1 2 3 km.

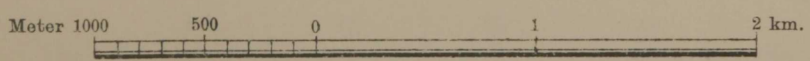
1:42 000

Tafel XXI.

Länge 1 : 42 000
Tiefe 1 : 1 000

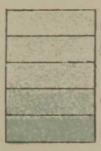


Profile zum Duhnje-Lilast-See.

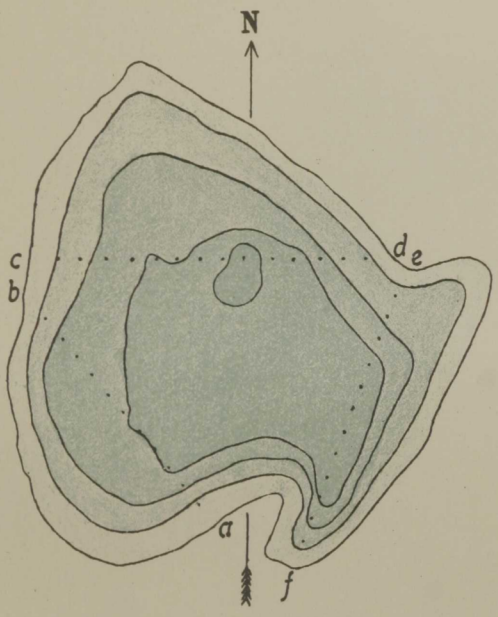


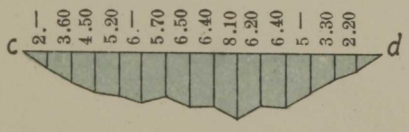
1 : 42 000

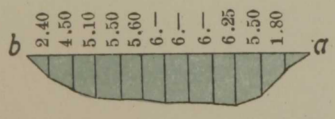
Tafel XXII.

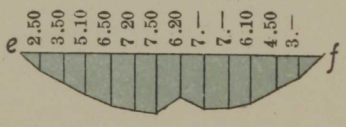


Länge 1:10 500
Tiefe 1:1 000

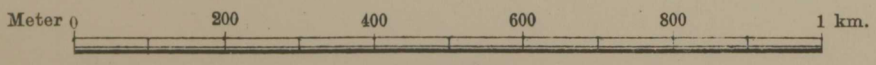






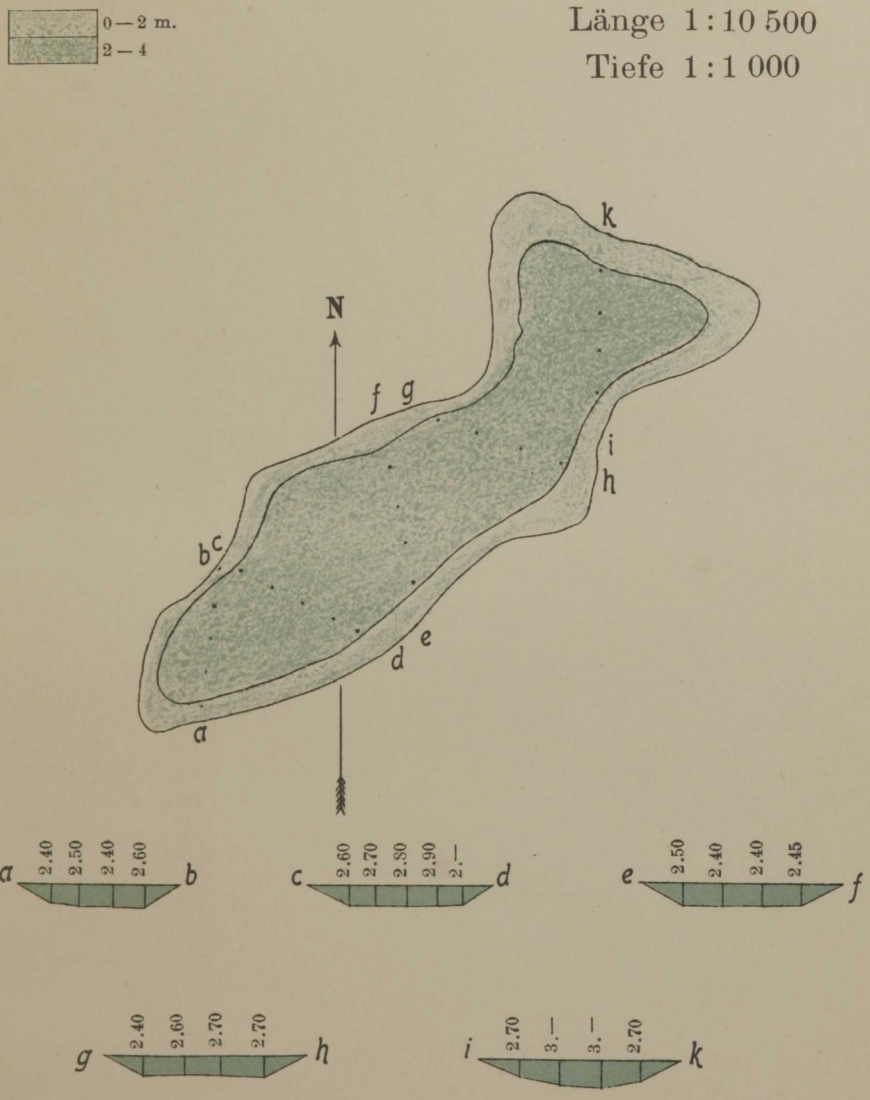


Der Ume-See.



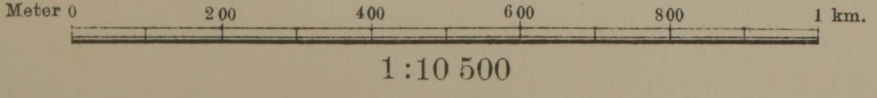
1:10 500

Tafel XXIII.



Der Lange See SW-Teil.

(Garais esars).



1:10 500



RIGAER MEER BUSEN
Angern-See
Kanger-See
Babit-See
Stint-See
Jägel-See
Riga
Tuckum
Tirul Sumpf
Mescheraggezeem
Rgt. Markgrafen
Rgt. Angern
Rgt. Bresilgen
Rgt. Holmhof
Rgt. Dahlen
Rgt. Zarnikau
Alte Düna
Düna Fl.
Düna-Aa Kanal
Aa Fl.
Stolzene
Schlock
Kemmern
Sassenhof
Thorensberg
Pupe
Solitude
Majorenhof
Bilderlingshof
Kurlsbad
Assern
Anting
Reeksting
Gahtesupe
Antingzeem
Ragazeem
Bigamzeem
Dunnje See
Putna See
Schlocker See
Lihkum-See
Aklis See
Walgum See
Dumpgallen B.
Puckal B.
Weggen B.
O. F. Angern
Sunnit
Kreewe
Kuilezeem
Dsederzeem
Skuje
Metupe
Puskupe
Lilast See
Ume-See
Dunnje See
Ulke-Seen
Kadak-See
Lawer-See
Ottern-See
Juge See
Makke-See
Lihne See
Grosser Weisser See
Kleiner Weisser See
Silber-See
Wendsche See
Dunnje-See
St. Rodenpois
Langsting See
Jägel
Boldern
Dünamünde
45'
41°
15'
30'
45'
42°
15'/57°
57°
Maßstab 1: 200000 der natürl. Länge
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kilometer