

SUOMEN GEOLOGINEN TOIMIKUNTA

BULLETIN
DE LA
COMMISSION GÉOLOGIQUE
DE FINLANDE

N:o 132

SUOMEN GEOLOGISEN SEURAN JULKAISUJA
MEDDELANDEN FRÅN GEOLOGISKA SÄLLSKAPET I FINLAND
COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FINLANDE

XVI

AVEC 41 DIAGRAMMES, 9 TABLEAUX, 3 CARTES ET 3 FIGURES DANS LE TEXTE.



HELSINKI
1944

Tekijät vastaavat yksin kirjoitustensa sisällyksestä.

Författarna äro ensamma ansvariga för sina uppsatser innehåll.

Les auteurs sont seuls responsables de leurs articles.

SUOMEN GEOLOGINEN TOIMIKUNTA
BULLETIN DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DE FINLANDE N:o 132

SUOMEN GEOLOGISEN SEURAN JULKAISUJA
MEDDELANDEN FRÅN GEOLOGISKA SÄLLSKAPET
I FINLAND
COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FINLANDE

XVI

HELSINKI 1944
IMPRIMERIE DE L'ÉTAT

SISÄLLYSLUETTELO—INNEHÅLLSFÖRTECKNING—SOMMAIRE.

JORMA MATTLA, Onni Veikko Lumiala †	5
1. KARL MÖLDER, Die postglaziale Klimaentwicklung im Lichte der fossilen Diatomeenfunde in Südfinnland	15
2. KARL MÖLDER, Das Karelische Eismeer im Lichte der fossilen Diatomeenfunde	55
3. V. JAANUSSON, Über die postglaziale Entwicklung der Insel Vormsi in Estland	86
4. V. JAANUSSON, Übersicht der Stratigraphie der Lyckholm-Komplexstufe	92
5. KARL MÖLDER, Die Entwicklungsgeschichte des Sees Vieljärvi in Ostkarelien und die Klimaschwankung im Lichte der fossilen Diatomeenfunde aus den Seesedimenten	101
6. O. V. LUMIALA, Über die Beziehung einiger Moorpflanzen zu der Grundwasserhöhe	147
7. MARTTI SALMI, Ein Seehundfund aus Ruukki und die Salzwasserkonzentrationschwankungen des Wassers in dieser Gegend während der Postglazialzeit auf Grund fossilen Diatomeenflora	165
8. THORD BRENNER, Die Bodenbildungen des Muhos-Sediments bei Kieksi	189



PRO PATRIA



Onni Veikko Lumiala

O. V. LUMIALA

Am 9. Juli 1944 erlag am Abend in einem Feldlazarett auf der Kareli-schen Landenge der Hilfs-Torfgeologe cand. phil. Oberleutnant Onni Veikko Lumiala seinen in schwerem Gefecht erhaltenen Wunden.

Das Scheiden O. V. Lumialas aus den Reihen der jungen Forscher bedeutete für die naturwissenschaftliche Forschung Finnlands einen der allerschwersten kriegsbedingten Verluste. Er war beseelt von lebendigem Forschergeist, der der harmonischen Schönheit der Natur besonders empfindlich und offen gegenüberstand, und von Liebe zur Natur war auch sein starker Forschungsdrang getragen. Die Lumiala innewohnende Hinneigung zur Natur war so überwältigend, dass er wie aus innerem Zwang den verschiedensten Dingen und Erscheinungen Aufmerksamkeit zuwenden musste. Allem, was er in der Natur sah, begegnete er mit Interesse, und nichts erschien ihm zu gering. Darauf wie auch auf der Fähigkeit, seine mancherlei Beobachtungen zu beherrschen, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden, und auf seiner umfassenden Belesenheit beruhte seine unvergleichliche naturwissenschaftliche Vielseitigkeit, wie sie in der gegenwärtigen Zeit der Spezialisierung nur noch selten anzutreffen ist. O. V. Lumiala war ein ungewöhnlich befähigter und begabter Mann, der sein Leben von Anfang an der Naturwissenschaft gewidmet hatte. Was er bisher zu vollbringen vermochte, liess grosse Hoffnungen auf ihn setzen, die er gewiss erfüllt hätte, wenn nicht seiner Lebensbahn in ihrem kühnsten Aufstiege ein Ziel gesetzt gewesen wäre.

O. V. Lumiala (früher Lundson) wurde am 30. Januar 1910 in Kuopio geboren. Seine Eltern waren der Provinziallandmesser Evert Lundson und Cecilia, geb. Gabriellson.

Wie im allgemeinen, so führte auch bei Lumiala eine eindeutige und zielbewusste Lebensrichtung auf frühe Lebensjahre zurück. Schon als Schüler begleitete er seinen Vater auf dessen Dienstreisen. Dabei sammelte er eifrig Pflanzen und Vogeleier, vor allem aber lernte er seine Heimat kennen und sich mit offenen Augen in Wald und Feld, auf Mooren und Gewässern zu bewegen. Später, als er die Mittelstufe seiner Schule besuchte, erwachten in ihm auch entomologische Interessen. In jener Zeit exkurrierte er selbständig oder im Begleitung von Altersgenossen und machte vorwiegend über seine ornithologischen Beobachtungen systematische Aufzeichnungen, die von durchaus wissenschaftlichem Wert sind.

Die Naturschönheit seiner Heimat, ihre Tier- und üppige, reiche Pflanzenwelt waren gewiss allein schon geeignet, Interesse für Naturforschung

zu erwecken, doch war auch das geistige Leben seiner Heimatstadt in beträchtlichem Masse daran beteiligt. In Kuopio, das in mancher Hinsicht im Kulturleben Finnlands eine wichtige Rolle gespielt hat, ist auch das Interesse für die Naturwissenschaften in bedeutsamer Weise gepflegt worden. Die in Anbetracht der provinziellen Verhältnisse ausgezeichneten naturgeschichtlichen Sammlungen im Museum von Kuopio hat Lumiala stets gern aufgesucht, und die Zusammenkünfte der Vereinigung der Naturfreunde von Kuopio waren sehlichst von ihm erwartete Veranstaltungen. Die Tätigkeit in der Vereinigung gestaltete und bereicherte Lumiala geistig nicht allein in seinen Sonderinteressen sondern auch im allgemeinen. In der Zusammenarbeit mit älteren Naturforschern, von denen Lektor Kurt Enwald insbesondere erwähnt sei, gewöhnte er sich früh daran, Ziele setzend und ihnen bewusst nachstrebend, die Heimat zu erforschen. Die Versammlungen der Vereinigung, ihre Exkursionen und der persönliche Einfluss ihrer führenden Persönlichkeiten entwickelten und erzogen auch andere junge Naturfreunde, die später Naturwissenschaften studierten und einen Freundeskreis bildeten, der auf seine Mitglieder einen fruchtbaren Einfluss ausgeübt hat.

In aufnahmebereitester Zeit der Jugend Lumialas vereinigten sich in schöner Weise Heim und Heimat, ihre Natur und geistigen Bestrebungen zu einem einheitlichen und starken Entwicklungsfaktor, der die Grundlage der Laufbahn dieses jungen Forschers schuf und seiner Lebensarbeit eine eindeutige Richtung anwies. In Dankbarkeit dessen eingedenk, war er auch später seiner Heimat verbunden, die ebenfalls in regionalem Sinne den Ausgangspunkt seiner Lebensarbeit ausgemacht hat.

Lumiala bestand die Abiturientenprüfung am Gymnasium zu Kuopio, wonach er seiner Militärpflicht in dem Infanterieregiment Nord-Savo genügte und die Reserveoffizierschule absolvierte. Als er im Herbst 1931 sein Studium an der Universität Helsinki begann, war es selbstverständlich, dass er sich in die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät einschrieb, als Studienfächer Geographie und biologische Wissenschaften. Und man kann sagen, dass wenige Studierende reicher an Vorkenntnissen auf ihrem Gebiet und reifer im Denken als Lumiala ihre Studien aufgenommen haben. Bei ihm handelte es sich nämlich nicht allein um gute Schulkenntnisse sondern auch um eine von ausserordentlich bedeutsamen Miterziehungsbedingungen geleistete gründliche Vorbereitung.

Das Studium Lumialas war durch Fleiss, Gründlichkeit und äusserste Gewissenhaftigkeit gekennzeichnet. Mit Energie packte er die praktischen Arbeiten an, die rasch vonstatten gingen, obgleich er sie besonders sorgfältig und mit guten Ergebnissen leistete. Daher konnte er bald zu einer ihm mehr befriedigenden selbständigen Arbeitsweise übergehen, anfangs zur Leistung von Spezialarbeiten und dann zu anspruchsvolleren Forschungsarbeiten, in denen seine Kenntnissen und Gaben von Anfang an überzeugend hervortraten.

Bei zoologischen Studium ging Lumiala fortgesetzt seinen ornithologischen Interessen nach, was zwei kleine Schriften aus der Studienzeit bezeugen (Schriftenverzeichnis 1, 2). Auf seinen Exkursionen machte Lumiala stets ornithologische Beobachtungen, einerlei was jeweils seine eigentliche Aufgabe gewesen war. So bespricht er in dem einen dieser



Aufsätze ein neben seinen Mooruntersuchungen gesammeltes Material, während der andere sich auf schon langjährig seit der Schulzeit gemachte Beobachtungen über die Biologie der Heringsmöve gründet. Als guter Vogelkenner brachte Lumiala ständig gewissermassen wie von selbst Beobachtungsmaterial ein, und da er sich in verschiedenen Gegenden Finnlands bewegte, besass er eine reiche, wertvolle Kenntnis der finnischen Vogelwelt, besonders gewisser nordfinnischer Gegenden (4, 11).

Auch unter den Evertrebraten standen die Beflügelten dem Herzen Lumialas am nächsten. Auf seiner in den Schuljahren eingebrachten Schmetterlingssammlung, der in den Studienjahren angestellten Beobachtungen und der Aufzeichnungen, die die älteren Entomologen von Kuopio, G. Fabricius und R. Fabritius, sowie seine Kameraden Dr. Vaarama und Mag. Reinikainen gemacht hatten, entstand Lumialas Untersuchung über die Grossschmetterlinge von Kuopio (5). Sie ist eine der besten finnischen Lokalfaunen, ausserdem aber ist sie in biogeographischer Hinsicht von

weiter ausgreifender Bedeutung. In späteren Jahren sammelte Lumiala Rüsselkäfer, die ihn interessierten, weil sie grossenteils an Pflanzen gebunden und dadurch in ihrer Verbreitung auch floristisch bedeutsam sind. Seine Artikel über Rüsselkäfer mögen bei weitem nicht alles umfassen, was er über Verbreitung und Ökologie der Arten dieser Kieferfamilie festgestellt hatte. Lumiala war ein besonders geschickter Insektenpräparator. Oft traf man ihn in seiner Wohnung auch nach schwerem Tagewerh damit beschäftigt, Schmetterlinge oder Rüsselkäfer bzw. »Naseweise«, wie er sie nannte, zu prüfen und herzurichten. Seine Sammlungen, von denen sich die von ihm selbst überlassenen Schmetterlinge und die von seinen Angehörigen geschenkten Rüsselkäfer im Entomologischen Museum der Universität Helsinki befinden, sind besonders schön und sauber, ihrerseits den Charakter des Sammlers und Ordners widerspiegelnd. Lumiala war ein Mann unbedingter und durchsichtiger Ordnung, nicht allein in bezug auf alles Äusserliche sondern auch in seinem Denken.

Botanik studierte Lumiala ebenso begeistert wie Zoologie. Die ersten Jahre der Studienzeit erweiterten und vertieften seine bereits zuvor erlangte sichere Kenntnis der Gefässpflanzen und wandten seine Interessen auch den Kryptogamen zu. Lumiala sammelte in den Anfangsjahren unter anderem Flechten und betrachtete ihre ökologischen Verhältnisse, später aber wandte sich seine Hauptaufmerksamkeit den Moosen zu. In verschiedenen Gegenden Finnlands exkurrierend, ausser in Nordfinnland auch in Ladoga-Karelien und auf Ahvenanmaa, entwickelte sich fortgesetzt das Auge des scharfen Beobachters, und auf seinem eigenen Gebiet, als Erforscher der Moorpflanzen und Moorvegetation, war Lumiala ein recht bedeutendes Talent. Seine floristische Kenntnis erweiterte er auch in Estland auf Ösel auf der Baltischen Pflanzengeographen-Tagung 1935. Er besitzt zweifellos viel vollwertiges pflanzengeographisches Beobachtungsmaterial, das sein Kritizismus jedoch nur zu einem geringen Teil zu veröffentlichen gestattete.

Die von Lumiala als Pflanzengeograph ausgeführten Untersuchungen sind zum Teil paläobotanischer Art und daher organisch eng verbunden mit seiner geographischen und quartärgeologischen Forschungsarbeit, die das Gebiet auszumachen schien, auf dem er es offenbar weit gebracht hätte. Wie die meisten der jungen finnischen Quartärgeologen ist auch Lumiala vom Geographischen Institut der Universität ausgegangen. Dort erweckte der fesselnde und begeisternde Unterricht seines Lehrers, Professor Auers, in ihm tiefe Begeisterung nicht allein für biogeographische sondern auch entwicklungsgeschichtliche Fragen. Gerade in Lumialas Studienzeit standen die Geographen und Quartärgeologen in enger Zusammenarbeit, so dass Lumiala, während er seine geographische Ausbildung erhielt, sich auch in die Grundfragen der Forschung über die Eiszeit und Nacheiszeit Finnlands vertiefte. Darauf, dass Lumiala sich der Moorforschung zuwandte, wirkte auch dies entscheidend hin, dass er schon als junger Student Dr. Aario

bei dessen Feldarbeiten als Gehilfe begleitete, wobei er die verschiedenen Forschungsmethoden genau kennen lernte, und dass er später bei Professor Sauramos Arbeiten ausgezeichnete Gelegenheit fand, sich in den gesamten Stoffbereich der Erforschung der Entwicklungsgeschichte der Ostsee und der Postglazialzeit ausführlich zu vertiefen. Demselben Ziel galt ebenfalls sein Moosstudium, bei dem ihm Professor Kotilainen ausgezeichnete Anleitung gab.

Der buntscheckige und verhältnismässig wenig bekannte karelische Moorkomplex bedurfte eines Forschers, und Lumiala unternahm es denn auch auf Anregung seines Lehrers Professor Auer, für eine Pro-gradu-Arbeit auf den Mooren der westlichen Wasserscheidengegend des Pielisjärvi Untersuchungen auszuführen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist seine Veröffentlichung »Pflanzengeographische und oberflächenmorphologische Mooruntersuchungen im Nordwestlichen Karelän« (3), die die Masse des Reifenachweises eines gewöhnlichen Kandidatexamens weit übertrifft und wertvolle Beiträge zur Kenntnis des karelischen Moorkomplexes geliefert hat.

Im Sommer 1937 war Lumiala Mitglied einer nach Kuusamo unternommenen Expedition der Finnischen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Vanamo und führte dort floristische und torfgeologische Untersuchungen aus, deren Ergebnisse (7) die in den Lebensbedingungen der Vegetation des Gebietes eingetretenen Wandlungen erhellen, gegen deren Hintergrund ihre gegenwärtige Beschaffenheit zu verstehen ist. Schon einige Jahre zuvor hatte Lumiala das Gebiet des Kutsajoki aufgesucht, aber erst auf der Exkursion nach Kuusamo lernte er die nördliche finnische Pflanzenwelt und die dortigen Moore gründlicher kennen. Seitdem widmete er sich ausschliesslich der Moorforschung. In seiner Heimat hatte er den Mooren des Siilinjärvi, der nördlichsten Fundstätte von *Trapa natans*, Aufmerksamkeit zugewandt, und seine Untersuchung über sie hat die Entwicklungsgeschichte der Vegetation und der Ostsee beleuchtet (8). In dieser seiner Arbeit hat Lumiala auch das von den Diatomeen gegebene Beweismaterial benutzt und sich somit auch in diese Seite der Moorforschung vertieft. In den Jahren 1938 und 39 bewegte sich Lumiala abermals auf nordfinnischen Mooren am Tuntsajoki und in Kuusamo, sich bemühend, den Charakter des anderen östlichen Moortyps in Finnland, den Kuusamo-Komplex, noch eingehender kennenzulernen.

Zu jener Zeit reiften die Gedanken, die Lumiala durch das Studium der Moorkomplexe gekommen waren und die in ihm schon bei der Ausführung der Arbeit über den obengenannten karelischen Moorkomplex zu keimen begonnen hatten. Lumiala nämlich betonte, dass man bei ihrer Erforschung dadurch zu besseren und zuverlässigeren Ergebnissen käme, dass man von jedem Moorkomplextyp ganze Moore untersuche und die so gewonnenen Ergebnisse miteinander vergleiche. In diesem Sinne arbeitete er auf dem Reposuo in Kuusamo, mit der Absicht, zusammen mit Pro-

fessor Kotilainen eine möglichst erschöpfende Monographie darüber zu schreiben.

Die Ausarbeitung ausführlicher Monographien erfordert natürlich die Zusammenarbeit von Forschern. Den Gedanken der Zusammenarbeit äusserte denn auch Lumiala wiederholt gegenüber seinen Forschungsgeossen und suchte ihn seinerseits selbstlos und aufrichtig durchzuführen. Ausser der mit Professor Kotilainen unternommenen gründlichen Untersuchung des Reposuo in Kuusamo beschäftigte Lumiala unmittelbar an der Schwelle des Weltkrieges auch noch eine andere sehr interessante Frage. Er war nämlich dazu gekommen, mit Dr. Oksala zu überlegen, welchen Einfluss klimatische, vorwiegend mikroklimatische Faktoren auf die Reifeitungen einiger nördlichen finnischen Pflanzenarten und dadurch auch auf ihre Verbreitungsgrenzen ausüben. Der Krieg hat indes gleich von vornherein ihre vielversprechende Zusammenarbeit vereitelt.

Während Lumiala die oben angeführten Untersuchungen ausführte, arbeitete er mit Energie auch an seiner Doktordissertation. Ihre Kernfrage ist die Verlandungsvermooring. Lumiala beabsichtigte, diese Vermooringweise ausführlich und exakt zu beschreiben und auszulegen. Er sammelte zu diesem Zweck Material in verschiedenen Gegenden Finnlands, und er hatte es schon im grossen ganzen zusammengebracht. Insbesondere betrachtete er die morphologischen Verhältnisse der Verlandungsufer und den Einfluss der Exposition auf ihre Form wie auch auf die Pflanzentopographie der Torfufer. Bei der Klärung der Hauptfrage seiner Untersuchung brachte Lumiala auch nahe damit verknüpft Material zusammen, auf Grund dessen er dazu kam, einen interessanten Aufsatz über das Grundwasser als Standortsfaktor der Moorpflanzen zu veröffentlichen (15). Auch die Dissertation war schon recht weit vorgeschritten, und man erwartete sie mancherseits mit grossem Interesse. Es wäre besonders wünschenswert, dass diese seine Hauptarbeit, die er schon zu einem beträchtlichen Teil niederschrieb, vollendet und veröffentlicht würde.

Die Vielseitigkeit Lumialas zog ihn in den Bereich vieler naturwissenschaftlichen Gesellschaften. Ausser zu der Finnischen Geologischen Gesellschaft und zu der Finnischen Geographischen Gesellschaft gehörte er auch zu der Vereinigung der Naturfreunde von Kuopio, zu der Finnischen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Vanamo, der Societas pro Fauna et Flora Fennica, der Finnischen Ornithologischen Gesellschaft und der Finnischen Entomologischen Gesellschaft. Ihre Mitgliedschaft empfand er als verpflichtend, und er war trotz seiner Jugend eine ihrer tragenden Kräfte.

Auch die übrige Tätigkeit Lumialas war mit seiner wissenschaftlichen Arbeit eng verbunden. Seit 1939 war er extraordinärer Assistent am Geographischen Institut der Universität Helsinki und seit 1942 Hilfs-Torfgeologe der Geologischen Kommission, als welcher er Brenntorfuntersuchungen ausführte und in bemerkenswerter Weise an der Planung der neugegründeten torfgeologischen Abteilung sowie an der Organisation ihrer

Tätigkeit teilnahm. Die Arbeit als Torfgeologe und vorwiegend die Zusammenarbeit mit Dr. Hyypä war für Lumiala entwickelnd und Ausblicke eröffnend. Im J. 1941 wirkte Lumiala als Assistent bei den Lehrgängen zur Inventur leistungsfähiger Böden, Kursen, bei denen seine Kenntnis der Moore von grossem Nutzen war. Zu der Schriftleitung der Zeitschrift »Luonnon ystävä» gehörte er mehrere Jahre, und er schrieb für diese zahlreiche Aufsätze, Besprechungen und kleine Mitteilungen.

In den letzten Jahren hat sich die Gestalt Lumialas der Erinnerung als Soldat eingepägt. Er besass in hohem Masse die Eigenschaften, die die besten Tugenden des finnischen Soldaten sind. Als ausdauernder, zäher Exkurrent und als an dürttige Verhältnisse gewöhnter Wanderer in der Einöde war Lumiala ein wahrer Urwaldsoldat. Auf seinen Wanderungen in finnischen Waldgegenden war sein feiner Instinkt dem Grundton der Volksseele begegnet, daher verstand er seine Untergebenen richtig zu behandeln und kam ausgezeichnet mit ihnen aus, wenngleich er streng und bisweilen sogar heftig war. Seine Männer vertrauten ihrerseits ihrem vorbildlich unerschütterlichen und selbst in schwierigen Lagen seine Fassung bewahrenden Führer. Im Winterkrieg war Lumiala anfangs Zugführer und dann Kompanieführer bei den Kämpfen in der Gegend von Pitkäranta. Im Sommer 1941 war er während der Angriffsphase an der Spitze seiner Vorauskompanie in Ladaga-Kalelien und später im Winter 1942 in Ost-Karelien. Im letzten Sommer folgte Lumiala abermals dem Ruf seines Vaterlandes in schwerer Stunde, nachdem er wegen seiner für die kriegszeitliche Wirtschaft wichtigen Brenntorfuntersuchungen zwei Jahre vom Kriegsdienst befreit gewesen war. Zwei Wochen später liess das blinde Kriegsgeschick das arbeitsreiche Leben des jungen Forschers erlöschen.

O. V. Lumiala war ein wahrhaft emsig Schaffender, und oft musste man sich wirklich geradezu wundern, wie ihm die Zeit für so viele Forschungsarbeiten reichte. Aber er wusste seine Zeit genau auszunutzen und sie gut einzuteilen, auch verstand er sich gut zu konzentrieren auf die ihm jeweils vorliegende Aufgabe. Ohne sich selbst viel Ruhe zu gönnen, vermochte er dank seiner ausgezeichneten physischen Konstitution lange Arbeitstage zu leisten, und auch in seiner Freizeit bewegte er sich am liebsten in der Natur, um sich umzusehen, wie er zu sagen pflegte, und immer etwas Neues beobachtend und lernend. Trotz sorgsamer Auswertung seiner Zeit fand er sonderbarerweise stets auch Musse für seine Kameraden, und obgleich er ein recht verschlossener Charakter war, so war er dennoch sehr hilfreich und wohlwollend. Im Gelände und auf seinen ihm zur Gewohnheit gewordenen späten Abendspaziergängen erzählte er offen von seinen Plänen und unterhielt sich gern über Dinge, die für andere von Interesse waren.

Einer der stärksten Züge im Charakter Lumialas war die Redlichkeit, und die wissenschaftliche Arbeit war natürlich geeignet, sein Streben nach Wahrhaftigkeit zu stärken. Er äusserte aufrichtig seine Meinung von den Leistungen anderer, wenn er es für begründet hielt, oder wenn man ihn

danach fragte, aber er war auch gegen sich selbst unbarmherzig streng in seiner Beurteilung. Für den Charakter Lumialas bezeichnend ist in dieser Hinsicht ein Fall, den mir sein Lehrer, Professor Auer, berichtet hat. Nachdem dieser, als Lumiala mit den Vorarbeiten zu seiner Dissertation begann, ihm die zentralen Fragen des Themas und auch die Ergebnisse, zu denen seine Untersuchung wahrscheinlich führen würde, dargelegt hatte, sagte der erst vor kurzem graduierte Lumiala, der die betreffenden Dinge bereits durchdacht hatte, ganz ungezwungen dem berühmten Moorforscher, dass dem nicht so sei. Er hatte denn auch in seinen Überlegungen grossenteils recht, und der Lehrer revidierte seine Auffassung. Während sich in dem Bericht die Geradlinigkeit Lumialas widerspiegelt, geht aus ihm auch das aufrichtige und vertrauensvolle Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler hervor.

Strenge kritische Bewertung und auf der anderen Seite auch Bescheidenheit verzögerten die Veröffentlichung der Forschungsergebnisse Lumialas. Er hess die Dinge lange und gründlich in sich ausreifen, nach der Ansicht anderer allzu lange; daher hinterlässt er Niedergeschriebenes, das unter Anlegung eines gelinderen Masstabes durchaus druckreif ist. Ohne sich zu übereilen, bereitete Lumiala sich auf seine Lebensaufgabe vor, vollendete später begonnene Arbeiten und erörterte in seinem gedankenreichen Innern neue Fragen.

Lumiala empfand die Arbeit im Dienste der Wissenschaft als seinen Beruf, und er fasste das Los eines Wissenschaftlers auf als das Glück, sich ständig weiterentwickeln zu dürfen, zugleich aber fühlte er auch die Verpflichtung, seinerseits etwas Neues zu leisten und es der Nachwelt zu hinterlassen. Was er für die Naturwissenschaft einzubringen Zeit fand, reichte auch als Leistung eines längeren Lebens aus, aber von O. V. Lumiala kann man ohne Vorbehalt sagen, dass die Zeit seiner schaffenden Arbeit eigentlich erst angebrochen war und dass sie reiche Frucht getragen hätte.

Das harmonische und an Arbeitssegen reiche Leben Onni Veikko Lumialas endete im ehrenvollen Heldentode. In blütenprächtiger Sommerzeit erlosch die Geistesflamme des Forschers, der seine letzte Ruhestätte in der tief von ihm geliebten Erde seiner Heimat gefunden hat.

Jorma Mattila

VERZEICHNIS DER VON O. V. LUMIALA VERÖFFENTLICHTEN SCHRIFTEN:

1. Lintuhavaintoja Pielisjärven länsipuolella olevalta vedenjakaja-alueelta kesinä 1933 ja 1935. (Zus. mit Pasi A. Lehmusluoto) — *Ornis Fennica* XIII. Nr. 2, 1936. (7 S.)
2. Selkälökin, *Larus f. fuscus* L., pesimisestä Sotkanselällä. Zusammenfassung: Zur Brutbiologie von *Larus f. fuscus* am See Sotkanselkä. — *Ornis Fennica* XIV. Nr. 2, 1937. (6 S.)
3. Kasvimaantieteellisiä ja pintamorfologisia suotutkimuksia Luoteis-Karjalassa. Deutsches Referat: Pflanzengeographische und oberflächenmorphologische Moor-Untersuchungen im Nordwestlichen Karelien. — *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo Tom. 10. Nr. 1. 1937.* (115 S.)
4. Piirteitä Oulunjärven N- ja NE-puolella olevien saloseutujen linnustosta. Zusammenfassung: Zur Charakteristik der Vogelfauna in den Einödengenden N und NE vom See Oulunjärvi. — *Ornis Fennica* XV. Nr. 2—3. 1938. (7 S.)
5. Zur Kenntnis der Makrolepidoterfauna des Kirchspiels Kuopio und die Veränderungen der Makrolepidopterenfauna in den Provinzen Savonia borealis und Savonia australis in den Jahren 1900—1935. Finnisches Referat: Kuopion pitäjän suurperhosfaunasta. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo Tom. 6. Nr. 2. 1938.* (58 S.)
6. Etwas über das Vorkommen der *Arctostaphylos alpina* (L.) Spr. in der *Regio silvatica* im Tuntsagebiet (Ks, Salla). — *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo Tom. 11. Nr. 3. 1939.* (4 S.)
7. Das Moor Vanhalammensuo (Kuusamo, Korvasvaara). Finnisches Referat: Vanhalammensuo (Kuusamo, Korvasvaara). Mitteilungen der Sommerexpedition der finnischen zoologisch-botanischen Gesellschaft Vanamo nach Kuusamo im Jahre 1937. II. — *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo Tom. 12. Nr. 3. 1939.* (16 S.)
8. Zwei Moorprofile aus Siilinjärvi, dem nördlichsten bekannten Fundort fossiler *Trapa natans* in Finnland. — *Compt. Rend. Soc. Géol. Finl. XV, Nr. 1. — Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 128. 1943.* (20 S.)
9. Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung einiger Arten der Familien Anthribidae und Curculionidae (Col.) in Finnland, nebst einigen biologisch-ökologischen Beobachtungen. — *Ann. Entomol. Fenn. 6. Nr. 4. 1940.* (4 S.)
10. Kvartääribiologiasta. — *Luonnon Ystävä* Nr. 2. 1941. (9 S.)
11. Piirteitä Pohjois-Sallan linnustosta. Deutsches Referat: Züge aus der Vogel fauna von Nord-Salla, Lappland. (Zus. mit Heikki Suomalainen). — *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo Tom. 8. Notulae. 1941.* (16 S.)
12. Havaintoja kahden suon linnustosta. (Kuusamon Reposuo ja Kihniön Aitoneva.) — *Ornis Fennica* XX. Nr. 1. 1943. (8 S.)
13. Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung einiger Arten der Familien Anthribidae und Curculionidae (Col.) in Finnland, nebst einigen biologisch-ökologischen Beobachtungen. II. — *Ann. Entomol. Fenn. 9. Nr. 1 1943.* (2 S.)
14. Havaintoaineistoa Sotkanselän ja sen ympäristön linnustosta. Zusammenfassung: Beiträge zur Kenntnis der Vogelfauna der Seefläche Sotkanselkä mit

- Umgebung. — Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo Tom. 9. Notulae. 1943. (19 S.)
15. Über die Beziehung einiger Moorpflanzen zu der Grundwasserhöhe. — Compt. Rend. Soc. Géol. Finl. XVI. Nr. 6. 1944. — Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 132. 1944. (20 S.)
-

1.

DIE POSTGLAZIALE KLIMAENTWICKLUNG IM LICHT TE DER FOSSILEN DIATOMEENFUNDE IN SÜD- FINNLAND.

KARL MÖLDER.

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
1. Einleitung	17
2. Vertikalprofil aus der Bucht Pieni Huopalahti in der Stadt Helsinki	18
A. Im Vertikalprofil vorkommende Diatomeengruppen	18
B. Baumpollenprofil	39
C. Das Vorkommen der einzelnen Diatomeenarten	40
3. Die postglaziale Klimaentwicklung	48
4. Zusammenfassung	51
5. Literaturverzeichnis	53

1. EINLEITUNG.

In meiner Untersuchung «Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen» habe ich gezeigt, dass man ausser den Salz- und Brackwasserdiatomeen auch die Süßwasserdiatomeen bei den quartärgeologischen Untersuchungen mit guten Resultaten verwenden kann. In dem Vertikalprofil aus Kuusamo, in dem nur Süßwasserdiatomeen vorkommen, liessen sich an den Kalt- und Warmwasserdiatomeen die Temperaturschwankungen in dieser Zeitperiode als die entsprechenden Sedimente sich absetzten, feststellen (MÖLDER 1943 b, S. 216).

Die Quartärgeologen haben zum grössten Teil bei ihren Untersuchungen in den Sedimenten vorkommende fossile Diatomeen nur bei der Feststellung früherer Meeresstrande verwendet. Schon HALDEN in seiner im Jahre 1929 veröffentlichten Untersuchung hat die fossilen Diatomeen in Benthos-, Plankton- und aufsitzende Formen gruppiert. Das Vorkommen dieser Diatomeenformen bestätigte, ob das Seeufer nahe oder weit entfernt gelegen hat. In meiner Untersuchung »Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht« konnte ich feststellen, dass die von HALDEN verwendeten Diatomeenformen nicht an allen Stellen erkennen lassen, ob das Ufer nahe oder weit entfernt liegt und ob wir es mit seichtem oder tiefem Wasser zu tun haben (MÖLDER 1943 a, S. 108).

Die Quartärgeologen haben noch nicht versucht, mit Hilfe fossiler Diatomeen die postglaziale Klimaentwicklung festzustellen. Den ersten Versuch hat Verfasser in seiner Untersuchung »Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen« gemacht, in der das Vorkommen der Kalt- und Warmwasserdiatomeen in den Sedimenten behandelt wird. Aus den Mooren erbohrte Vertikalprofile sind für diesbezügliche Untersuchungen nicht geeignet, denn die fossilen Diatomeen kommen nur in den untersten und ältesten Ablagerungen vor und fehlen in den Torfschichten. So bekommt man die Vertikalprofile der fossilen Diatomeen nur für sehr kurze Zeiträume, und es ist unmöglich, auf Grund dieser Profile die Klimaentwicklung von der Eiszeit bis zur Gegenwart festzustellen. Um diesen Mangel zu beheben, hat Verfasser ausder Bucht Pieni Huopalahti in der Stadt Helsinki bei dem Krankenhaus Tilkka ein Vertikalprofil erbohrt, das von den rezenten Diatomeen bis in die ältesten Sedimente reicht.

2. VERTIKALPROFIL AUS DER BUCHT PIENI HUOPALAHTI IN DER STADT HELSINKI.

A. IM VERTIKALPROFIL VORKOMMENDE DIATOMEENGRUPPEN.

Die Bucht Pieni Huopalahti liegt NW-wärts der Stadt Helsinki und erstreckt sich recht tief in das Land hinein. Sie ist von dem offenen Meer beinahe abgeschnürt und zum grössten Teil mit *Phragmites communis* und anderen höheren Wasserpflanzen bewachsen. Die Tiefe des Wassers schwankt zwischen 10 und 200 cm, und offene Wasserfläche kommt nur an einzelnen Stellen vor. Am Nordende mündet der Bach Haaga ein, der aber den grössten Teil des Jahres ausgetrocknet ist und deshalb der Bucht sehr wenig süsses Wasser zuführt.

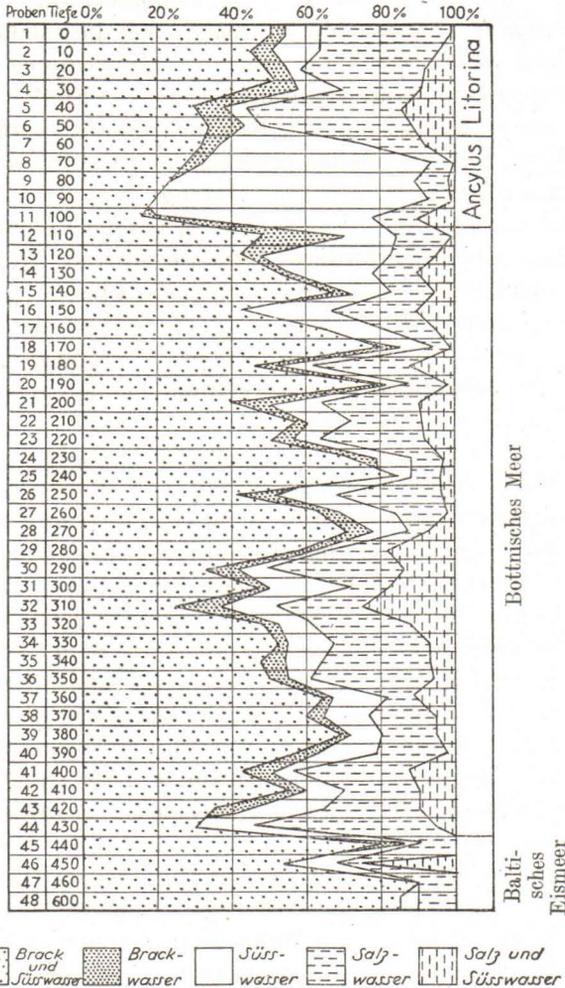
Da die Sedimentablagerungen in dieser Bucht von sekundären Erosionen nicht berührt sind und die postglazialen Ablagerungen sich in primärer Lage befinden, habe ich gerade deshalb diese Bucht für die Erbohrung eines Vertikalprofils gewählt. Die Erbohrung wurde auf dem Eis durchgeführt an einer Stelle, wo ca. 20 cm tiefes Wasser über den Sedimenten stand. Auch fehlten an der Erbohrungsstelle höhere Wasserpflanzen, und deshalb konnte die Sedimentation unverhindert vor sich gehen.

Wie aus Diagr. 1 hervorgeht, sind die Proben je 10 cm Abstand entnommen und beträgt die Sedimenttiefe an dieser Stelle 6 m. Aus jeder Probe wurden die Diatomeen quantitativ untersucht, und die Prozentsätze sind in der Tabelle 1 dargestellt. Insgesamt wurden in dem Vertikalprofil 207 Diatomeenarten und -varietäten gefunden. In Diagr. 1 sind die Diatomeen in ökologische Gruppen eingeteilt, und zwar in 1. Brack- und Süsswasser-, 2. Brackwasser-, 3. Süsswasser-, 4. Salzwasser- und 5. Salz- und Süsswasserdiatomeen. Aus jeder Probe wurden 1 600 bis 2 000 Individuen bestimmt und danach aus diesen Individuenzahlen die prozentualen Verhältnisse für jede Diatomee errechnet. In den tiefer liegenden Sedimentschichten kamen fossile Diatomeen so selten vor, dass aus diesen Proben nur 200 bis 250 Individuen bestimmt werden konnten.

Die Sedimente waren bis in 40 cm Tiefe Feindetritusgyttja und von da an abwärts bis in 6 m Tiefe Ton, der in tiefem Wasser abgesetzt ist. Da in den Sedimentschichten kein Unterschied bestand, wurden sie im Vertikalprofil nicht wiedergegeben (Diagr. 1). Ebenso sind die untersten Proben von 4.6 bis 6 m Tiefe ausgelassen, da diese Proben keine fossilen Diatomeen enthielten.

In Probe 1 wurde 64 rezent an dieser Stelle gewachsene Diatomeen festgestellt, von denen *Fragilaria atomus* mit 25 %, *Fr. pinnata* mit 16.2 %, *Navicula peregrina* mit 8 %, *Campylodiscus echeneis* mit 7.6 %, *Nitzschia circumscuta* mit 4.6 %, *N. tryblionella* mit 3.6 %, *N. scalaris* mit 2 %, *Suriella striatula* mit 2.2 % und *Pinnularia viridis* mit 2 % in der Diatomeenflora tonangebend sind, während die übrigen 54 Arten und Varietäten sehr

selten vorkommen (Tab. 1). In ökologische Gruppen eingeteilt, machen die Brack- und Süßwasserdiatomeen 50.8 %, Brackwasserdiatomeen 3.2 %, Süßwasserdiatomeen 10.2 %, Salzwasserdiatomeen 34.2 % und Salz- und Süßwasserdiatomeen 1.6 % der rezenten Diatomeenflora aus (MÖLDER



Diagr. 1. Vertikalprofil aus der Bucht Pieni Huopalahti in der Stadt Helsinki.

1943 a und b). Aus dem Obigen und Diagr. 1 geht hervor, dass das Wasser in der Bucht Pieni Huopalahti bedeutend salzhaltiger ist, als bei Munkkiniemi, das dem offenen Meer viel näher liegt (MÖLDER 1943 b, S. 185, Diagr. 3). Wenn wir diese ökologischen Gruppen aus der Bucht Pieni Huopalahti mit den ökologischen Gruppen aus der Pojo-Bucht vergleichen, dann sehen wir, dass das Wasser in der Pieni Huopalahti ebensoviel Salz enthält wie

das Wasser in der Pojo-Bucht bei den Stationen X und XII oder 5.87 bis 6.21 0/00 im Jahresmittel (MÖLDER 1943 a, S. 86).

Von den obengenannten reichlich vorkommenden Diatomeen kommt *Fragilaria atomus* in der Pojo-Bucht in allen Teilen vor, und sie verträgt die Salzkonzentration von 0 bis 6.25 ‰. Beinahe ähnlich findet sich in der Pojo-Bucht *Fragilaria pinnata*, die eigentlich über die Salzkonzentration der Pieni Huopalahti nichts Genaueres aussagt. *Campylodiscus echeneis* dagegen tritt in der Pojo-Bucht häufiger an den seichteren Stellen auf und scheint ihre optimale Entwicklung 2 bis 7 ‰ Salz im Wasser zu verlangen. *Navicula peregrina*, die auch in der Bucht reichlich vorkommt und optimale Entwicklungsbedingungen gefunden hat, verlangt in der Pojo-Bucht für ihre optimale Entwicklung 6 bis 7 ‰ Salz im Wasser bei einem Minimum von ungefähr 4 ‰. Ebenso erfordern *Nitzschia scalaris*, *N. tryblionella* und *Surirella striatula* für ihre optimale Entwicklung 4 bis 6 ‰ Salz im Wasser. Aus dem reichlichen Vorkommen dieser Diatomeen in der Bucht Pieni Huopalahti kann man schliessen, dass diese Diatomeen gegenwärtig hier ihre optimale Wachstumsbedingungen gefunden haben und dass das Wasser von 4 bis 7 ‰ Salz enthalten muss.

Das reichliche Vorkommen von *Nitzschia scalaris* zeigt auch in der Bucht Pieni Huopalahti ebenso wie in der Pojo-Bucht, dass sie sich nur in den abgeschnürten kleinen Buchten entwickeln kann und dass das Vorkommen dieser Diatomee in den älteren Sedimentablagerungen für ein seichtes und abgeschnürtes Gewässer spricht.

In Probe 2 aus 10 cm Sedimenttiefe kommen beinahe alle dieselben Diatomeenarten ebenso reichlich wie rezent in der Bucht vor. Nur *Melosira moniliformis*, *Nitzschia scalaris* und *Pinnularia viridis* sind in ihrem Individuenreichtum zurückgegangen (Tab. 1). In dieser Probe kommt die Salzwasserdiatomee *Achnanthes longipes* zum erstenmal reichlich vor. Dass *Nitzschia scalaris* in dieser Probe zurückgeht, zeigt, dass das Wasser in jener Zeit, als die Sedimente in 10 cm Tiefe sich abgesetzt haben, bedeutend tiefer gewesen ist.

In einer Sedimenttiefe von 10 cm kommen insgesamt 77 Diatomeenarten vor, also 13 Arten mehr als heutzutage. In jener Zeitperiode, als diese Diatomeen gewachsen sind, die in Probe 2 vorkommen, müssten sie bessere Entwicklungsbedingungen gefunden haben als in der Gegenwart. Die Brack- und Süßwasserdiatomeen belaufen sich auf 44.6 %, die Brackwasserdiatomeen auf nur 7 %, die Süßwasserdiatomeen auf sogar 12.4 %, die Salzwasserdiatomeen auf 31.8 % und schliesslich die Salz- und Süßwasserdiatomeen auf 4.2 %. Nach diesem ökologischen Spektrum müsste das Wasser damals 4 bis 6 ‰ Salz enthalten haben und etwas salzarmer als heutzutage gewesen sein. Wie man aus Diagr. 1 ersieht, war dieser Unterschied sehr klein und unbedeutend.

Wie aus Diagr. 1 und Tab. 1 hervorgeht, ist die Diatomeenflora in den Proben 3, 4, 5 und 6 ähnlich den Diatomeenfloren der Proben 1 und 2. Die

Süßwasserdiatomeen treten in allen obengenannten Proben recht individuenarm auf, während die Salzwasserdiatomeen dagegen sehr individuenreich in allen Proben anzutreffen sind. In geologischer Hinsicht haben diese Sedimentschichten sich während der Litorinaperiode bis zur Gegenwart abgesetzt. Das Wasser des Litorinameeres enthielt an obengenannter Stelle ebenso viel Salz, wie das Wasser gegenwärtig in der Bucht Pieni Huopalahti. Wie man sieht, kann man nach der Diatomeenflora keinen Unterschied zwischen den Litorinameersedimenten und den Sedimenten des Baltischen Meeres herausstellen. Auch ist die Sedimentierung an dieser Stelle sehr langsam vor sich gegangen und in dieser Zeit eine nur 50 cm tiefe Schicht abgesetzt worden.

In Probe 7 finden wir eine ganz andere Diatomeenflora als in den obersten Proben. Man findet in dieser Probe zum erstenmal *Melosira arenaria*, die nach den Quartärgeologen eine Charakterform der Ancylosedimente ist. Sie macht allein in dieser Probe 29.5 % aller Diatomeen aus und zeigt, dass wir es mit der Ancyloszeit und Ancyloseesedimenten zu tun haben. Wie aus Diagr. 1 zu entnehmen, treten die Süßwasserdiatomeen viel reichlicher auf als in den Litorinameersedimenten und machen 38.5 % aller Diatomeen von Probe 7 aus. Die Salzwasserformen sind stark zurückgetreten und betragen nur 18.5 % in dieser Probe statt 41 % in der vorigen. Der Anteil der Süßwasserdiatomeen steigt in den Proben 8, 9 und 10, wo sie sogar 73 % betragen, um in Probe 11 wieder auf 58 % zu sinken. Die Salzwasserdiatomeen machen in denselben Proben 6 bis 12 % und zeigen ihrerseits, dass das Wasser recht süß war in jener Zeit, als sie gediehen sind. Die Proben von 7 bis 11 stellen die Ancyloseesedimente dar und erwiesen, dass das Wasser während der Ancyloszeit an den tieferen Stellen nicht reines Süßwasser gewesen ist wie z. B. in der Bucht Pieni Huopalahti, wo das Wasser während der Ancyloszeit eine recht beträchtliche Tiefe aufgewiesen hat.

In Probe 12 ändert die Diatomeenflora sich wieder so deutlich, dass gleich zu ersehen ist, dass wir mit anderen ökologischen Wachstumsbedingungen zu tun haben. Die Süßwasserdiatomeen gehen zurück und machen nur 14.4 % aus. Die in den Ancyloseesedimenten reichlich vorkommende *Melosira arenaria* macht in dieser Probe nur 2.4 % aus und zeigt, dass die Wachstumsbedingungen für sie nicht besonders günstig waren (Tab. 1). Aus Diagr. 1 geht deutlich hervor, dass in der Probe 12 Sedimente aus den Endstadien der Yoldiazeit oder Anfangsstadium der Ancyloszeit vorliegen. Eine ähnliche Diatomeenflora finden wir in den folgenden tieferen Proben bis Probe 44, in der die Salzwasserdiatomeen noch 50 % aller Diatomeen ausmachen. Die Süßwasserdiatomeen sind in allen Proben recht zurückgegangen, betragen nur 4 bis 24 % und bestätigen, dass das Wasser in dem Yoldiamer bei Helsinki 6 bis 12 ‰ Salz enthalten hat (MÖLDER 1943 a). Die Sedimentation ist während der Yoldiazeit sehr schnell vor sich gegang-

Tab. 1. Diatomeen in dem Vertikalprofil

Probenummer	1	2	3	4	5	6	7
Tiefe	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
<i>Achnanthes brevipes</i>	0.4	—	0.4	0.2	0.4	—	—
<i>A. brevipes</i> var. <i>intermedia</i>	—	0.4	—	—	0.2	—	—
<i>A. flexella</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. Hauckiana</i>	0.6	0.4	2.4	2.0	1.2	1.2	—
<i>A. Levanderi</i>	0.2	—	—	—	0.2	—	—
<i>A. linearis</i> var. <i>pusilla</i>	—	—	—	0.2	—	—	—
<i>A. longipes</i>	—	1.2	0.2	—	1.2	1.6	—
<i>A. minutissima</i>	—	—	—	—	0.4	—	—
<i>A. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. taeniata</i>	—	—	—	—	3.2	1.4	—
<i>Actinocyclus Ehrenbergi</i>	0.2	—	0.4	—	2.0	0.8	—
<i>Amphiprora ornata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. paludosa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Amphora coffeaeformis</i>	—	0.2	—	0.6	—	—	—
<i>A. commutata</i>	0.4	0.4	0.2	—	0.2	—	—
<i>A. Normani</i>	0.2	0.4	—	—	—	—	—
<i>A. ovalis</i>	0.2	0.2	0.6	1.0	0.6	0.4	—
<i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. perpusilla</i>	—	—	—	—	0.2	—	—
<i>Anomocooneis exilis</i>	—	0.4	—	0.2	—	—	—
<i>A. sphaerophora</i>	0.6	—	0.2	0.2	0.2	—	0.5
<i>A. sphaerophora</i> var. <i>Güntheri</i>	0.6	—	—	—	—	—	—
<i>A. sphaerophora</i> var. <i>sculpta</i>	—	0.6	—	—	—	—	—
<i>Bacillaria paradoxa</i>	—	0.2	0.4	0.4	0.4	—	—
<i>Brebissonia Boeckii</i>	0.2	—	—	—	—	—	—
<i>Caloneis amphisbaena</i>	0.2	0.2	—	—	—	—	—
<i>C. amphisbaena</i> var. <i>subsalina</i>	0.6	4.4	1.2	0.6	—	0.2	—
<i>C. formosa</i>	0.2	—	—	—	—	—	—
<i>C. Schumanniana</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. silicula</i>	0.6	0.2	0.2	—	—	—	—
<i>Campylodiscus clypeus</i>	2.0	0.2	1.2	—	—	—	—
<i>C. clypeus</i> var. <i>bicostata</i>	0.2	—	0.2	—	—	—	—
<i>C. echeneis</i>	7.6	5.8	4.6	1.4	2.4	0.6	1.5
<i>Cocconeis britannica</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>C. disculus</i>	—	—	—	—	—	—	0.5
<i>C. pediculus</i>	—	0.2	0.4	0.2	1.8	3.0	1.5
<i>C. placentula</i>	—	—	—	0.8	0.2	0.4	0.5
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	—	0.2	0.6	—	—	—	—
<i>C. scutellum</i>	—	0.2	0.8	1.6	7.0	7.2	3.0
<i>C. scutellum</i> var. <i>stauroneiformis</i>	—	—	0.4	—	—	—	—
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	—	—	—	—	0.2	—	—
<i>C. nodulifer</i>	—	—	0.2	—	—	—	—
<i>C. oculus iridis</i>	0.4	0.8	0.6	0.6	3.6	7.0	2.0
<i>C. radiatus</i>	—	—	—	—	1.8	1.2	1.0
<i>C. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyclotella Kützingeriana</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. Meneghiniana</i>	0.6	0.6	0.8	0.2	—	—	1.0
<i>C. stelligera</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cymbella affinis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. cistula</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. helvetica</i>	—	—	—	—	—	0.2	—
<i>Denticula tenuis</i>	—	—	—	0.2	—	—	—
<i>Diatoma elongatum</i>	0.4	—	1.4	0.6	0.4	—	—
<i>Diploneis bombus</i>	—	—	—	—	0.2	0.4	—
<i>D. interrupta</i>	—	—	—	—	0.4	0.8	—
<i>D. ovalis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. puella</i>	—	0.2	—	0.2	—	—	—
<i>D. Smithii</i>	—	0.2	0.4	—	1.0	0.8	1.0
<i>D. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 1. (Forts.)

Probennummer	25	26	27	28	29	30	31
	Tiefe 240 cm	250 cm	260 cm	270 cm	280 cm	290 cm	300 cm
<i>Achnanthes brevipes</i>	—	0.5	—	—	—	0.5	—
<i>A. brevipes</i> var. <i>intermedia</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. flexella</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. Hauckiana</i>	—	—	3.5	3.0	1.0	3.0	1.0
<i>A. Levanderi</i>	—	—	—	—	—	—	0.5
<i>A. linearis</i> var. <i>pusilla</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. longipes</i>	—	0.5	—	—	—	0.5	—
<i>A. minutissima</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. taeniata</i>	—	—	—	—	0.5	3.5	0.5
<i>Actinocyclus Ehrenbergi</i>	—	2.0	—	—	1.5	1.0	—
<i>Amphiprora ornata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. paludosa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Amphora coffeaeformis</i>	—	—	—	0.5	—	—	—
<i>A. commutata</i>	—	1.0	—	—	—	—	—
<i>A. Normani</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. ovalis</i>	—	—	0.5	—	0.5	1.0	—
<i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i>	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>A. perpusilla</i>	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>Anomoeoneis exilis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. sphaerophora</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. sphaerophora</i> var. <i>Güntheri</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. sphaerophora</i> var. <i>sculpta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bacillaria paradoxa</i>	—	—	—	—	0.5	—	—
<i>Brebissonia Boeckii</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Caloneis amphisbaena</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. amphisbaena</i> var. <i>subsalina</i>	—	1.0	0.5	—	—	—	—
<i>C. formosa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. Schumanniana</i>	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>C. silicula</i>	—	—	0.5	—	—	—	—
<i>Campylodiscus clypeus</i>	—	0.5	—	—	—	0.5	—
<i>C. clypeus</i> var. <i>bicostata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. echeneis</i>	2.0	5.0	1.5	1.0	1.0	2.0	—
<i>Cocconeis britannica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. disculus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. pediculus</i>	—	5.0	—	—	—	4.0	0.5
<i>C. placentula</i>	—	—	0.5	0.5	0.5	—	0.5
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. scutellum</i>	—	2.5	0.5	0.5	2.5	9.0	3.0
<i>C. scutellum</i> var. <i>stauroneiformis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. nodulifer</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. oculus iridis</i>	2.0	3.5	—	—	1.5	2.0	1.0
<i>C. radiatus</i>	—	3.5	0.5	—	0.5	3.0	—
<i>C. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyclotella Kützingiana</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. Meneghiniana</i>	—	—	—	1.0	—	—	0.5
<i>C. stelligera</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cymbella affinis</i>	2.0	—	—	—	—	—	—
<i>C. cistula</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. helvetica</i>	—	—	—	—	0.5	—	—
<i>Denticula tenuis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diatoma elongatum</i>	—	—	1.5	1.0	—	—	1.0
<i>Diploneis bombus</i>	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>D. interrupta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. ovalis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. puella</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. Smithii</i>	—	1.0	—	—	—	1.0	0.5
<i>D. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
310 cm	320 cm	330 cm	340 cm	350 cm	360 cm	370 cm	380 cm	390 cm	400 cm	410 cm	420 cm	430 cm	440 cm	450 cm	460 cm	600 cm
—	0.5	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.0	1.0	0.5	0.5	—	2.0	2.0	—	2.0	1.5	—	—	—	—	—	—	—
0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	—	—	5.0	—	—	—	—
6.5	1.5	0.5	1.5	1.5	1.0	1.0	—	2.0	0.5	—	5.0	—	—	—	—	—
—	—	—	0.5	1.5	1.0	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—
—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1.0	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0.5	1.0	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.5	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.0	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	2.0	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.0	1.5	2.5	1.5	2.0	1.0	1.0	—	4.0	1.5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.0	0.5	—	2.5	2.5	—	—	—	—	0.5	2.0	—	—	—	—	—	—
0.5	0.5	0.5	1.0	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5	6.0	2.5	3.0	5.0	—	1.0	0.5	—	10.0	4.0	—	5.0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.0	1.5	2.0	2.0	1.0	—	—	—	—	1.5	2.0	—	—	—	—	—	—
—	1.0	0.5	—	1.5	—	—	—	—	1.5	—	—	—	—	—	—	—
—	0.5	—	—	—	—	—	—	0.5	1.5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0.5	3.0	0.5	0.5	2.0	4.0	3.0	4.0	—	—	5.0	5.0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	5.0	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.5	—	0.5	1.5	—	—	—	6.0	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0.5	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0.5	1.0	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.0	1.0	1.5	0.5	2.0	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 1. (Forts.)

Probenummer	1	2	3	4	5	6	7
Tiefe	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
<i>Epithemia intermedia</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>E. sorex</i>	—	0.2	1.0	1.4	0.8	0.4	—
<i>E. turgida</i>	1.8	2.8	2.4	3.8	13.4	22.2	13.5
<i>E. zebra</i>	1.4	0.8	0.8	0.6	0.2	0.2	—
<i>E. zebra var. porcellus</i>	—	0.2	0.2	—	—	—	—
<i>Eunotia lunaris</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. pectinalis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. praerupta</i>	—	—	—	—	0.2	—	—
<i>E. veneris</i>	—	—	—	—	0.2	—	—
<i>Fragilaria atomus</i>	25.0	12.8	11.0	10.8	0.8	—	3.0
<i>F. brevistriata</i>	0.6	—	0.2	—	—	—	—
<i>F. construens</i>	—	—	—	0.6	—	—	—
<i>F. intermedia</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. lapponica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. pinnata</i>	16.2	13.6	24.2	28.2	6.0	6.6	11.0
<i>F. virescens</i>	—	—	—	0.2	—	—	—
<i>Gomphonema parvulum</i>	—	0.2	0.2	0.6	0.2	—	—
<i>Grammatophora marina</i>	0.2	0.4	0.2	0.6	1.6	1.6	1.0
<i>G. oceanica</i>	—	—	0.2	—	—	—	—
<i>G. oceanica var. macilentata</i>	—	0.2	—	—	1.4	1.2	0.5
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	0.4	1.4	0.4	0.4	—	—	—
<i>G. attenuatum</i>	0.2	—	—	—	—	—	—
<i>G. balticum</i>	0.4	0.6	0.2	0.4	0.2	—	0.5
<i>G. distortum var. Parkeri</i>	0.4	—	—	—	—	—	—
<i>G. scalproides var. eximia</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>G. Wansbeckii</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	—	0.2	—	—	—	0.5
<i>Hyalodiscus scoticus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Licmophora oedipus</i>	—	—	—	—	0.2	—	—
<i>Mastogloia Braunii</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>M. exigua</i>	—	0.4	0.2	0.2	0.2	—	—
<i>M. Smithii</i>	—	—	0.2	—	—	—	1.0
<i>M. Smithii var. amphicephala</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>Melosira ambigua</i>	—	—	—	—	—	—	0.5
<i>M. arenaria</i>	—	—	—	—	—	—	29.5
<i>M. distans</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. granulata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. islandica ssp. helvetica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. italica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. Juergensi</i>	—	0.4	0.2	0.2	0.8	0.8	0.5
<i>M. moniliformis</i>	1.2	0.4	0.8	0.6	5.4	4.8	0.5
<i>M. varians</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>M. Westii</i>	—	—	1.6	2.6	7.0	9.8	2.5
<i>Meridion circulare</i>	0.2	—	—	—	—	—	—
<i>Navicula amphibola</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. anglica</i>	—	0.6	—	0.2	0.2	—	—
<i>N. atomus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. cari</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>N. cincta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. cryptocephala</i>	—	—	—	0.6	—	—	—
<i>N. cuspidata var. Héribaudi</i>	0.8	2.6	1.6	1.8	0.2	0.4	1.0
<i>N. elegans</i>	1.0	1.2	—	—	0.2	—	—
<i>N. gregaria</i>	0.8	1.0	0.4	2.2	1.0	—	—
<i>N. halophila</i>	0.2	—	—	—	0.2	—	—
<i>N. hungarica</i>	—	—	0.2	0.2	0.2	0.2	—
<i>N. Hustedtii</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>N. lacustris</i>	0.4	0.2	—	0.2	—	—	0.5
<i>N. lanceolata</i>	0.4	2.4	2.0	2.8	0.8	0.6	2.5
<i>N. menisculus</i>	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 1. (Forts.)

Probenummer	25	26	27	28	29	30	31
Tiefe	240 cm	250 cm	260 cm	270 cm	280 cm	290 cm	300 cm
<i>Epithemia intermedia</i>	—	0.5	—	—	—	—	—
<i>E. sorex</i>	—	0.5	—	—	—	1.0	—
<i>E. turgida</i>	—	18.0	2.0	2.0	9.0	15.0	6.0
<i>E. zebra</i>	—	0.5	—	—	0.5	0.5	—
<i>E. zebra</i> var. <i>porcellus</i>	—	—	—	—	0.5	—	0.5
<i>Eumotia lunaris</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. pectinalis</i>	—	—	—	0.5	—	—	—
<i>E. praerupta</i>	—	0.5	—	—	—	—	—
<i>E. veneris</i>	—	—	—	—	—	0.5	1.0
<i>Fragilaria atomus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. brevistriata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. construens</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. intermedia</i>	—	—	—	—	1.0	—	—
<i>F. lapponica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. pinnata</i>	76.0	29.0	52.0	60.5	45.0	8.5	35.0
<i>F. virescens</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema parvulum</i>	2.0	—	—	0.5	—	—	—
<i>Grammatophora marina</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. oceanica</i>	2.0	0.5	—	—	0.5	1.5	—
<i>G. oceanica</i> var. <i>macilentata</i>	—	—	—	—	—	1.0	0.5
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	—	—	2.0	—	—	0.5	2.0
<i>G. attenuatum</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. balticum</i>	—	—	0.5	0.5	—	—	2.5
<i>G. distortum</i> var. <i>Parkeri</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. scalpoides</i> var. <i>eximia</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. Wansbeckii</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hyalodiscus scoticus</i>	—	0.5	—	—	—	—	—
<i>Limnophora oedipus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mastogloia Braunii</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. exigua</i>	—	—	—	—	1.0	—	—
<i>M. Smithii</i>	—	0.5	—	—	—	—	—
<i>M. Smithii</i> var. <i>amphicephala</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Melosira ambigua</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. arenaria</i>	—	1.0	—	0.5	—	—	1.0
<i>M. distans</i>	—	—	—	—	—	—	0.5
<i>M. granulata</i>	—	—	—	—	—	—	10.5
<i>M. islandica</i> ssp. <i>helvetica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. italica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. Juergensi</i>	—	—	0.5	—	—	—	—
<i>M. moniliformis</i>	—	3.0	—	0.5	—	4.0	1.5
<i>M. varians</i>	4.0	1.0	—	—	1.0	—	—
<i>M. Westii</i>	—	2.0	1.0	—	—	1.0	—
<i>Meridion circulare</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Navicula amphibola</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. anglica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. atomus</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. cari</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. cincta</i>	—	—	—	1.5	—	—	1.5
<i>N. cryptocephala</i>	—	—	—	—	0.5	0.5	—
<i>N. cuspidata</i> var. <i>Héribaldi</i>	—	—	0.5	—	—	0.5	—
<i>N. elegans</i>	—	0.5	—	—	—	—	—
<i>N. gregaria</i>	—	—	1.5	—	0.5	—	0.5
<i>N. halophila</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. hungarica</i>	—	1.0	1.0	1.0	—	0.5	1.0
<i>N. Hustedtii</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. lacustris</i>	—	—	0.5	—	—	—	—
<i>N. lanceolata</i>	—	1.0	1.5	0.5	—	—	—
<i>N. menisculus</i>	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 1. (Forts.)

Probenummer	1	2	3	4	5	6	7
	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
<i>N. minuscula</i>	—	—	0.2	—	—	—	—
<i>N. peregrina</i>	8.0	11.2	6.2	4.0	0.6	0.8	1.0
<i>N. peregrina f. minor</i>	0.8	0.2	11.6	2.4	—	—	—
<i>N. placentula</i>	—	—	—	—	—	—	0.5
<i>N. protracta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pupula</i>	—	—	—	—	—	—	0.5
<i>N. pupula var. rectangularis</i>	—	—	—	0.2	—	—	—
<i>N. pupula var. rostrata</i>	—	—	—	0.2	—	—	—
<i>N. pusilla</i>	—	0.8	1.6	2.0	0.2	0.4	—
<i>N. pygmaea</i>	—	—	0.2	—	—	—	—
<i>N. radiosa</i>	0.4	0.4	—	—	—	—	1.0
<i>N. rhynchocephala</i>	0.2	0.2	1.4	—	—	—	—
<i>N. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. spicula</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. subtilissima</i>	—	—	—	—	—	0.2	—
<i>N. tuscula</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. tuscula f. obtusa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. ventralis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. viridula</i>	—	4.6	2.0	—	—	—	—
<i>Nitzschia acuta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. apiculata</i>	—	—	—	0.2	—	0.6	—
<i>N. circumscuta</i>	4.6	1.0	0.8	—	—	—	—
<i>N. dubia</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. fasciculata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. filiformis</i>	—	—	—	0.2	0.4	—	0.5
<i>N. granulata</i>	1.0	1.8	0.2	1.0	1.2	2.2	1.5
<i>N. hungarica</i>	—	0.2	0.2	0.8	—	—	—
<i>N. hybrida</i>	—	—	0.2	0.6	0.4	0.2	—
<i>N. Kützingiana</i>	—	0.2	—	0.2	—	—	—
<i>N. linearis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. Lorenziana var. subtilis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. navicularis</i>	—	—	—	0.4	—	—	1.0
<i>N. obtusa</i>	0.2	—	0.2	0.6	0.6	0.6	—
<i>N. obtusa var. scalpelliformis</i>	—	0.4	—	—	—	—	—
<i>N. palea</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. recta</i>	—	—	—	0.8	—	0.2	—
<i>N. romana</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. scalaris</i>	2.6	0.6	0.8	—	0.2	—	—
<i>N. sigma</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sublinearis</i>	—	—	0.2	—	—	—	—
<i>N. tryblionella</i>	3.6	2.4	0.8	0.8	0.4	0.4	—
<i>N. tryblionella var. debilis</i>	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5
<i>N. tryblionella var. victoriae</i>	0.6	1.2	0.8	0.2	—	—	0.5
<i>Opephora gemmata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>O. Martyi</i>	—	—	—	—	—	0.4	—
<i>Pinnularia appendiculata var. budensis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. borealis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. gibba</i>	0.2	—	—	—	—	—	—
<i>P. hemiptera</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>P. lata</i>	0.2	—	—	—	—	—	—
<i>P. maior</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. microstauron</i>	0.2	—	—	—	—	—	—
<i>P. nobilis</i>	0.6	—	—	0.2	—	—	—
<i>P. sp.</i>	0.2	—	—	—	0.2	—	1.5
<i>P. viridis</i>	2.0	0.8	0.2	0.6	0.2	0.4	—
<i>P. viridis var. sudetica</i>	0.2	0.8	—	—	—	—	—
<i>Pleurosigma angulatum</i>	—	0.2	—	—	0.2	—	—
<i>P. elongatum</i>	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 1. (Forts.)

Probenummer	25	26	27	28	29	30	31
Tiefe	240 cm	250 cm	260 cm	270 cm	280 cm	290 cm	300 cm
<i>N. minuscula</i>	—	—	—	—	—	1.0	—
<i>N. peregrina</i>	2.0	1.0	4.0	3.0	1.0	2.5	2.5
<i>N. peregrina f. minor</i>	—	—	3.5	1.0	1.5	—	0.5
<i>N. placentula</i>	—	—	1.5	1.5	—	—	1.0
<i>N. protracta</i>	—	—	0.5	1.5	1.5	—	—
<i>N. pupula</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pupula var. rectangularis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pupula var. rostrata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pusilla</i>	—	—	2.5	2.5	—	0.5	1.5
<i>N. pygmaea</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. radiosa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. rhynchocephala</i>	2.0	0.5	1.0	—	—	—	0.5
<i>N. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. spicula</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. subtilissima</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. tuscula</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. tuscula f. obtusa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. ventralis</i>	—	—	—	0.5	—	—	—
<i>N. viridula</i>	—	—	0.5	—	—	—	—
<i>Nitzschia acuta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. apiculata</i>	—	—	1.0	—	1.0	—	—
<i>N. circumscuta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. dubia</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. fasciculata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. filiformis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. granulata</i>	—	2.5	0.5	—	0.5	2.5	—
<i>N. hungarica</i>	—	—	—	—	0.5	—	—
<i>N. hybrida</i>	—	0.5	—	—	—	—	—
<i>N. Kützingiana</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. linearis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. Lorenziana var. subtilis</i>	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>N. navicularis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. obtusa</i>	—	0.5	—	0.5	—	0.5	—
<i>N. obtusa var. scalpelliformis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. palea</i>	—	—	0.5	—	0.5	—	—
<i>N. recta</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. romana</i>	—	—	—	0.5	0.5	—	—
<i>N. scalaris</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sigma</i>	—	—	—	—	0.5	—	0.5
<i>N. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sublinearis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. tryblionella</i>	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>N. tryblionella var. debilis</i>	—	1.0	0.5	—	—	1.0	—
<i>N. tryblionella var. victoriae</i>	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>Opephora gemmata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>O. Martyi</i>	—	—	—	—	—	1.0	0.5
<i>Pinnularia appendiculata var. budensis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. borealis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. gibba</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. hemiptera</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. lata</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. maior</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. microstauron</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. nobilis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. sp.</i>	—	—	1.5	—	0.5	—	—
<i>P. viridis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. viridis var. sudetica</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pleurosigma angulatum</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. elongatum</i>	—	—	—	—	—	0.5	—

• Tab. 1. (Forts.)

Probenummer	1	2	3	4	5	6	7
Tiefä	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
<i>Rhabdonema arcuatum</i>	—	—	—	—	—	0.2	1.0
<i>R. minutum</i>	0.2	—	—	—	—	0.2	—
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	—	—	0.2	0.8	3.8	2.2	0.5
<i>Rhopalodia gibba</i>	0.2	0.6	0.4	0.2	0.8	0.6	—
<i>R. gibberula</i>	—	—	0.2	—	1.2	1.2	—
<i>Stauroneis Halmei</i>	—	—	0.6	0.4	0.2	—	—
<i>S. phoenicenteron f. brevis</i>	—	—	0.4	—	—	—	—
<i>Stephanodiscus Hantzschii</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Surirella biseriata var. bifrons</i>	—	—	—	—	0.2	—	—
<i>S. elegans</i>	0.4	—	—	—	—	—	—
<i>S. gracilis</i>	—	—	0.2	—	—	—	—
<i>S. Moelleriana</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. ovalis</i>	—	—	—	—	0.2	—	—
<i>S. ovata</i>	0.4	0.4	0.6	0.2	0.6	0.4	—
<i>S. striatula</i>	2.2	1.4	0.6	—	—	—	—
<i>Synedra acus</i>	—	0.4	—	—	—	0.2	—
<i>S. acus var. angustissima</i>	—	—	—	—	0.2	—	0.5
<i>S. amphicephala</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. nana</i>	—	—	—	—	0.2	—	0.5
<i>S. pulchella</i>	0.4	2.2	2.0	4.4	1.0	0.4	1.5
<i>S. pulchella var. naviculacea</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. rumpens</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. tabulata</i>	—	—	4.4	4.0	13.2	10.4	4.5
<i>S. ulna</i>	—	0.4	0.4	—	—	—	—
<i>Tabbellaria binalis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tabbellaria fenestrata</i>	0.6	—	—	—	0.2	—	—
<i>T. flocculosa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Thalassiosira baltica</i>	—	—	—	—	1.6	0.6	1.0
<i>T. decipiens</i>	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	1.0	3.2	2.0	3.0	0.2	—	—
Arten- und Varietätenzahl	64	77	74	66	73	50	43

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	110 cm	120 cm	130 cm	140 cm	150 cm	160 cm	170 cm	180 cm	190 cm	200 cm	210 cm	220 cm	230 cm
—	—	—	—	0.4	0.5	1.5	—	3.0	—	—	—	—	0.5	—	1.0	—
—	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	2.0	—	1.5	3.0	3.0	1.0
—	—	—	—	0.8	0.5	0.5	0.5	—	—	1.0	—	—	0.5	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0.4	0.5	1.5	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	0.5	—	1.0	—
—	2.0	6.0	2.0	—	2.5	—	—	5.0	1.0	—	—	—	0.5	2.0	—	1.0
—	—	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—	—
1.5	2.0	2.0	2.0	4.4	5.0	2.0	—	—	1.0	—	6.0	1.5	2.0	1.0	—	1.0
—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1.0	2.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	3.5	5.0	4.0	7.5	3.0	1.0	12.0	1.0	7.0	8.0	5.0	3.0
—	—	—	—	—	—	0.5	—	5.0	1.0	2.0	—	—	2.0	3.0	—	—
—	—	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	8.0	—	—	—	1.5	—	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—	—
0.5	1.0	1.0	6.0	—	—	—	—	—	1.0	1.0	—	—	1.0	2.0	1.0	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.5	1.0	1.0	—	2.4	2.0	0.5	2.0	—	—	—	—	1.5	0.5	1.0	1.0	1.0
27	35	27	22	42	43	48	35	17	30	17	22	27	62	22	31	26

Tab. 1. (Forts.)

Probenummer	25	26	27	28	29	30	31
Tiefe	240 cm	250 cm	260 cm	270 cm	280 cm	290 cm	300 cm
<i>Rhabdonema arcuatum</i>	—	—	—	—	—	1.0	—
<i>R. minutum</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	—	0.5	—	1.5	1.0	1.5	0.5
<i>Rhopalodia gibba</i>	—	0.5	0.5	—	—	0.5	—
<i>R. gibberula</i>	—	—	—	—	0.5	—	—
<i>Stauroneis Halmei</i>	—	—	0.5	—	—	—	—
<i>S. phoenicenteron f. brevis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stephanodiscus Hantzschii</i>	—	—	0.5	3.0	0.5	1.0	1.5
<i>Surirella biseriata var. bifrons</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. elegans</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. Moelleriana</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. ovalis</i>	—	—	—	—	—	1.0	—
<i>S. ovata</i>	—	0.5	0.5	—	—	—	—
<i>S. striatula</i>	—	—	—	—	—	0.5	0.5
<i>Synedra acus</i>	—	—	—	—	—	—	1.5
<i>S. acus var. angustissima</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. amphicephala</i>	—	—	0.5	0.5	—	—	—
<i>S. nana</i>	—	—	1.0	—	—	—	—
<i>S. pulchella</i>	2.0	0.5	4.5	2.0	—	—	—
<i>S. pulchella var. naviculacea</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. rumpens</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. tabulata</i>	4.0	2.5	1.5	6.0	17.5	13.5	15.0
<i>S. ulna</i>	—	—	0.5	—	0.5	—	—
<i>Tabbellaria bimalis</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tabbellaria fenestrata</i>	—	—	—	—	0.5	—	0.5
<i>T. flocculosa</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Thalassiosira baltica</i>	—	1.0	—	—	1.0	2.0	0.5
<i>T. decipiens</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	—	0.5	—	0.5	0.5	—	—
Arten- und Varietätenzahl	11	41	41	31	39	49	38

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
310 cm	320 cm	330 cm	340 cm	350 cm	360 cm	370 cm	380 cm	390 cm	400 cm	410 cm	420 cm	430 cm	440 cm	450 cm	460 cm	600 cm
—	1.5	—	0.5	1.0	—	—	—	—	3.5	2.0	—	5.0	—	—	—	—
5.0	—	1.5	1.0	1.0	—	—	0.5	—	1.0	—	5.0	—	—	—	—	—
—	1.5	1.0	0.5	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	—	—	—	—
1.0	—	0.5	0.5	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.5	0.5	—	—	—	0.5	2.0	—	2.0	—	—	—	—	—	—
1.0	—	—	—	—	3.0	6.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.5	—	0.5	0.5	1.0	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	0.5	—	—	—	1.0	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1.0	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.5	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.5	2.5	—	2.0	1.0	1.0	2.0	7.5	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.0	7.5	5.5	7.0	4.0	10.0	6.0	5.5	2.0	12.0	10.0	10.0	5.0	—	26.0	—	—
—	—	—	—	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	—	—	1.5	2.0	0.5	—	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—	—
—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	47	46	58	49	27	27	31	20	33	20	15	14	5	5	2	4

gen, und wie man aus Diagr. 1 ersieht, bilden die Sedimente 3 m 30 cm dicke Schichten.

In den Yoldiasedimenten kommt *Fragilaria pinnata* sehr reichlich vor und beträgt in Probe 12 sogar 30 % aller in dieser Probe vorkommenden Diatomeen. In den tiefer liegenden Ablagerungen tritt sie noch reichlicher auf, und in Probe 25, in 2 m 40 cm Tiefe, macht sie allein 76 % aller Diatomeen aus. Aus diesem Vorkommen ist zu schliessen, dass sie besser im Wasser zu wachsen vermag, wenn es über 6 ‰ Salz enthält (Tab. 1 und Diagr. 1).

In Probe 45 kommen nur *Fragilaria pinnata*, *Mastogloia Smithii*, *Navicula peregrina* und *N. pusilla* vor (Tab. 1). Alle diese Diatomeen sind so selten anzutreffen, dass nur einzelne Individuen zu finden waren. Nach dem Vorkommen dieser Diatomeen kann man schliessen, dass die Wachstumsbedingungen in jener Zeit recht ungünstig und die Temperatur kalt gewesen sein muss. In Probe 46 in 4.5 m Tiefe kommen nur *Fragilaria pinnata*, *Navicula peregrina*, *N. pusilla*, *Nitzschia recta* und *Synedra tabulata* sehr selten vor (Tab. 1). In Probe 47 in 4.6 m Sedimenttiefe findet man *Fragilaria pinnata* und *Nitzschia apiculata* oder insgesamt nur zwei Arten. In den darunter, noch tiefer liegenden Proben konnte ich keine Diatomeen finden, und erst in 6 m Tiefe, in Probe 48, konnte ich *Fragilaria pinnata*, *Navicula Hustedtii*, *N. peregrina* und *Pinnularia* sp. feststellen, die alle sehr selten vorkamen.

Das Auftreten der Diatomeen in den Sedimenten von 4.4 bis 6 m Tiefe bestätigt, dass die Wachstumsbedingungen während dieser Zeit, als diese Sedimente sich absetzten, ganz andere waren als während der Yoldiazeit. Das Wasser war damals beinahe süss und auch recht kalt, was seinerseits zeigt, dass der Landeisrand nicht sehr weit von dieser Stelle oder von Helsinki gelegen hat. Nach der Diatomeenflora sind die Sedimente von 4.4 bis 6 m Tiefe im Baltischen Eismeer abgesetzt worden ¹⁾. Es ist möglich, dass die untersten Sedimente zu dem Karelischen Eismeerstadium gehören, in dem die Verbindung zwischen Ladoga- und Onegasee noch bestanden hat.

Ein ähnliches Vertikalprofil finden wir in der Pojo-Bucht bei der Station III B, wo in 90 cm Sedimenttiefe *Litorina*, *Ancylus* und *Yoldia* (nach HYYPPÄ Bottnisches Meer) vorkommen (MÖLDER 1943 a, S. 179, Diagr. 10). Wenn wir diese beiden Diagramme miteinander vergleichen, sehen wir, dass die ökologischen Diatomeengruppen in den beiden Diagrammen einander fast gleich sind. In den Litorinasedimenten kommen die Süsswasserdiatomeen sehr individuenarm vor, weswegen die prozentualen Anteile gering sind. In den Ancylussedimenten treten die Süsswasserdiatomeen in der Pojo-Bucht ebenso reichlich auf wie in der Bucht Pieni Huopalahti in Helsinki. Auch *Melosira arenaria* kommt in der Pojo-Bucht sehr individuen-

¹⁾ Die Namen Bottnisches Meer, Baltisches Eismeer und Karelisches Eismeer habe ich nach E. HYYPPÄ angewendet (HYYPPÄ 1943).

reich vor und macht z. B. in 50 cm Sedimenttiefe 56 % aller in dieser Probe vorkommenden Diatomeen aus (MÖLDER 1943 a, S. 170). In den Yoldiasedimenten sind die Salzwasserdiatomeen in der Pojo-Bucht reichlicher anzutreffen als in der Bucht Pieni Huopalahti, was bestätigt, dass das Wasser in der Pojo-Bucht während der Yoldiazeit oder, nach der neueren Benennung von HYYPPÄ, im Bottnischen Meeresstadium mehr Salz enthalten hat als bei der Stadt Helsinki.

Vergleichen wir diese beiden obengenannten Diagramme mit dem Diagramm aus dem Moor Mustalampi bei Kämärä, so ist zu ersehen, dass in den Yoldiasedimenten bei Kämärä die Salzwasserdiatomeen viel seltener vorkommen als bei Helsinki und in der Pojo-Bucht und dass das Wasser in den östlichen Teilen des Finnischen Meerbusens während der Yoldiazeit wenigstens 4 bis 6 ‰ weniger Salz enthalten hat als bei Helsinki (MÖLDER 1943 b, S. 197, Diagr. 4). In den untersten Sedimenten oder in denen des Baltischen Eismeeress kommen zum grössten Teil Süßwasserdiatomeen vor; Salzwasserformen sind recht selten zu finden. Die betreffenden Sedimente sind in dieser Hinsicht denen der Bucht Pieni Huopalahti recht ähnlich.

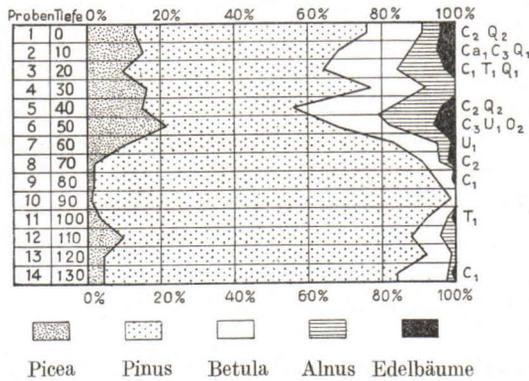
B. BAUMPOLLENPROFIL.

In dem Vertikalprofil kommen Baumpollen nur in den obersten Proben vor, die untersten Proben waren alle steril. Baumpollen hat Mag. phil. T. Suomalainen analysiert, und die Ergebnisse sind aus Diagr. 2 zu entnehmen. Wie man sieht, kamen Baumpollen nur bis zu Probe 14 vor, und auch bei dieser Probe konnten erst aus vielen Präparaten zusammen 80 Baumpollen aufgefunden werden. In den obersten 3 Proben kommen die Edellaubbäume *Quercus*, *Tilia*, *Corylus* und *Carpinus* vor, und an Nichtbaumpollen sind reichlich *Graminaceae*-, *Cyperaceae*- und *Polypodiaceae*-Pollen anzutreffen. Sehr selten treten noch *Salix*-, *Chenopodium*-, *Galium*-, *Ranunculus*- und *Phragmites*-Pollen auf. In Probe 4 aus 30 cm Tiefe kommen keine Edellaubbäume vor, und an Nichtbaumpollen wurden nur 5 Pollenkörner gefunden. In den Proben 5 und 6 finden sich *Corylus*, *Quercus* und *Ulmus* wieder reichlich und nehmen in den Proben 7—9 langsam ab. *Alnus* kommt in den Proben 1—6 reichlich vor und nimmt in den Proben 7 und 8 schnell ab.

Nach dem Baumpollendiagramm fallen die Proben 1—6 in die Litorinazeit und die Proben 7 und 8 in das beginnende Litorina oder in das ausgehende Ancyclus. Wie aus Diagr. 1 zu ersehen, beginnen die Litorinasedimente nach den Diatomeen in Probe 6 und enden die Ancyclussedimente in Probe 7. Das während der Ancycluszeit vorkommende *Pinus-Maximum* finden wir in den Proben 7 bis 14. In diesen Proben kommt *Picea* recht selten vor, ebenso finden wir in Probe 11 ein *Tilia*- und in Probe 14 ein *Corylus*-Pollenkorn. Auch *Alnus*, die gewöhnlich während der Ancyclus-

zeit sehr spärlich in Südfinland in den Sedimenten vorkommt, ist auch in diesem Profil in den untersten Proben sehr selten zu finden.

An Nichtbaumpollen findet man in den Ancyliussedimenten häufiger Polypodiaceen, die in Probe 14 sogar 50 % aller in dieser Probe vorkommenden Nichtbaumpollen ausmacht. Diese Probe enthielt ferner *Sphagnum* sp., *Rosa* sp., *Salix* sp., *Equisetum* sp. und *Chenopodium* sp., die aber alle recht selten waren. In Probe 13 kamen Nichtbaumpollen auch reichlicher vor, aber in den Proben 7 bis 12 konnte man nur Polypodiaceen finden.



Diagr. 2. Baumpollendiagramm aus der Bucht Pieni Huopalahti in der Stadt Helsinki

Wie aus dem Obigen deutlich hervorgeht, stimmen die geologischen Zeitbestimmungen bei Diagr. 1 sehr gut mit den Baumpollen in Diagr. 2 überein, und man kann sogar sagen, dass mit Hilfe der fossilen Diatomeen die verschiedenen geologischen Zeiten besser als nach den Baumpollendiagrammen festgestellt werden können.

Wie aus den Diagr. 1 und 2 zu sehen ist, ist die Sedimentation in der Bucht Pieni Huopalahti sehr langsam vor sich gegangen und sind die Sedimentschichten vom Anfang des Ancyclus bis zur Gegenwart nur 1 m und 10 cm tief. Eine ähnliche Erscheinung konnte ich auch in der Pojo-Bucht feststellen, wo die Sedimente von Ancyclus und Litorina zusammen bis zur Gegenwart nur 50 cm dick waren (MÖLDER 1943 a, S. 179, Diagr. 10). Wenn wir diese Sedimenttiefen vergleichen mit dem Profil aus dem Moor Puotinkylä, dann ist zu ersehen, dass das Litorina bis zur Gegenwart allein schon 3 m tief ist (HYYPÄ 1937, S. 39, Fig. 15).

C. DAS VORKOMMEN DER EINZELNEN DIATOMEENARTEN.

Trotzdem in dem Vertikalprofil aus der Bucht Pieni Huopalahti insgesamt 207 Diatomeenarten und Varietäten vorkommen, gibt es recht wenig Arten, die in den Sedimenten reichlicher vorhanden sind. Ebenso findet

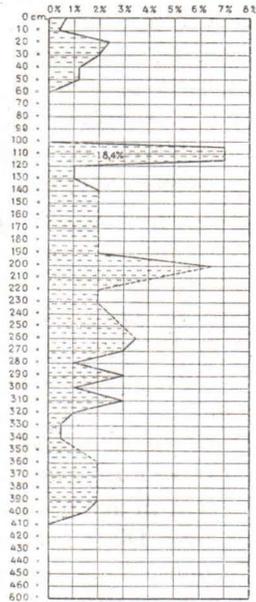
man wenige Diatomeen, die nur in den Sedimenten einer geologischen Periode vorkommen, so dass wir sagen können, diese Diatomeen seien für diese geologischen Zeiten charakteristisch.

Aus Tab. 1 geht hervor, dass in den Litorinasedimenten bis zur Gegenwart *Caloneis amphibiaena*, *C. formosa*, *Campylodiscus clypeus* v. *bicostata*, *Cocconeis britannica*, *C. scutellum* v. *stauroneiformis*, *Coscinodiscus marginatus*, *C. nodulifer*, *Denticula tenuis*, *Fragilaria brevistriata*, *Fr. construens*, *Fr. virescens*, *Gyrosigma distortum* v. *Parkeri*, *G. scalproides* v. *eximia*, *Mastogloia Braunii*, *Meridion circulare*, *Navicula anglica*, *N. halophila*, *N. pupula* v. *rectangularis*, *Nitzschia circumscuta*, *N. obtusa* v. *scalpelliformis*, *Pinnularia gibba*, *P. hemiptera*, *P. lata*, *P. microstauron*, *P. nobilis*, *Rhabdonema minutum*, *Stauroneis phoenicenteron* f. *brevis*, *Surirella elegans*, *S. gracilis* und *Thalassiosira decipiens* selten vorkommen, in den älteren Sedimenten aber völlig fehlen. Obwohl diese Diatomeen nur in den obersten Sedimenten auftreten, sind sie keine charakteristischen Formen für die Litorinazeit oder für die Gegenwart. Eine grosse Menge von ihnen sind ganz gewöhnliche Süsswasserdiatomeen, die in Finnland in den Binnengewässern verbreitet sind und ganz zufällig an den Küsten des Finnischen und des Bottnischen Meerbusens vorkommen.

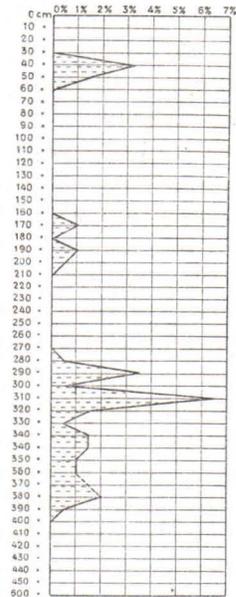
In den Ancyclussedimenten findet man *Cocconeis disculus*, *Cyclotella Kützingiana*, *Eunotia lunaris*, *Fragilaria lapponica*, *Navicula pupula*, *Pinnularia maior* und *Tabellaria binalis*, die rezent in den nördlichen Teilen Finnlands verbreitet und gemein sind. Auch diese Diatomeen sind für die Ancyclussedimente nicht charakteristisch. In den Yoldiasedimenten beobachten wir *Gyrosigma Wansbeckii* und *Hyalodiscus scoticus*, die rezent an den Ufern des Finnischen und des Bottnischen Meerbusens häufig anzutreffen sind (MÖLDER 1943 a und b).

Es ist interessant zu verfolgen, wie diese Diatomeen in dem Vertikalprofil verteilt sind, die grössere Individuenzahlen erreicht haben und gute Wachstumsbedingungen in der Bucht gefunden haben. An erster Stelle in Tabelle 1 steht *Achnanthes Hauckiana*, die in Probe 12 sogar 18.4 % aller in dieser Probe vorkommenden Diatomeen ausmacht. Aus Diagr. 3 geht übersichtlich hervor, dass sie in den Litorina- und auch in den Yoldiasedimenten verbreitet ist. Sie erscheint in den ältesten Schichten schon in 4.1 m Tiefe und nimmt dann nach oben langsam zu, bis sie in 1.1 m Tiefe ihren maximalen Individuenreichtum erreicht, 18.4 % aller in dieser Probe vorkommenden Diatomeen ausmacht (Tab. 1 und Diagr. 3). In der Pojo-Bucht hat diese Diatomee ihr Optimum in Wasser mit 3 bis 5 ‰ Salz (MÖLDER 1943 a, S. 59). Das Wasser dürfte am Ende der Yoldiazeit und am Anfang der Ancycluszeit, als das Maximum dieser Diatomee vorkommt, 3 bis 5 ‰ Salz enthalten oder sogar etwas mehr. Da diese Diatomee eine Brackwasserform ist, konnte sie während der Yoldia- und Litorinazeit, als das Wasser mehr Salz enthielt, nicht so gut gedeihen und tritt deshalb in diesen Sedimentablagerungen viel seltener in Erscheinung.

Achnanthes taeniata kommt in der ersten Hälfte der Litorinazeit vor und fehlt in den obersten Sedimenten bis zu Gegenwart (Diagr. 4). Dieses Auftreten hängt häufig von der Wassertiefe ab, denn diese Planktondiatomee wächst nur in tieferem Wasser. Ihre maximale Entwicklung erreicht sie in den untersten Sedimenten der Yoldiazeit, was bezeugt, dass das Wasser



Diagr. 3. *Achnanthes*
Hauckiana.



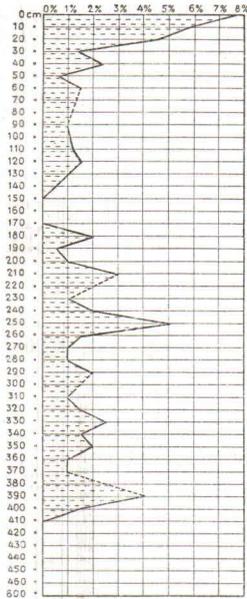
Diagr. 4. *Achnanthes*
taeniata.

genügend Salz enthalten hat und entsprechend tief war. In der Pojo-Bucht verlangt sie wenigstens 3 ‰ Salz im Wasser, um noch lebensfähig sein zu können (MÖLDER 1943 a, S. 47).

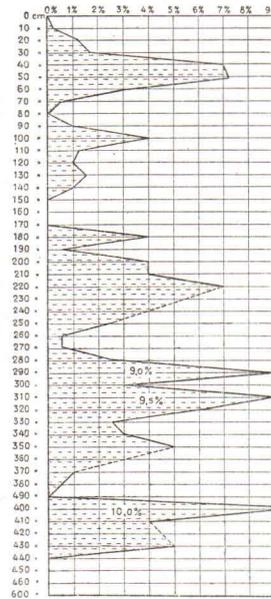
Campylodiscus echeneis kommt rezent an den Ufern des Finnischen und des Bottnischen Meerbusens reichlich vor, ebenso findet man sie in den Sedimenten fossil häufig in Litorina- und Yoldiaablagerungen (MÖLDER 1943 a und b., HALDEN 1929, HYYPPÄ 1937). Wie man aus Diagr. 5 ersieht, erreicht sie ihre maximale Entwicklung in der obersten Probe, d. h. sie hat beste Wachstumsbedingungen jetzt in der Bucht Pieni Huopalahti. In den Proben 2 und 3 kommt sie noch individuenreicher vor, nimmt aber in Probe 4 schnell ab und kommt beinahe ähnlich an allen Sedimentschichten bis Anfang Yoldia vor. Interessanterweise fehlt sie noch den Proben in 1.5 bis 1.7 m Sedimenttiefe, kommt aber sehr selten in den Ancylussedimenten vor. Während der Yoldiazeit erreicht sie ihr Maximum in 2.5 m Sedimenttiefe, wo die 5 % aller Diatomeen ausmacht (Diagr. 5 und Tab. 1). Wie man sieht, findet sich diese Diatomee nicht nur in den Litorina- und Yoldiasedi-

menten, sondern auch in den Ancylussedimenten. Nach E. HYYPPÄ kommt *Campylodiscus echeneis* nur in den Litorinasedimenten in Südfinnland vor und fehlt in den Ancylussedimenten (HYYPPÄ 1937 S. 31).

Wie aus den Untersuchungen in der Pojo-Bucht hervorgeht, verlangt diese Diatomee für ihre optimale Entwicklung 2 bis 7 ‰ Salz im Wasser



Diagr. 5. *Campylodiscus echeneis*.

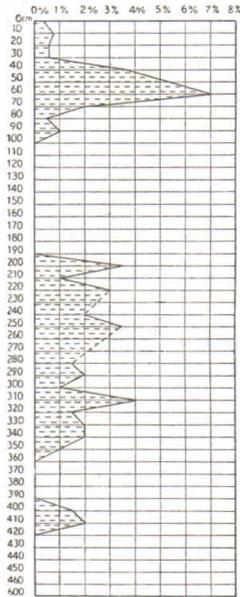


Diagr. 6. *Cocconeis scutellum*.

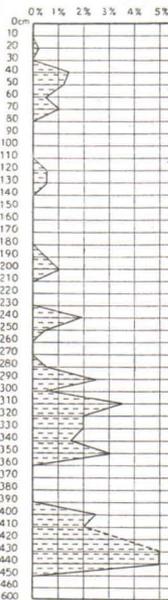
und kommt vom Ufer bis 10 m Wassertiefe reichlich vor, um von da an rasch abzunehmen (MÖLDER 1943 a, S. 61 und 101). Aus G. BRANDERS Untersuchung geht hervor, dass sie in Portlandia- und Eemmersedimenten verbreitet und auch in Interglaziallehm in Rouhiala gefunden worden ist (BRANDER 1937 a).

Cocconeis scutellum bildet in dem Vertikalprofil kein richtiges Maximum, und wie aus Diagr. 6 zu ersehen, ist sie in den untersten und mittleren Yoldiasedimenten reichlicher vorhanden. Ebenso hat sie grössere Individuenzahlen in den Litorinasedimenten und fehlt rezent in der Bucht vollkommen (Tab. 1). In den Ancylussedimenten tritt sie auch recht selten auf und erreicht an der Grenze zwischen den Yoldia- und Ancylussedimenten 4 ‰. In der Pojo-Bucht beansprucht diese Diatomee mindestens 5 ‰ Salz im Wasser (MÖLDER 1943 a, S. 62). Nach HUSTEDT ist sie eine litorale Aufwuchsform und in allen Meeren häufig. In der Pojo-Bucht findet sich *Cocconeis scutellum* in grösseren Mengen erst von 10 m Wassertiefe an und erreicht ihre Höchstzahl in 36.5 m Tiefe (MÖLDER 1943 a, S. 105). Auch

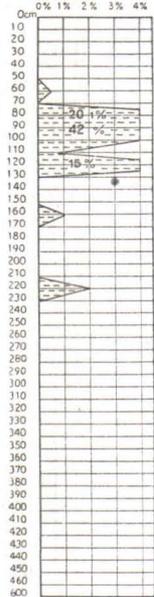
aus Diagr. 6 ersieht man, dass sie, als das Wasser in der Bucht Pieni Huopalahti tiefer war, reichlicher anzutreffen ist als z. B. während der Litorinazeit und am Anfang der Yoldiazeit. Ebenso enthielt das Wasser in diesen Meeren mehr Salz als heutzutage.



Diagr. 7. *Coscinodiscus oculus iridis*.



Diagr. 8. *Grammatophora oceanica* mit der Varietät *macilenta*.



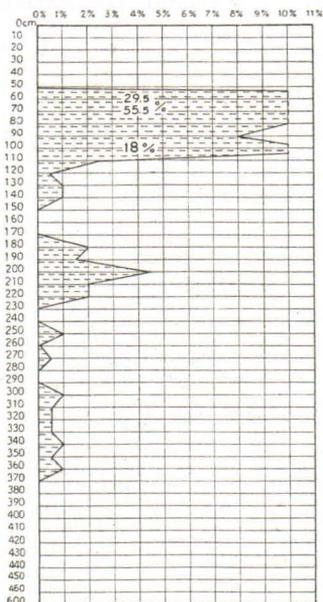
Diagr. 9. *Melosira ambigua*.

Coscinodiscus oculus iridis kommt in den Yoldia- und Litorinasedimenten vor und erreicht ihr Maximum in 60 cm Sedimenttiefe (Diagr. 7 und Tab. 1). Dass diese im Salzwasser pelagisch auftretende Diatomee in den Yoldiasedimenten sehr selten vorkommt, ist wahrscheinlich davon abhängig, dass diese Diatomee sehr leicht zerbricht und die kleinen Stücke sich im Wasser viel schneller auflösen.

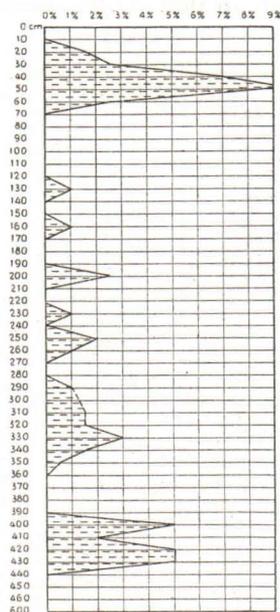
Grammatophora oceanica mit der Varietät *macilenta* kommt in dem Vertikalprofil recht unregelmässig vor (Diagr. 8). In den Sedimenten aus 4.4 m Tiefe ist der Prozentsatz so gross, weil diese Probe nur einzelne Diatomeen enthielt und daher auf jedes Individuum 5 % entfielen. Auch diese Diatomee fehlt in den obersten Sedimentschichten und ebenso in den vielen Proben aus grösseren Tiefen, so dass sie keine charakteristische Form in den geologischen Untersuchungen ist.

Melosira ambigua kommt nur in einer Tiefe von 80—130 cm sehr häufig vor, und macht sogar in 90 cm Tiefe 42 % aller Diatomeen aus (Diagr. 9). Wie man sieht, tritt sie nur in den Ancylusseesedimenten hervor und fehlt beinahe völlig in den Yoldia- und Litorinasedimenten.

Melosira arenaria, die eine charakteristische Ancyloseediatomee ist, tritt auch sehr individuenreich in den Ancyloseesedimenten auf und beträgt sogar in 70 cm Tiefe allein 55.5 % aller Diatomeen (Diagr. 10). Interessanterweise kommt sie auch in den Yoldiameersedimenten hin und wieder



Diagr. 10. *Melosira arenaria*.



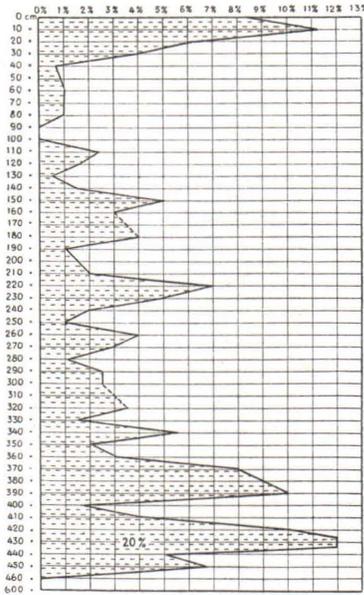
Diagr. 11. *Melosira Westii*.

selten vor. In 2 m Tiefe beläuft sie sich sogar auf 4.5 % aller in dieser Probe vorkommenden Diatomeen. Aus diesem wie auch aus dem rezenten Vorkommen in der Pojo-Bucht kann man schliessen, dass sie ausser in Süswassersee auch im Brackwasser gedeihen kann. Bei der Untersuchung der karelischen Eismersedimente war festzustellen, dass diese Diatomee auch in diesen Sedimenten, die viel älter sind als die Ancylosedimente, manchmal sehr individuenreich anzutreffen ist. Nach den jetzigen Untersuchungen kann man ganz sicher behaupten, dass *Melosira arenaria* keine für die Ancyloseesedimente charakteristische Diatomee ist. So macht sie an einer Stelle der karelischen Eismersedimente bei Vieljärvi in Ostkarelien allein 99 % aller Diatomeen aus.

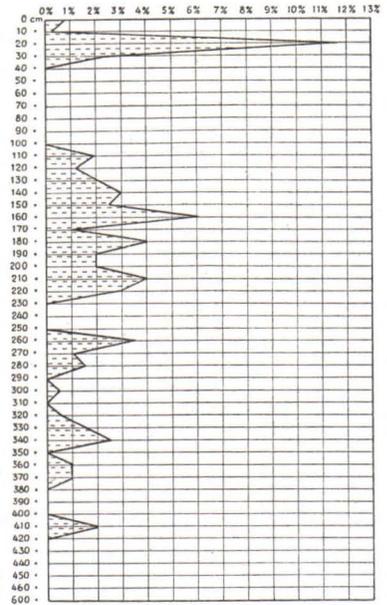
Melosira Westii kommt in dem Vertikalprofil nur in den Yoldia- und Litorinameersedimenten vor. Ihre maximale Entwicklung erreicht sie am Anfang des Litorinameeres und ein kleineres Maximum weist sie am Anfang des Yoldiameeres auf (Diagr. 11). In den obersten Schichten und rezent kommt sie nicht mehr vor, denn das Wasser enthält bei der Stadt Helsinki wahrscheinlich nicht genügend Salz. In der Pojo-Bucht verlangt sie min-

destens 4 ‰ Salz im Wasser, und ihre optimale Wachstumsbedingungen findet sie da, wo 6 ‰ Salz vorhanden ist (MÖLDER 1943 a, S. 55).

Navicula peregrina kommt in dem Vertikalprofil beinahe in allen Sedimentschichten vor, fehlt aber in den untersten Sedimenten, die steril sind, und auch in den Ancylusseesedimenten in 80—100 cm Tiefe (Diagr. 12).



Diagr. 12. *Navicula peregrina*.



Diagr. 13. *Navicula peregrina f. minor*.

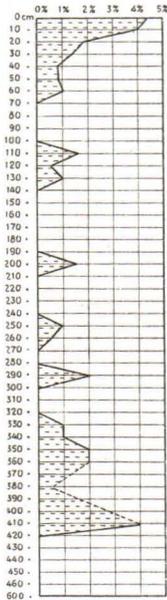
Ihre besten Wachstumsbedingungen hat sie am Anfang des Yoldiameeres gefunden, wo sie in 4.3 m Tiefe sogar 20 % aller Diatomeen ausmacht. Wie aus Diagr. 12 hervorgeht, ist diese Diatomee charakteristisch für die Yoldia- und Litorinasedimente, aber in den Ancylusseesedimenten nicht völlig fehlend.

Navicula peregrina f. minor zeigt im grossen Ganzen ein ähnliches Auftreten wie die Hautart (Diagr. 13). Sie fehlt aber in den Ancylusseesedimenten und tritt auch am Anfang des Yoldiameerstadiums viel seltener hervor. Nach dem Vorkommen gehört sie zu den Yoldia- und Litorinamedimenten und ist charakteristisch für diese Perioden.

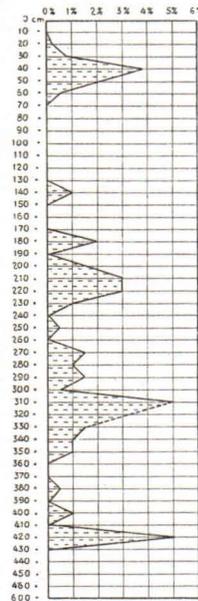
Nitzschia tryblionella mit den Varietäten *debilis* und *victoriae* erreicht ihre maximale Entwicklung in den obersten Proben, besonders in der Gegenwart (Diagr. 14). In den Yoldiaseesedimenten kommen die Varietäten hin und wieder auch sehr selten vor, aber wie man nach diesem Vorkommen schliessen kann, erreichen sie im Yoldiameer keine guten Wachstumsbedingungen. Wahrscheinlich vertragen diese Diatomeen und auch die Varie-

täten nicht so viel Salz im Wasser, wie das Yoldiameer und auch das Litorinameer enthalten haben.

Rhoicosphenia curvata kommt in den Yoldiameersedimenten mehr oder minder reichlich vor (Diagr. 15). In den Ancylusseesedimenten tritt sie überhaupt nicht auf, trotzdem sie rezent hier und da in den Süßwasserseen



Diagr. 14. *Nitzschia tryblionella* mit den Varietäten *debilis* und *victoriae*.

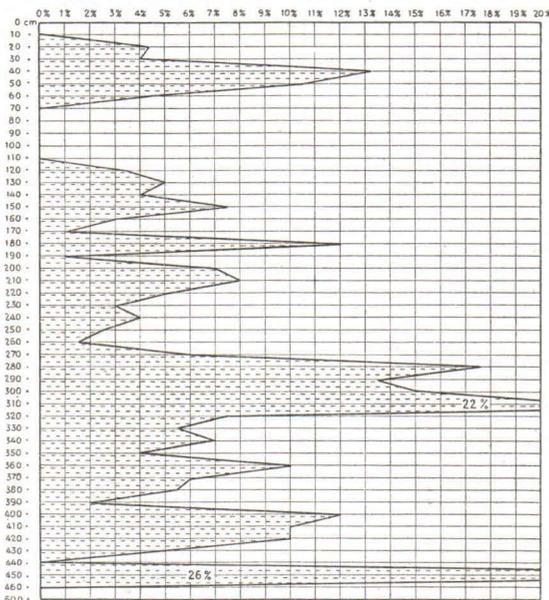


Diagr. 15. *Rhoicosphenia curvata*.

Finnlands wächst. In den Litorinasedimenten erreicht sie in 40 cm Tiefe ihre maximale Frequenz im Litorinameer, nimmt dann langsam ab und ist gegenwärtig in der Bucht überhaupt nicht vorhanden. Die Quartärgeologen glaubten früher, dass diese Diatomee für bestimmte Yoldiaseestadien charakteristisch sei. So hat SAURAMO nach dieser Diatomee sein Rhoicospheniameer benannt. Aus Diagr. 15 geht aber deutlich hervor, dass sie in den Yoldia- und Litorinaablagerungen beinahe in allen Sedimentschichten sehr unregelmässig vorkommt und in keinen Schichten optimale Wachstumsbedingungen gefunden hat.

Synedra tabulata hat ihr Maximum in 4.5 m Tiefe, wo sie 26 % der Diatomeen ausmacht und ihr zweites, aber etwas kleineres Maximum von 22 % in 3.1 m Tiefe bildet (Diagr. 16). Wie aus Diagr. deutlich hervorgeht, findet sich diese Diatomee in den Yoldiameersedimenten viel reichlicher als in den Litorinameersedimenten. In den Ancylusseesedimenten fehlt sie völlig, und rezent tritt sie in der Bucht nicht auf. In den Litorinasee-

sedimenten tritt sie auch ebenso, wie wir das in den Yoldiameersedimenten schon oben gesehen haben, in den älteren Ablagerungen häufiger in die Erscheinung.



Diagr. 16. *Synedra tabulata*.

Aus dem Obigen geht hervor, dass von den 207 Diatomeen, die in dem Vertikalprofil vorkommen, nur 16 Arten so reichlich vertreten sind, dass sie in den Proben tonangebend erscheinen. Alle Salzwasser- und Brackwasserdiatomeen sind in den Yoldia- und Litorinameersedimenten anzutreffen und nicht einzig für diese beiden Seesedimente charakteristisch, wie man erwarten hat. In den Ancylusseesedimenten treten beide oben genannten *Melosira*-Arten sehr individuenreich hervor und fehlen beinahe in den Salzwasserseesedimente.

3. DIE POSTGLAZIALE KLIMAENTWICKLUNG.

In meiner Untersuchung »Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen« habe ich zum erstenmal gezeigt, dass die fossilen Diatomeen sich in den Vertikalprofilen sehr gut als Klimaschwankungsindikatoren verwenden lassen (MÖLDER 1943 b, S. 216). So kamen die nordisch-alpinen oder Kaltwasserformen in einzelnen Sedimentschichten reichlicher vor, während in anderen Sedimentschichten

solche Diatomeen häufiger auftreten, die heutzutage nicht mehr bis in den hohen Norden reichen.

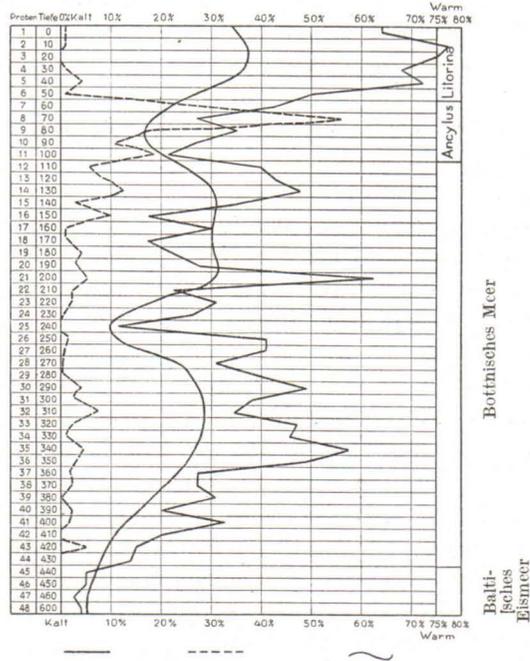
Ebenso habe ich die Kaltwasserdiatomeen in dem Vertikalprofil der Bucht Pieni Huopalahti festzustellen versucht und die Resultate in Diagr. 17 dargestellt. Desgleichen sind die Diatomeenarten, die in den Proben vorkamen, wiedergegeben, und wie man sieht, kommen in den Litorinasedimenten am meisten Diatomeenarten vor, die dann bis zur Gegenwart abnehmen. Über die wärmeliebenden Diatomeen in dem Seewasser ist es unmöglich etwas Genaueres aussagen, denn viele Brackwasser- und auch Salzwasserformen sind in weiten Gebieten vertreten, und ausserdem sind die Diatomeen in der Ostsee noch sehr wenig untersucht worden.

Wie aus Diagr. 17 ersichtlich, fehlen die Kaltwasserdiatomeen in den Baltischen Eismersedimenten völlig und erscheinen die ersten Formen erst in den untersten Sedimentschichten des Bottnischen Meeres oder in den Yoldiameersedimenten, wie man früher diese See genannt hat. In den Sedimenten des Bottnischen Meeresstadiums kommen diese Kaltwasserformen beinahe in allen Proben sehr selten und individuenarm vor und erreichen erst in den Ancyloseesedimenten grössere Individuen- wie auch Arten- und Varietätenzahlen. In den Litorinasesedimenten gehen sie wieder zurück, fehlen sogar in 20 cm Tiefe und treten in den obersten Sedimentschichten wieder hervor. Es ist interessant zu beobachten, dass die Kaltwasserformen in den Litorinasedimenten nicht so reichlich vertreten sind wie in den Sedimenten des Bottnischen Meeresstadiums, trotzdem die Zellwände in den obersten Sedimentablagerungen viel besser erhalten sind als in den tieferliegenden Sedimentschichten.

Bei der Diatomeen-Artenzahl in den Proben bemerkt man, dass in den untersten Sedimenten, die zu den Baltischen Eismeerstadien gehören, die Diatomeen beinahe völlig fehlen (Tab. 1 und Diagr. 17). Am Anfang des Yoldiameeres oder des Bottnischen Meeresstadiums nach HYYPPÄS Neubenennung beginnt die Artenzahl langsam zu steigen und erreicht das erste Maximum in 3.4 m Tiefe. Während dieser Zeit dürften die Wachstumsbedingungen für die Diatomeen recht günstig gewesen sein, denn man findet in der Probe 57 Arten und Varietäten. Nach dieser optimalen Zeit gehen die Diatomeen wieder langsam zurück, und in 2.4 m Tiefe kommen nur 12 Arten in der Probe vor. Ein zweites Maximum das aber sehr kurze Zeit dauert, finden wir in den Bottnischen Meeressedimenten wieder in 2 m Tiefe. In den obersten Sedimenten des Bottnischen Meeres und in den Ancyloseesedimenten kommen die Diatomeen nicht so artenreich vor, die einzelnen Arten erreichen aber grosse Individuenzahlen, wie wir das schon bei der Behandlung der einzelnen Arten im vorigen Kapitel gesehen haben. In der Litorinazeit erreichten die Diatomeen ihre richtige maximale Entwicklung, und in 10 cm Tiefe kommen schon 77 Arten und Varietäten vor (Tab. 1). In der obersten Schicht oder rezent finden wir nicht mehr so viele Diatomeenarten wie in den darunter liegenden Litorinasedimenten, trotzdem

die Wachstumsbedingungen in der Bucht Pieni Huopalahti jetzt für die Diatomeenentwicklung sehr günstig sind.

Ausgehend von den oben beschriebenen Diatomeenvorkommen in den verschiedenen Sedimentschichten ist die Temperaturschwankungskurve



Diatomeen Kaltwasserf. Klimaschwankung

Diagr. 17. Vertikalprofil aus der Bucht Pieni Huopalahti in der Stadt Helsinki.

gezeichnet, die die Temperaturschwankung nicht in Graden angibt, aber in grossen Zügen zeigt, wann die Wassertemperatur wärmer oder kälter gewesen ist (Diagr. 17). Während des Baltischen Eismeerstadiums war die Temperatur recht niedrig oder so ungünstig, dass die Diatomeen überhaupt nicht gedeihen konnten. Dass die Sedimentation während dieser Zeit so schnell vor sich gegangen wäre, dass fossile Diatomeen in den Sedimenten nicht mehr aufgefunden werden könnten, kommt nicht in Frage. Für die Diatomeenuntersuchung dieser Sedimentproben wurden 5—6 mal so grosse Stücke genommen wie für die darüber liegenden Sedimentproben.

Am Anfang des Bottnischen Meeresstadiums steigt die Temperatur langsam und erreicht ihr erstes Maximum in einer Tiefe 3 bis 3.4 m (Diagr. 17). Ob wir es in dieser Zeit mit Rhabdonemameersedimenten zu tun haben, lässt sich nach den Diatomeen, die in diesem Vertikalprofil vorkommen, nicht aussagen. Nach diesem ersten Maximum verschlechterte sich die Temperatur wieder, und ihr Minimum erreichte sie in 2.4 m Sedimenttiefe oder gerade

in der Mitte des Bottnischen Meeresstadiums. Dieses zweite Minimum war nicht so niedrig wie das erste während des Baltischen Eismeerstadiums und dauerte wahrscheinlich recht kurze Zeit. Nach dem zweiten Minimum fängt die Temperatur wieder zu steigen an und erreicht ihr Maximum am Ende der Bottnischen Meeresperiode oder genauer gesagt in jener Zeit, als die Sedimente in 1.2 bis 2.1 m Tiefe sich absetzten (Diagr. 17). Am Ende der Bottnischen Meeresperiode wird die Temperatur wieder kälter und erreicht ihr Minimum während der Ancyclusperiode oder in 60—90 cm Tiefe nach dem vorliegenden Vertikalprofil. Diese Resultate stimmen mit den Ergebnissen von BLÜTH-SERNANDER nicht überein, denn nach ihren Untersuchungen hat es gerade im Ancyclus eine wärmere Zeit gegeben.

Am Ende der Ancyclusperiode und am Anfang der Litorinazeit steigt die Temperatur wieder und erreicht ihre maximale Höhe in der Postglazialzeit um die Mitte des Litorinameeres oder in 10 bis 30 cm Sedimenttiefe bei Helsinki. Die Temperatur war in dieser Zeit bedeutend höher als in den vorigen Maximalperioden und auch wärmer als in der Gegenwart. In der Gegenwart ist die Temperatur wenigstens 2 bis 3 Grad kälter geworden, als sie während des Litorinamaximums war. In meiner früheren Untersuchung habe ich die Meinung geäußert, dass in Säynäjäperä bei Kuusamo in den obersten Sedimentschichten vielleicht deshalb mehr Kaltwasserdiatomeen vorkommen, weil der Binnensee langsam zugewachsen und infolgedessen das Wasser im See kälter geworden ist (MÖLDER 1943 b). In der Bucht Pieni Huopalahti bei Helsinki sehen wir wieder dieselbe Erscheinung, und hier haben wir es mit einer Verlandung nicht in demselben Sinne zu tun wie bei den kleinen Binnenseen. Aus diesen beiden ähnlichen Erscheinungen ist zu schliessen, dass die Temperatur während der letzten 500 Jahre kälter geworden ist. Es ist möglich, dass diese kälter werdende Periode länger ist, denn aus diesen Vertikalprofilen auf Grund der fossilen Diatomeen lässt sich diese Zeitperiode nicht so genau feststellen.

4. ZUSAMMENFASSUNG.

Aus der obigen Untersuchung geht hervor, dass man bei quartärgeologischen Untersuchungen unbedingt alle in den Sedimentproben vorkommenden fossilen Diatomeen bestimmt und erst auf ihrer Grundlage Schlüsse zieht, aber in keinem Fall nur einzelne Arten feststellt und dann nach ihnen zu Schlussfolgerungen gelangt, wie wir das in älteren geologischen Untersuchungen häufig sehen.

In Fällen, in denen Baumpollen in den Sedimenten nicht vorkommen, wie in der Bucht Pieni Huopalahti, sind fossile Diatomeen ebenso gute Indikatoren bei Zeitbestimmungen wie Baumpollen. Häufig fehlt der Baumpollen in den Tiefseesedimenten oder gibt manchmal eine ganz falsche Vorstellung von den Wäldern, die an den Seeufern gewachsen sind.

Die obengenannte Temperaturkurve gilt nur für Südfinnland, besonders für die Umgebung der Stadt Helsinki. Wie diese Temperaturschwankungen in den anderen Gegenden vorkommen, beruht hauptsächlich auf den an Ort und Stelle herrschenden Klimaverhältnissen. Auch beeinflusst der Landeisrand in hohem Masse während der Spätglazialzeit und am Anfang der Postglazialzeit die Temperatur. Je näher wir dem Eisrand kommen, desto mehr Kaltwasserdiatomeen finden wir in den Sedimentproben und umgekehrt.

Eine grundsätzliche Bedingung für quartärgeologische Untersuchungen besteht darin, dass man von den rezenten Diatomeen und ihren ökologischen Wachstumsbedingungen ausgeht und alle Schlüsse über fossile Diatomeen auf Grund der rezenten Vorkommen zieht. Gewiss ist es sehr willkommen, die fossile Diatomeen für verschiedenen Zwecke zu verwenden, wie man das in den älteren Untersuchungen häufig findet, aber die Untersuchungsergebnisse sind auch deshalb nicht richtig. Unmöglich können die ökologischen Wachstumsbedingungen in den Vorzeiten für die Diatomeenarten ganz andere gewesen sein als in der Gegenwart.

5. LITERATURVERZEICHNIS.

- BRANDER, G., 1935. Die baltische Diatomeen-Succession des Bålen-Beckens. Geol. För. Förhdl. Stockholm. Bd. 57, H. 2, S. 318—340.
- 1937 a. Ein Interglazialfund bei Rouhiala in Südostfinnland. Bull. Comm. géol. Finlande. Nr. 118, S. 1—75.
- 1937 b. Zur Deutung der intramoränen Tonablagerungen an der Mga, unweit von Leningrad. Ibid., Nr. 119, S. 93—113.
- HALDEN, B. E., 1929. Kvartärgeologiska diatomacéstudier belysande den post-glaciala transgressionen å svenska Västkusten. Geol. För. Förhdl. Stockholm. Bd. 51, S. 311—366.
- HUSTEDT, FR., 1939. Die Diatomeenflora des Küstengebietes der Nordsee vom Dollart bis zur Elbemündung. I. Die Diatomeenflora in den Sedimenten der unteren Ems sowie auf den Watten in der Leybucht, des Memmert und bei der Insel Juist. Abhand. Naturf. Verein Bremen. Bd. 31, H. 3, S. 571—677.
- 1942 a. Beiträge zur Algenflora von Bremen. Ibid., Bd. 32, H. 1, S. 184—221.
- 1942 b. Diatomeen aus der Umgebung von Abisko in Schwedisch-Lappland. Archiv f. Hydrobiol. Bd. 39, S. 82—174.
- HYYPÄ, E., 1936. Über die spätquartäre Entwicklung Nord-Finnlands mit Ergänzungen zur Kenntnis des spätglazialen Klimas. Bull. Comm. géol. Finlande. N:o 115, S. 401—465.
- 1937. Post-Glacial Changes of shore-Line in South Finland. Ibid., N:o 120, S. 1—225.
- 1943 a. Beiträge zur Kenntnis der Ladoga- und Ancylustransgression. Ibid. N:o 128, S. 138—178.
- 1943 b. Terra N:o 3—4, S. 122—127.
- KALELA, O., 1940. Zur Frage der neuzeitlichen Anreicherung der Brutvogelfauna in Fennoskandien mit besonderer Berücksichtigung der Austrocknung in den früheren Wohngebieten der Arten. Ornis Fennica. 17, N:o 2—4, S. 41—59.
- 1942. Die Ausbreitung der kulturbedingten Vogelfauna als Glied der spätquartären Faunengeschichte Europas. Ibid., 19, N:o 1, S. 1—23.
- KOLBE, R. W., 1925. Über das Vorkommen v. Salzwasserdiatomeen im Binnenlande. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 43, S. 80—86.
- 1927. Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasserdiatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebiets. Pflanzenforschung. H. 7, S. 1—146.
- 1932. Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. Ergebnisse der Biologie. Bd. 8, S. 221—348.
- MARKOW, K. K. und PORETZKY, W. S., 1935. Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen über die Geschichte des Finnischen Meerbusens, Ladoga- und Onegasees. Beih. z. Bot. Centralbl., Bd. 52, Abt. B, S. 389—446.
- MÖLDER, K., 1937 a. Die rezente Eunotienflora Finnlands. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo, 8, N:o 7, S. 1—29.
- 1937 b. Einige neue Diatomeen aus Finnland und Estland. Ibid., 8, N:o 7, S. 30—32.
- 1938. Die rezente Diatomeenflora Estlands. Ibid., 12, N:o 2, S. 1—64.
- 1939. Einige neue Diatomeen aus Finnland. Ibid., 11, N:o 3, S. 18—22.

- 1943 a. Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht. *Ibid.*, 18, N:o 2, S. 1—204.
- 1943 b. Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen. *Geol. d. Meere u. Binnengewässer*. Bd. 6, H. 2, S. 148—240.
- 1943 c. Die regionale Verteilung der Seetypen in Estland. *Arch. f. Hydrobiol.* Bd. 39, S. 403—414.
- REDECKE, H. C., 1922. Zur Biologie der niederländischen Brackwassertypen. *Bijtr. tot de Dierk.*, 22.
- SAURAMO, M., 1940. Suomen luonnon kehitys jääl-audesta nykyaikaan. S. 1—286. Porvoo — Helsinki.
- SCHULZ, P., 1926. Die Kieselalgen der Danziger Bucht. *Bot. Arch.*, 13, S. 149—327.
- VÄLIKANGAS, I., 1926. Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. *Acta Zool. Fenn.*, 1, S. 1—298.
- 1933. Über die Biologie der Ostsee als Brackwassergebiet. *Verh. Intern. Ver. theor. u. angew. Limnologie*, 6, S. 62—112.
- WETZEL, W., 1938. Die Schalenzerstörung durch Mikroorganismen. Erscheinungsformen, Verbreitung und geologische Bedeutung in Gegenwart und Vergangenheit. *Kieler Meeresforschung*, 2, S. 255—271.
- WILLER, A., 1931. Vergleichende Untersuchungen an Strandgewässern. *Verh. Intern. Ver. theor. u. angew. Limnologie*, 5, S. 197—231.
- WUORENTAUS, Y., 1913. Tietoja Pohjanlahden rannikkoplanktonista. *Medd. Soc. F. Fl. Fenn.*, 39, S. 15—25.
-

DAS KARELISCHE EISMEER IM LICHTE DER FOSSILEN DIATOMEENFUNDE.

KARL MÖLDER.

Vorwort.

Im Sommer 1943 hatte Verfasser die Möglichkeit, zusammen mit den Herren Dozent Dr. E. Hyypä und Mag. phil. V. Okko eine längere geologische Untersuchungsreise nach Ostkarelien zu unternehmen. Die Untersuchungen wurden zwischen Säämjärvi und Vieljärvi durchgeführt oder in dem Gebiete, wo nach den älteren geologischen Untersuchungen die Meeresverbindung zwischen dem Weissen Meer und dem Baltischen Meer während der Yoldiazeit bestanden haben soll. In dieser Gegend haben russische Geologen Salzwasserdiatomeen aufgefunden, die bestätigen, dass vorzeiten in der Umgebung Salzwasser gewesen ist. In unserem Untersuchungsgebiet sind alte Meeresufer nivelliert, Vertikalprofile aus den Mooren in verschiedenen Höhen erbohrt, Landeisbewegungen erforscht sowie Moränen- und Sedimentuntersuchungen durchgeführt worden. In der vorliegenden Untersuchung werde ich nur die fossilen Diatomeenfunde behandeln und auch festzustellen versuchen, ob nach dem Rückzug des Landeises eigentlich eine Meeresverbindung zwischen dem Weissen Meer und dem Baltischen Meer über den Äänisjärvi und Ladoga bestanden hat. Über die nacheiszeitliche Meeresentwicklung wird Dr. E. Hyypä und über Glazialgeologie und Pflanzenentwicklung in Ostkarelien V. Okko schreiben.

An dieser Stelle möchte ich den Herren Dozent Dr. E. Hyypä und Mag. phil. V. Okko dafür meinen besten Dank aussprechen, dass sie mir ihre Sedimentproben mit fossilen Diatomeen liebenswürdigerweise für die Untersuchung und Veröffentlichung überlassen haben. Die Untersuchungsarbeiten sind in der Geologischen Landesanstalt in Helsinki, Finnland, ausgeführt worden.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
Einleitung	57
Die Diatomeenflora in den Karelischen Eismersedimenten	60
1. Sedimentprobe von 126 m ü. M. bei dem Dorfe Korsä	60
2. Sedimentprobe von 130 m ü. M. bei dem Dorfe Korsä	61
3. Sedimentprobe von 130 m ü. M. bei dem Dorfe Harjulätvä	62
4. Sedimentprobe von 100 m ü. M. bei dem See Vahätjärvi	63
5. Sedimentprobe von 117 m ü. M. bei dem See Nuosjärvi	63
6. Sedimentprobe von 93 m ü. M. bei dem See Vieljärvi und aus 30 cm Tiefe ..	65
7. Sedimentprobe von 93 m ü. M. bei dem See Vieljärvi aus 2 m Tiefe ..	66
8. Vertikalprofil bei dem Dorfe Korsä, Jessöila	67
9. Vertikalprofil von 124 m ü. M. am Südufer des Sees Tiilampi ca 4 km westwärts von dem Dorfe Harjulätvä	71
10. Vertikalprofil von dem Urstromtal bei Vieljärvi	73
11. Vertikalprofil von einem Moor ca 1 km nördlich von Vieljärvi und 125 m ü. M.	74
Über die Ökologie des Karelischen Eismeres in dem Gebiete Säämjärvi, Sot- järvi, Nuosjärvi, Veskelys und Vieljärvi	77
Die Verbreitung der Karelischen Eismersedimente	79
Interstadialfunde aus Ostkarelän	81
Literaturverzeichnis	83

EINLEITUNG.

Seitdem S. LOVÉN im Jahre 1861 zum erstenmal die Meinung geäußert hat, dass während der Spätglazialzeit eine Meeresverbindung zwischen Ostsee und Eismeer bestanden habe, ist diese Frage Gegenstand reger Untersuchung und Diskussion gewesen. Seine Voraussetzung gründete er auf heutzutage in der Ostsee und im Eismeer vorkommende Tiere, die aber im Atlantischen Ozean fehlen. Zu diesen Formen gehören *Mysis relicta*, *Idothea entomon*, *Gammaracanthus loricatus*, *G. cancelloides*, *Pontoporeia affinis*, *Cottus quadricornis*, *Liparis barbatus* u. a. Später erschienene Untersuchungen von Zoologen und Botanikern haben die Meinung LOVÉNS bestätigt. Sie haben in den Seen Ladoga, Onega, Seesjärvi, Uikujärvi und in den vielen Seen Ostkareliens Meeresrelikte festgestellt, darunter die interessanteren Arten *Limnocalanus macrurus*, *Pallasea quadrispinosa*, *Myxocephalus quadricornis* v. *relicta* und *Phoca hispida ladogensis*, von denen letztere nur im Ladogasee vorkommt.

WISLOUCH und KOLBE haben im Onegasee unter allen vorkommenden Diatomeen, die als Relikte anzusehen sind, 32 % Salzwasserdiatomeen gefunden (WISLOUCH, S. und KOLBE, R. W., 1927). Vergleicht man die Diatomeenflora des Weissen Meeres mit der des Onega-Sees, so ist festzustellen, dass beiden Gewässern 37—38 % Arten gemeinsam sind. Das Baltische Meer und der Onegasee besitzen sogar 60 % gemeinsame Diatomeenarten und Varietäten. Es ist sehr bemerkenswert, dass im Onegasee so viele relikte Diatomeen noch rezent auftreten können.

Erst zehn Jahre später schreibt INOSTRANTSEW als Geologe über die Verbindung des Onegasees mit dem Weissen Meer (INOSTRANTSEW 1871). Im Jahre 1877 schreibt er, das Wasser zwischen Onegasee und Weissem Meer habe, nachdem das Landeis sich aus diesen Gegenden zurückgezogen hatte, 134 m ü. M. gestanden und das Meereswasser habe sich vielleicht über den Onega- und Ladogasee bis in das Baltische Meer erstreckt (INOSTRANTSEW 1877).

In einer 1872 veröffentlichten Untersuchung schreibt SCHMIDT, dass zwischen Ladoga- und Onegasee und durch diese Seen auch zwischen dem Weissen Meer und dem Baltischen Meer keine Verbindung hat bestehen können, da die Gegenden so hoch liegen und ausserdem in diesen Gebieten keine Meeressedimente vorkommen.

Im Jahre 1892 schreibt MUNTHE, dass mehrere Tiere, wie z. B. *Yoldia arctica* u. a. nicht, wie LOVÉN meint aus dem Weissen nach dem Baltischen Meer, aber wohl von Westen hergekommen seien (MUNTHE 1892). In dieser Arbeit ist er auch der Ansicht, dass es eine Verbindung zwischen dem Weis-

sen und dem Baltischen Meer gegeben hat. Danach stützt DE GEER die Ansichten MUNTHERS, und die Isobasen des Yoldiameeres verlaufen nicht weit von Leningrad in 60 m Höhe (DE GEER 1894).

Im Jahre 1897 hat RAMSAY die Halbinsel Kola und Ostkarelien untersucht und die höchste Meeresgrenze bei Maaselkä einer Höhe von 173 m ü. M., bei Äänislinna 130 m, bei Vosnesenja 74 m und bei Vötegra 59 m ü. M. feststellen können (RAMSAY 1898). Auf Grund dieser Ergebnisse meint er, habe eine Verbindung zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer bestanden. Im Jahre 1902 hat RAMSAY wieder Ostkarelien aufgesucht und dessen frühere Meeresufer abermals kontrolliert. Bei Maaselkä hat er diesmal die höchste Meeresgrenze bei 122 m ü. M., bei Äänislinna bei 83 m und bei Vosnesenja bei 36—37 m ü. M. festgestellt (RAMSAY 1904—1905). Wie man sieht, sind die höchsten Meeresufer diesmal bedeutend niedriger als beim ersten Mal. Nach den letzten Resultaten soll diese Verbindung zwischen dem Weissen Meer und Baltischen Meer über den Onega- und Ladogasee zwar längs der Syväri-Niederung bestanden haben. Nach RAMSAY soll die höchste Meeresgrenze bei Seesjärvi 30—35 m über dem Seesjärvi liegen und die Meereseenge zwischen dem Weissen Meer und dem Onegasee 30 m tief gewesen sein. Die Verbindung längs der Syväri-Niederung soll sehr kurze Zeit bestanden haben.

Im Jahre 1917 revidierte RAMSAY wieder seine höhere Meeresgrenze in Südfinnland und kommt zu den Schlussfolgerungen, dass zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer über Onega- und Ladogasee keine Meeresverbindung während der Spätglazialzeit hat bestehen können (RAMSAY 1917). Auf Grund seiner Untersuchungen in Finnland, Estland und Karelien kam er zu den Resultaten, dass die höhere Ufer in diesen Gegenden die Eisseeufer darstellen und keine Meeresufer sind.

Zu denselben Resultaten wie RAMSAY kam auch SAURAMO, der noch im Jahre 1943 während der Besprechung nach E. HYYPPÄS Vortrag in der Finnischen Geographischen Gesellschaft deutlich sagte, dass es keine Meeresverbindung zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer über Onega- und Ladogasee während der Spätglazialzeit gegeben hat. Nach ihm soll die höchste Meeresgrenze am Onegasee bei Jessoila 100 m ü. M. liegen. Alle alten und höheren Ufer sind Ufer von örtlichen Eisseen, in denen das Wasser süß war.

In seiner im Jahre 1933 veröffentlichten Untersuchung kommt MARKOW zu den Schlussfolgerungen, dass das Yoldiameer mit dem Weissen Meer nicht in Verbindung gestanden habe (MARKOW 1933). Im Jahre 1934 antwortet JAKOWLEW und zeigt, dass während der älteren Yoldiazeit eine Meeresverbindung zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer über Onega- und Ladogasee bestanden hat. Er schreibt, die niedrigste Stelle zwischen Ladoga- und Onegasee liegt nach den Eisenbahnnivellierungen nur 90 m ü. M. und das Seewasser habe aus dem Weissen Meer durch den

Onegasee nach dem Ladogasee und weiter in das Baltische Meer eindringen können.

Im ihrer 1934 veröffentlichten Untersuchung schreibt CLEVE-EULER auf Grund der Diatomeenflora Finnisch-Lappland, dass das Weisse Meer, nachdem der Eisrand vom See Aapajärvi verschwunden war, mit dem Baltischen Meer über die Seen Kuolajärvi und Aapajärvi eine Verbindung erhalten hat (CLEVE-EULER 1934). Nach der Verfasserin sollen in baltiglazialer Zeit Klarseediatomeen über die Pässe aus dem Weissen Meer in die Niederung Kuolajärvi, Paanajärvi und Kuusamo eingewandert sein, wo die halophilen Formen dann zugrunde gegangen seien.

In seiner Arbeit vom Jahre 1936 kommt ZEMLJAKOW zu den Resultaten, dass eine Meeresverbindung zwischen Ladoga- und Onegasee längs des Flusses Suojujoki über Tulemajärvi bestanden habe, denn die Höhe steige nicht über 90—91 m ü. M., und nach den Isobasen sei das Wasser in der Spätglazialzeit bis 125 m ü. M. gestiegen. Auch hat PORETZKI in der Niederung des Loimola-Flusses im Lehm Salzwasserdiatomeen gefunden, von denen *Melosira sulcata* f. *radiata* Grun. nennenswert ist und die bestätigen, dass das Salzwasser bis dahin vorgedrungen gewesen ist. In seiner 1939 erschienenen Untersuchung schreibt ZEMLJAKOW, eine Verbindung zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer habe zur Zeit des I. Yoldiameeres nach MUNTHE oder zur Zeit des gotiglazialen Meeres nach CLEVE-EULER und DE GEER bestanden (ZEMLJAKOW 1936 u. 1939).

In ihrer 1939 veröffentlichten Untersuchung schreibt A. CLEVE-EULER wiederum, dass eine Verbindung zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer über den See Aapajärvi existiert habe und die Brackwasserdiatomeen vermutlich mit baltischem Wasser nach der Ostsee gekommen seien (CLEVE-EULER 1939).

Im Jahre 1942 hat M. Sauramo in der Societas Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo einen Vortrag über seine Untersuchungsreise nach Ostkarelien gehalten. In diesem Vortrag sagte er deutlich, die höchste Meeresgrenze reiche nicht so weit aufwärts, dass eine Verbindung zwischen Onega- und Ladogasee während der Spätglazialzeit hätte bestehen können. Die Meeresufer reichen zwischen Jessoila und Vieljärvi, wo nach den Untersuchungen russischer Geologen die Verbindung gelegen haben soll, nur 100 m ü. M., und die Wasserscheide soll eine Höhe von 110 m ü. M. gehabt und so die Verbindung verhindert haben.

In der Finnischen Geographischen Gesellschaft hielt HYYPPÄ im Jahre 1943 einen Vortrag, in dem er nachwies, dass in der Spätglazialzeit die Meeresverbindung zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer über Ladoga- und Onegasee sowie die Landenge zwischen den Seen Säämäjärvi und Vieljärvi bestanden habe. Er nannte das damalige Meer, das zur Zeit der Verbindung bestanden hat, das Karelische Eismeer; die höchsten Meeresufer liegen bei Jessoila 130—131 m ü. M., und beim Vieljärvi kommen dieselben Meeresufer in derselben Meereshöhe vor. In jener Zeit bestand eine

andere Verbindung zwischen Ladoga- und Onegasee auch längs des Flusses Syväri; sie hörte aber früher auf, als die Verbindung zwischen Säämjärvi und Vieljärvi (HYYPÄ 1943).

Im Sommer 1943 wurden in den Gebieten Säämjärvi—Sotjärvi—Nuosjärvi—Vieljärvi viele Sedimentproben entnommen, die Verfasser in der Finnischen Geologischen Landesanstalt untersucht hat. Die Sedimentproben wurden aus verschiedenen Meereshöhen entnommen, und beinahe alle stammen aus grösseren Höhen als Sauramos höchste Meereshöhe, aus Höhenlagen, in denen nach seiner Meinung nur örtliche Eisseen mit süßem Wasser vorhanden waren. Ausserdem sind die Moore in dieser Gegend untersucht und Vertikalprofile aus ihnen wie auch aus den Lehmschichten bei Jessoila, ca. 0.5 km östlich von dem Dorfe Korsä, aufgenommen worden.

Die Diatomeenanalysen sind in gleicher Weise durchgeführt worden, wie es in meiner Untersuchung »Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht«, in der auch die Untersuchungsmethode näher beschrieben ist (MÖLDER 1943 a).

DIE DIATOMEENFLORA IN DEN KARELISCHEN EISMEER- SEDIMENTEN.

I. SEDIMENTPROBE VON 126 M Ü. M. BEI DEM DORFE KORSÄ.

Diese Sedimentprobe wurde ca. 400 m südwärts des Dorfes am Wege nach Nuosjärvi aus dem Weggraben entnommen. Die Sedimente waren an dieser Stelle Schluff und Ton, und man konnte sehen, dass sie in Ufernähe abgesetzt worden waren. An Salzwasserdiatomeen fanden sich *Campylodiscus clypeus*, *C. echeneis*, *Coscinodiscus excentricus*, eine unbestimmbare *Coscinodiscus*-Art, *Diploneis didyma*, *Grammatophora marina*, *G. oceanica*, *Melosira sulcata*, *Navicula digitoradiata*, *Nitzschia granulata*, *N. scalaris*, *Rhabdonema arcuatum* und *Stephanopyxis turris* (Tab. 1). Diese Salzwasserdiatomeen belaufen sich auf 46 % aller in den Sedimenten vorkommenden Diatomeen und die Süß- und Brackwasserdiatomeen nur auf 3%, während die Süßwasserdiatomeen insgesamt 51 % ausmachen. Wie man sieht, fehlen die Brackwasserdiatomeen völlig in den Sedimenten, ebenso die Süß- und Salzwasserdiatomeen, die rezent im Finnischen und Bottnischen Meerbusen verbreitet sind (MÖLDER 1943 b). *Nitzschia scalaris* zeigt, dass wir es mit seichtem Wasser zu tun haben, denn sie kommt nur in der Uferregion und in abgeschnürten Buchten reichlich vor (MÖLDER 1943 a). Wie man aus der Karte 1 ersieht, kommen Salzwasserdiatomeen an dieser Stelle (Punkt 1 auf der Karte) ausser in den Lehmsedimenten ca. 1/2 km westwärts der obengenannten Stelle am reichlichsten vor und zeigen, dass das Salzwasser aus dem Weissen Meer über den Onegasee freien Zugang hatte und das Wasser deshalb mehr Salz enthielte als bei

Vieljärvi. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, haben wir es in diesen Sedimenten mit einer Diatomeenflora zu tun, die an Ort und Stelle gewachsen, aber nicht sekundär von anderen Stellen angeweht ist. Auch sehen wir, dass das Meereswasser bis 126 m ü. M. gereicht hat oder 26 m höher, als SAURAMO in seinem Vortrag nachwies.

An Süßwasserformen kommen *Melosira distans* und *Pinnularia borealis* vor, die beide rezent in Nordfinnland in Binnengewässern sehr reichlich vorkommen und die bestätigen, dass das Wasser damals, als diese Diatomeenflora an dieser Stelle gediehen hat, recht kalt war und das Landeis nicht besonders weit entfernt liegen konnte. Eine genaue Entfernung anzugeben, ist unmöglich, aber über hundert km mag sie nicht betragen haben.

2. SEDIMENTPROBE VON 130 M Ü. M. BEI DEM DORFE KORSA.

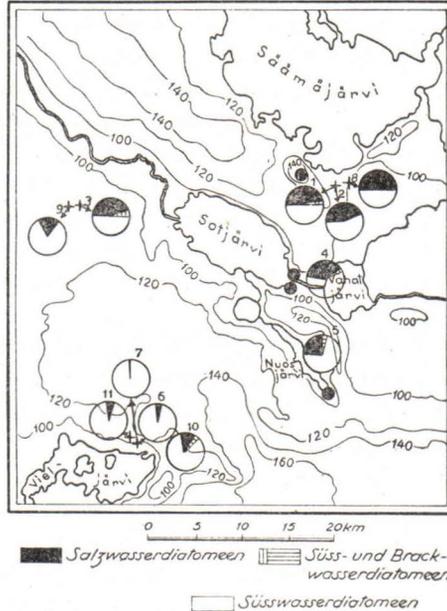
Diese Sedimentprobe wurde c. 300 m von der ersten Stelle entfernt auf einer Uferfläche von 130 m ü. M. entnommen, wo das alte Ufer recht nahe gelegen war. Die Sedimente waren auch an dieser Stelle, ebenso wie an jener, Schluff und Ton. An Ort und Stelle war es makroskopisch gut erkennbar, dass Ufersedimente vorlagen. Diese waren ca. 60—70 cm dick und lagen auf Moräne, die eine ca. 50 cm dicke Schicht bildete. Diese Moränenschicht lag wiederum auf glazifluvialen Sandschichten. Aus allen diesen drei Schichten wurden Proben entnommen und die Diatomeen untersucht. In den Ufersedimenten kamen Diatomeen vor, aber die darunter liegende Moräne und die glazifluvialen Sande waren diatomeenleer.

Wie man aus Tab. 1 sieht, enthalten die Sedimente Salzwasserdiatomeen, *Campylodiscus echeneis*, *Coscinodiscus* sp. fragm. (die Fragmente waren so klein, dass man nicht sie mit Sicherheit bestimmen konnte), *Melosira sulcata*, *Rhabdonema minutum* und *Stephanopyxis* sp. fragm. Es ist ersichtlich, dass in Ufernähe und 4 m höher nur 4 Salzwasserdiatomeen oder 9 Arten weniger als an der vorhergehenden Stelle auftreten. Trotzdem diese Sedimentprobe nur 4 Salzwasserformen enthält, machen sie 42 % aller Diatomeen aus, die übrigen 58 % sind Süßwasserdiatomeen. Auch in diesen Sedimenten fehlen die Brackwasserdiatomeen völlig, ebenso die Süß- und Brackwasser- sowie die Süß- und Salzwasserformen (Karte 1, Punkt 2).

An Süßwasserdiatomeen kommen vor: *Amphora ovalis*, *Hantzschia amphioxys* nebst den Varietäten *maior* und *vivax*, *Melosira distans*, *M. islandica* ssp. *helvetica*, *Pinnularia borealis*, *P. borealis* v. *brevistriata*, *P.* sp. fragm., die bestätigen, dass das Wasser während ihrer Entwicklung sehr seicht und auch recht kalt war.

Wenn man diese obengenannten beiden Diatomeenfloren miteinander vergleicht, sieht man, dass beide in derselben Zeit entstanden sind. Erstere ist in tieferem Wasser gewachsen und die letztere unmittelbar in Ufernähe,

wohin das Salzwasser nicht so gut vordringen konnte. Auch darf man nicht vergessen, dass das Oberflächenwasser immer salzärmer ist als die tieferen Regionen in den Brackwasserbecken wie z. B. heutzutage in der Ostsee.



Karte 1. Die Diatomeenflora der Kareli-
schen Eismersedimente zwischen Säämä-
järvi und Vieljärvi. Schwarze Punkte sind
aus der Literatur.

3. SEDIMENTPROBE VON 130 M Ü. M. BEI DEM DORFE HARJULATVA.

Diese Sedimentprobe wurde ca. 28 km westlich der Stelle entnommen, von der die erste und die zweite Probe stammen. Die Sedimente sind an der Probenahmestelle bei Harjulatva Schluff und Ton, die beim Trocknen ganz gut zerfallen.

Diatomeen kamen in diesen Sedimenten recht spärlich vor und an Salzwasserdiatomeen fanden sich *Melosira sulcata* und *Stephanopyxis* sp. fragm., die zusammen aber 40 % aller Diatomeen ausmachen (Tab. 1 und Karte 1, Punkt 3). An Süß- und Brackwasserformen tritt *Epithemia zebra* auf, die allein 10 % aller Diatomeen ausmacht. Unter den Süßwasserformen finden wir wieder *Melosira distans* und *Pinnularia borealis*, die in den vorigen Sedimentproben vorhanden waren und auf kälteres Wasser hindeuten.

Aus dieser Diatomeenflora geht deutlich hervor, dass das Wasser in dieser Gegend bei Harjulatva weniger Salz enthalten hat als bei dem Dorfe

Korsa. Auch bezeugt die Diatomeenflora, dass diese Sedimentschichten sich bei Harjulätva in derselben Zeit wie bei dem Dorfe Korsa abgesetzt haben und zu denselben Meeressedimenten gehören.

4. SEDIMENTPROBE VON 100 M Ü. M. BEI DEM SEE VAHATJÄRVI.

Am Nordufer des Sees Vahatjärvi liegt eine Wiese, wo nach den Mitteilungen der Bewohner Lehmboden zutage tritt. Nach Angaben russischer Geologen kommen dort Warwensedimente vor. Diese obengenannte Wiese umfasst ca. 1 km² und reicht bis an das Seeufer, wo die Wellen die Warwensedimente langsam abtragen. Diese Sedimente sind zum grössten Teil Schluff und Sandschichten, die warwig aussehen und waagrecht liegen. In den Schluffschichten kommt auch Ton vor, und diese Schichten können deshalb den Wellen besser widerstehen als die Sandschichten, die dünner und beinahe Tonfrei sind.

Am Seeufer wurde die Sedimentprobe aus ca. 40 cm Tiefe entnommen, und folgende Salzwasserdiatomeen liessen sich feststellen: *Campylodiscus echeneis*, *Coscinodiscus excentricus*, *Diploneis didyma*, *D. Smithii*, *Grammatophora oceanica*, *Melosira sulcata*, *Stephanopyxis* sp. fragm. und *Trachyneis aspera* oder insgesamt 8 Arten (Tab. 1). Trotzdem in diesen Sedimenten mehr Salzwasserarten auftreten als bei Harjulätva, machen diese Salzwasserformen nur 37 % aller Diatomeen oder 3 % weniger als an der vorhergehenden Stelle aus (Karte 1, Punkt 3 und 4).

Von den Süss- und Brackwasserformen kommt einzig *Epithemia zebra* vor, die nur 2 % ausmacht und wie an der vorhergehenden Stelle in den Sedimenten anzutreffen war. Die Süsswasserdiatomeen treten hier reichlicher hervor und machen sogar 61 % aller Diatomeen aus. An Melosiren findet man *Melosira ambigua*, *M. arenaria*, *M. distans*, *M. granulata* und *M. islandica* ssp. *helvetica*, die deutlich zeigen, dass wir es mit Sedimenten aus tieferem Wasser zu tun haben. Obgleich diese Probe mehr Diatomeen enthält, sieht man, dass die Diatomeenflora den oben beschriebenen Diatomeenfloren sehr ähnlich ist und aus ähnlichen Sedimenten stammen, die sich unter gleichen ökologischen Bedingungen abgesetzt haben

5. SEDIMENTPROBE VON 117 M Ü. M. BEI DEM SEE NUOSJÄRVI.

Diese Sedimentprobe wurde ca. 1 km ostwärts des Sees am Wege Jesoila—Nuosjärvi entnommen. Die Sedimente kommen im Weggraben zum Vorschein und bilden mehr oder minder sichtbare Schichten, gehören aber nicht zu den Warwensedimenten. Sie bestehen aus Schluff und Ton, denn organische Teile fehlen. Makroskopisch erinnern diese Sedimente recht stark an die bei dem See Vahatjärvi vorkommenden Sedimente, und man kann sie ohne weiteres derselben Meeres- oder Seefazies zuzählen.

Tab. 1. Die Diatomeenflora der karelischen Eismersedimente.

	126 m u. M. Korså	130 m u. M. Korså	130 m u. M. Haukialva	Vahajärvi	Nuusjärvi	Vieljärvi 30 cm	Vieljärvi 2 m
	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰
<i>Amphora ovalis</i>	—	20	—	—	20	—	—
<i>Campylodiscus clypeus</i>	10	—	—	—	—	—	—
<i>C. echeneis</i>	240	140	—	60	70	—	10
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	10	—	—	10	20	—	—
<i>C. sp.</i>	10	—	—	—	—	—	—
<i>C. sp. fragm.</i>	—	60	—	—	—	—	—
<i>Cymbella aspera</i>	—	—	—	—	10	—	—
<i>C. Ehrenbergi</i>	—	—	—	10	—	—	—
<i>C. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	40	—
<i>Diploneis didyma</i>	10	—	—	10	20	—	—
<i>D. Smithii</i>	—	—	—	10	—	40	—
<i>D. sp. fragm.</i>	10	—	—	—	—	40	—
<i>Epithemia turgida</i>	30	—	—	—	30	—	—
<i>E. zebra</i>	—	—	100	20	—	—	—
<i>Eunotia praerupta</i>	—	—	—	10	—	—	—
<i>E. robusta v. tetraodon</i>	—	—	—	—	20	—	—
<i>E. sibirica</i>	—	—	—	—	—	40	—
<i>E. sp. fragm.</i>	10	—	—	—	—	—	—
<i>Grammatophora marina</i>	30	—	—	—	—	—	—
<i>G. oceanica</i>	20	—	—	40	10	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	40	—	—	—	—	—
<i>H. amphioxys v. maior</i>	—	20	—	10	—	—	—
<i>H. amphioxys v. vivax</i>	—	20	—	—	—	—	—
<i>Melosira ambigua</i>	—	—	—	30	80	—	—
<i>M. arenaria</i>	—	—	—	20	—	800	990
<i>M. distans</i>	220	40	100	220	230	40	—
<i>M. granulata</i>	—	—	—	30	30	—	—
<i>M. islandica ssp. helvetica</i>	—	40	—	60	180	—	—
<i>M. italica</i>	—	—	—	—	10	—	—
<i>M. sulcata</i>	70	120	300	210	110	—	—
<i>Navicula digitoradiata</i>	10	—	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia granulata</i>	20	—	—	—	—	—	—
<i>N. scalaris</i>	10	—	—	—	10	—	—
<i>N. sp. fragm.</i>	—	—	100	20	—	—	—
<i>Pinnularia borealis</i>	100	80	100	20	—	—	—
<i>P. borealis v. brevistriata</i>	—	80	—	—	—	—	—
<i>P. sp. fragm.</i>	160	240	200	160	120	—	—
<i>P. viridis</i>	10	—	—	—	10	—	—
<i>P. viridis v. sudetica</i>	—	—	—	10	—	—	—
<i>Rhabdonema arcuatum</i>	10	—	—	—	—	—	—
<i>R. minutum</i>	—	20	—	—	—	—	—
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	—	—	—	10	—	—	—
<i>Stephanopyxis sp. fragm.</i>	—	80	100	10	—	—	—
<i>S. turris</i>	10	—	—	—	—	—	—
<i>Synedra crystallina</i>	—	—	—	—	10	—	—
<i>Tabellaria fenestrata</i>	—	—	—	—	10	—	—
<i>Trachyneis aspera</i>	—	—	—	20	—	—	—

An Salzwasserdiatomeen finden sich *Campylodiscus echeneis*, *Coscinodiscus excentricus*, *Diploneis didyma*, *Grammatophora oceanica*, *Melosira sulcata*, *Nitzschia scalaris* und *Synedra crystallina* oder insgesamt 7 Arten, die zusammen 25 % sämtlicher Diatomeen in dieser Probe betragen (Tab. 1 und Karte 1, Punkt 5). Aus dem Obigen geht hervor, dass die Salzwasser-

diatomeen dieselben Arten sind, die schon in den vorhergehenden Sedimentproben gefunden worden sind, ausser *Synedra crystallina*, die nur einmal in dieser Probe vorkommt und in allen anderen Sedimenten fehlt (Tab. 1). Interessant ist es zu bemerken, dass *Nitzschia scalaris* zum zweitenmal in der Karelistischen Eismeersedimenten vorkommt, denn diese Bucht ist von Osten durch einen Os abgeschnürt und bildete während des Karelistischen Eismeerstadiums eine nach Norden ausweichende Einbuchtung.

Von den Süß- und Brackwasserdiatomeen kommt nur *Epithemia turgida* vor, die nur 3 % aller Diatomeen ausmacht. Diese Diatomee sagt über die ökologischen Verhältnisse des damaligen Wassers gar nichts aus.

An Süßwasserformen findet man *Amphora ovalis*, *Cymbella aspera*, *Eunotia robusta* v. *tetraodon*, *Melosira ambigua*, *M. distans*, *M. granulata*, *M. islandica* ssp. *helvetica*, *M. italica* (nur in dieser Probe angetroffen), *Pinnularia* sp. fragm., *P. viridis* und *Tabellaria fenestrata*, die sich auf 72 % belaufen. Dieses reichlichere Auftreten der Süßwasserdiatomeen zeigt, dass das Salzwasser von Osten her aus dem Onegasee nicht mehr so guten Zutritt hatte wie an den vorigen Stellen, wo die Salzwasserdiatomeen bedeutend reichlicher vorkommen (Karte 1). Interessant ist es zu bemerken, dass in den Süßwasserseen die gewöhnliche Planktondiatomee *Tabellaria fenestrata* nur in dieser Sedimentprobe vorkommt. Das reichliche Vorkommen von *Melosira*-Arten zeigt, dass sie in dieser Bucht gute Wachstumsbedingungen gefunden haben.

6. SEDIMENTPROBE VON 93 M Ü. M. BEI DEM SEE VIELJÄRVI UND AUS 30 CM TIEFE.

Im Weggraben eines neugebauten Weges bei Vieljärvi in ungefähr 300 m Entfernung von dem See tritt Ton zutage, bei dem die obersten Teile eine ähnliche Struktur aufweisen wie die Sedimente bei dem Dorfe Korsä, wo die Proben 1 und 2 entnommen worden sind. Diese Probe wurde ca. 30 cm unter Gelände entnommen und enthält von den Salzwasserdiatomeen nur *Diploneis Smithii*, die allein 4 % aller in der Probe vorkommenden Diatomeen ausmacht (Tab. 1 und Karte 1, Punkt 6).

Süß- und Brackwasserdiatomeen fehlen völlig, und an Süßwasserformen sieht man *Cymbella* sp. fragm. *Diploneis* sp. fragm. *Eunotia sibirica*, *Melosira arenaria* und *M. distans*, die zusammen 96 % betragen und deutlich zeigen, dass das Wasser während des Absetzens dieser Diatomeen sehr süß war. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, beträgt *Melosira arenaria* allein 80 % aller Diatomeen, oder wir haben es mit einer *Melosira*-Flora zu tun.

Diese Diatomeenflora weicht recht stark von den früheren Diatomeenflora ab, denn Vieljärvi liegt schon an der westlichen Seite der Onega—Ladoga Landenge und das Salzwasser hatte schwierigen Zugang aus dem Weissen Meer durch den Onegasee bis nach der Vieljärvi-Niederung. Auch

ist es möglich, dass diese Sedimente, aus denen die Probe entnommen worden ist, zu den älteren karelischen Eisseesedimenten gehören, in denen an anderen Stellen *Melosira arenaria* auch reichlicher vorkommt. Diese Auffassung wird gestützt durch das Vorkommen der Kaltwasserdiatomeen *Eunotia sibirica* und *Melosira distans*. Ebenso kann man den Kaltwasserformen *Melosira arenaria* zurechnen, die rezent in den grösseren Binnenseen Nordfinlands vorkommt (MÖLDER 1943 b).

7. SEDIMENTPROBE VON 93 M Ü. M. BEI DEM SEE VIELJÄRVI UND AUS 2 M TIEFE.

Diese Sedimentprobe ist aus 2 m Tiefe, an derselben Stelle entnommen wie die vorangehende. In dieser Tiefe waren die Sedimente geschichtet, aber die Schichtung ist so schwach, dass sie kaum zu erkennen ist. Die Sedimente bestehen grösstenteils aus Ton, zu dem sich Schluff gesellt hat. Limnische Teile fehlen wie auch in den anderen Teilen der karelischen Eismeersedimente.

Von den Salzwasserdiatomeen konnte man einzig *Campylodiscus echeneis* feststellen, welche Art nur 1 % erreicht (Tab. 1 und Karte 1, Punkt 7). Die Süsswasserdiatomeen sind mit *Melosira arenaria* vertreten, die 99 % ausmacht und ihrerseits bestätigt, wie im Anfangstadium die Wachstumsbedingungen für die Diatomeen so ungünstig waren, dass nur eine einzige Art gedeihen konnte.

Aus dem Obigen geht übersichtlich hervor, dass die Sedimentproben aus den karelischen Eismeersedimenten stammen, denn makroskopisch sind sie einander recht ähnlich, und die Diatomeen, die in den Proben vorkommen, bestätigen einwandfrei, dass sie nicht sekundären Ursprungs und dass sie in einem Salzwasser heimisch gewesen sind, das auch reichlich Süsswasserformen enthalten hat. Diese Salzwasserformen können zum Teil aus dem Weissen Meer stammen, sie wären dann mit den Strömungen bis nach dem Vieljärvi gekommen. Im allgemeinen muss man sagen, dass die Sedimente des Karelischen Eismeeres wenig Diatomeen enthalten, die sich nur dann finden lassen, wenn man aus grösseren Sedimentproben Präparate verfertigt.

Um festzustellen, ob diese Diatomeen in den obengenannten Sedimentproben primären oder sekundären Ursprungs sind, wurden auch viele Moränenproben auf Diatomeen untersucht. Obgleich die Moränenproben aus verschiedenen Höhen und an vielen verschiedenen Stellen des Untersuchungsgebietes entnommen worden waren, liessen sich in keiner Probe Diatomeen finden. Somit erübrigt die Frage, ob die Diatomeen in den karelischen Eismeersedimenten sekundären Ursprungs wären und unmittelbar aus den an Ort und Stelle liegenden Moränen stammten. Ferner bleiben die glazifluvialen Sedimente übrig, aus denen diese Diatomeen herrühren

könnten. Im Untersuchungsgebiet sind mehrere Proben der glazifluvialen Ablagerungen untersucht worden, aber nirgends kamen Salzwasserdiatomeen vor, und die Süßwasserformen waren unbedingt nur Kaltwasserformen. Es bleibt keine andere Möglichkeit, als dass die Diatomeen in den Karelischen Eismersedimenten primären Ursprungs sind, was bedeutet, dass sie an Ort und Stelle gediehen oder die Salzwasserformen zum Teil aus dem Weissen Meer verfrachtet worden sind in Gewässern, wo sie dann im süßeren Wasser langsam abgestorben sind und jetzt in den Sedimenten vorkommen.

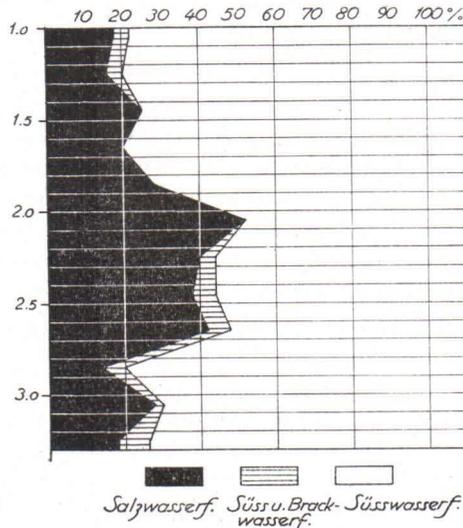
Die ökologische Entwicklungsgeschichte des Karelischen Eismeres geht aus den oben angeführten Sedimentproben nicht hervor, denn diese sind an verschiedenen Stellen des Untersuchungsgebietes entnommen worden und stellen keine Vertikalprofile dar. Diese Entwicklungsgeschichte geht, wie man im folgenden sehen wird, am besten hervor aus dem Vertikalprofil, die aus den Mooren des Untersuchungsgebietes erbohrt sind.

8. VERTIKALPROFIL BEI DEM DORFE KORSA, JESSOILA.

Ostwärts vom Dorfe Korsä in Jessoila erstreckt sich ein Morast in dem ca. 1 km von dem Dorfe der Lehmboden bis an die Oberfläche hervortritt und recht grosse Gebiete umfasst. Das Vertikalprofil wurde aus diesen Lehmsedimenten erbohrt (Karte 1, Punkt 8). Die Lehmlagerungen wurden in 340 cm Tiefe so fest, dass der Moorbohrer nicht mehr tiefer ging und deshalb die Bohrung aufhören musste. Die Diatomeen wurden von 70 bis 339 cm Tiefe untersucht, und wie man aus Tab. 2 ersieht, kommen die Salzwasser-, Süß- und Brackwasser-, sowie Süßwasserformen mehr oder minder reichlich in allen Proben vor. Wenn wir die Tabellen 1 und 2 miteinander vergleichen, dann sehen wir, dass die Diatomeen in beiden Tabellen im grossen ganzen dieselben sind. Unter den Salzwasserdiatomeen finden sich *Biddulphia* sp. fragm., *Hyalodiscus scoticus* und *Stephanopyxis turris* v. *arctica*, die in den früher beschriebenen karelischen Eismersedimenten fehlten.

Unter den Süßwasserdiatomeen sehen wir mehr neue Arten, und zwar *Cymbella ventricosa*, *Diploneis elliptica*, *Epithemia Hyndmanni*, *Eunotia lunaris*, *E. monodon*, *E. pectinalis* v. *minor* f. *impressa*, *Fragilaria lapponica*, *Pinnularia Hyppäei*, *P. microstauron* und *Stephanodiscus astraea* oder zusammen zehn Arten und Varietäten. Dass in dem Vertikalprofil so viele neue Süßwasserformen vorkommen, ist ganz gewöhnlich, denn wir haben es mit der Entwicklungsgeschichte des Karelischen Eismeres zu tun, in der abweichende ökologische Wachstumsbedingungen herrschten. So kommen einerseits die Ancylusformen *Epithemia Hyndmanni* und *Stephanodiscus astraea* und andererseits Litoralformen wie auch Kaltwasserformen vor, die dazu beitragen, dass so viele neue Formen in dem Vertikalprofil auftreten.

Die obersten Proben bis zu der Probe 150 waren diatomeenleer, und von da an bis zu 172 kamen Diatomeen recht selten vor, wie in allen Sedimenten des Karelischen Eismeerres.



Diagr. 1. Die ökologischen Diatomeengruppen in den Lehmsedimenten bei dem Dorfe Korsä.

In der obersten und untersten Probe machen die Salzwasserdiatomeen 18 % und die Süßwasserdiatomeen in dem ersten Fall 78 % und im zweiten 74 % aus (Diagr. 1). Süß- und Brackwasserformen sind recht spärlich vorhanden und betragen nur 4 bzw. 8 %. Wie man sieht, war die Salzkonzentration am Anfang und am Ende des Karelischen Eismeerstadiums dieselbe, aber unter den Diatomeen finden wir ganz andere Arten (Tab. 2). Beiden Proben (Proben 150 und 172) gemeinsam sind *Grammatophora marina*, *G. oceanica*, *Melosira ambigua*, *M. distans*, *M. islandica* ssp. *helvetica* und *M. sulcata* oder nur 6 Arten. Aus der Tab. 2 ist zu entnehmen, dass alle diese Diatomeen die gemeinsten Arten im Vertikalprofil sind. Diese Arten zeigen zweifellos, dass wir es mit einer Karelischen Eismeer sukzession zu tun haben, in der dieselben Formen vom Anfang an bis zum Ende gedeihen konnten.

Aus Diagr. 1 geht hervor, dass ähnliche ökologische Entwicklungsbedingungen während des Karelischen Eismeerstadiums am Anfang bis zu der Probe 168 und im Endstadium von Probe 158 an bis zu der Verlandung dieser Gegend bestanden haben. Die Salzwasserdiatomeen betragen in den Proben 158 und 170 28 % aller in diesen Sedimenten vorkommenden Diatomeen, und die Süßwasserdiatomeen machen wiederum 72 % aus. In den anderen Proben treten die Salzwasserformen nicht mehr so reichlich hervor, und die Süßwasserdiatomeen steigen sogar bis auf 80 %. Selbstverständlich

Tab. 2. Vertikalprofil der fossilen Diatomeen aus der Lehmschicht bei dem Dorfe Korså.

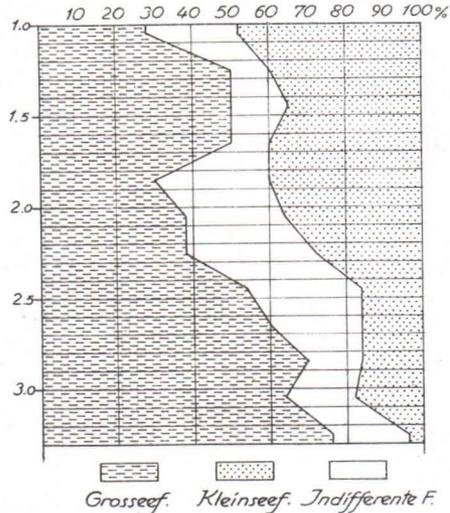
Jessöila	150 %	152 %	154 %	156 %	158 %	160 %	162 %	164 %	166 %	168 %	170 %	172 %
<i>Amphora ovalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
» <i>sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Biddulphia sp. fragm.</i>	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Campylodiscus echeneis</i>	4	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
» <i>» fragm.</i>	—	—	—	—	8	—	—	—	4	—	2	—
<i>Coscinodiscus apiculatus v. ambigua</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
» <i>excentricus</i>	2	—	—	—	—	—	4	—	—	—	2	—
» <i>» fragm.</i>	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—
» <i>sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	4	2	2	2	—	2	2
<i>Cymbella aspera fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—
» <i>ventricosa</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Didymosphenia geminata fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Diploneis elliptica</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—
» <i>Smithii</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	2
<i>Epithemia Hynämänni</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
» <i>turgida</i>	—	10	—	—	—	—	—	6	2	6	2	6
» <i>zebra</i>	4	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Eunotia lunaris fragm.</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>monodon</i>	4	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
» <i>pectinalis v. minor f. impressa</i> ..	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—
» <i>praerupta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
» <i>sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Fragilaria lapponica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
» <i>pinnata</i>	—	10	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Grammatophora marina</i>	4	—	—	—	—	—	2	2	4	—	—	2
» <i>oceanica</i>	6	—	25	—	16	—	6	8	4	4	2	6
<i>Hantzschia amphioxys</i>	4	—	—	—	8	—	—	—	—	2	—	—
<i>Hyalodiscus scoticus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Melosira ambigua</i>	8	—	—	—	—	—	6	6	6	8	6	16
» <i>arenaria</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
» <i>» fragm.</i>	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	2
» <i>distans</i>	16	50	25	40	8	24	4	8	16	32	28	32
» <i>» v. lirata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
» <i>granulata</i>	—	—	—	—	—	—	4	8	2	6	8	—
» <i>islandica ssp. helvetica</i>	10	—	—	20	4	24	10	10	10	10	8	10
» <i>italica</i>	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—
» <i>sulcata</i>	2	—	—	—	—	36	20	20	26	10	12	8
<i>Nitzschia scalaris fragm.</i>	—	—	—	20	—	—	—	2	—	—	2	—
<i>Pinnularia borealis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
» <i>Hyppäei</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
» <i>microstauron</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
» <i>sp. fragm.</i>	28	30	25	20	32	—	20	10	12	14	16	4
» <i>viridis</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Rhabdonema minutum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Rhopalodia gibba</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Stephanodiscus astraea</i>	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	2
» <i>sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Stephanopyxis sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
» <i>turris v. arctica</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Synedra sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—

kann man aus diesen kleinen Schwankungen nicht schliessen, dass die Salzkonzentration des Wassers gleicherweise geschwankt hätte.

In Probe 160 erreichen die Salzwasserdiatomeen mit 52 % ihr Maximum

(Diagr. 1 und Karte 1, Punkt 8). Von diesen Arten findet man *Coscinodiscus excentricus* und *Melosira sulcata*, die gerade in dieser Probe auf ihr Maximum steigen. Von der obengenannten Probe abwärts bis zur Probe 166 kommen die Salzwasserformen noch reichlich vor, und wie man aus dem Diagr. 1 schliessen kann, war das Wasser in jener Zeit, als diese Sedimente während des Karelischen Eisseestadiums sich absetzten, recht salzhaltig und enthielt ungefähr 2 % Salz.

Eine sehr interessante Erscheinung in allen oben beschriebenen Sedimentproben besteht darin, dass Brackwasserdiatomeen überhaupt nicht



Diagr. 2. In dem Vertikalprofil bei dem Dorfe Korsä vorkommende Grossee- und Kleinseediatoomeen.

vorkommen. Warum gerade diese Diatomeen fehlen, ist schwer zu verstehen, denn im Baltischen Meer kommen Brackwasserformen auch in den älteren Sedimenten vor. Dass sie in den Sedimenten des Karelischen Eismeres nicht vorkommen, beruht wahrscheinlich darauf, dass damals aus dem Weissen Meer Salzwasser eingedrungen ist und in dem Eismeer wachsende Diatomeen mitgebracht hat. Da aber in diesen Gegenden Brackwasserbecken fehlen, sind auch keine Brackwasserdiatomeen vorhanden.

Aus Diagr. 2 geht sehr gut hervor, wie das Wasser in der Probenahmestelle anfangs tiefer war und dann allmählich seichter wurde. In den untersten Sedimentproben treten die Grosseefformen reichlich auf, und die Kleinseefformen belaufen sich auf insgesamt nur 4 %. In der obersten Probe macht die erste Gruppe nur 28 % und die Zweite dagegen schon 48 % aus. Indifferente Formen kommen in allen Proben beinahe in gleichen Mengen vor, und wie man gut ersehen kann, reagieren sie auf die Wassertiefe überhaupt nicht. Unter den Grosseefformen interessant sind *Epithe-*

mia Hyndmanni und *Didymosphenia geminata*, die rezent beide in den grösseren Seen Nordfinnlands verbreitet sind. Erstere gehört nach den Quartärgeologen zu den Indikatoren des Ancyclussees.

9. VERTIKALPROFIL VON 124 M Ü. M. AM SÜDUFER DES SEES TIILAMPI CA.
4 KM WESTWÄRTS VOM DORFE HARJULATVA.

Am Grunde des Vertikalprofils kommen Süsswasserdiatomeen in den untersten Schichten reichlich vor, und an Salzwasserdiatomeen finden sich nur *Coscinodiscus oculus iridis* und *Melosira sulcata*, die beide sehr selten auftreten und zusammen 2—4 % aller Diatomeen ausmachen. An Süsswasserformen kommen hauptsächlich Kaltwasserdiatomeen vor, von denen *Cymbella sinuata*, *C. gracilis*, *Eunotia robusta*, *Pinnularia lata* und *Melosira distans* zu nennen sind. Auch treten *Pinnularia*-Arten reichlich in diesen Sedimenten auf und fehlen beinahe in den mittleren Sedimentschichten. Dass Kaltwasserdiatomeen in den untersten Sedimentschichten reichlich auftreten, bestätigt seinerseits, dass der Eisrand in dieser Zeit noch ganz nahe lag und das Wasser deshalb auch kalt war.

In den mittleren Sedimentschichten gesellen sich zu den obengenannten Salzwasserdiatomeen noch *Campylodiscus echeneis*, *Stephanopyxis* sp. fragm. und *Coscinodiscus excentricus*, die zusammen 12 bis 15 % aller Diatomeen ausmachen (Karte 1, Punkt 9). Unter den Süsswasserformen kommen noch einzelne Kaltwasserdiatomeen vor, wie z. B. *Pinnularia borealis* und *Eunotia robusta* v. *tetraodon*, aber im ganzen scheint das Wasser etwas wärmer zu sein.

Die obersten Sedimente enthalten schon reine Süsswasserdiatomeen, die rezent in den kleinen Seen Finnlands allgemein vorkommen. Diese Diatomeen zeigen, dass es sich hier um die Abschnürung dieses Wasserbeckens gehandelt hat und der See Tiilampi ein Binnengewässer geworden ist. Diese Meinung bestätigen die Diatomeen *Anomoeoneis seriens* v. *brachysira*, *A. follis*, *Eunotia faba*, *E. flexuosa*, *E. arcus*, *E. polyglyphis*, *E. robusta* mit den Varietäten *diadema* und *tetraodon*, *E. veneris*, *E. exigua*, *E. bigibba*, *E. formica*, *E. Meisteri*, *E. bidentula*, *Tetracyclus lacustris* und viele *Pinnularia*-, *Cymbella*- und *Gomphonema*-Arten.

Aus diesem Vertikalprofil geht hervor, dass das Meereswasser während der Karelischen Eismeerperiode bis nach dem See Tiilampi und auch über die Wasserscheide reichte, die etwas südwärts liegt und nach Jakowlew nur 90 m ü. M. hoch ist (JAKOWLEW 1934). Nach den russischen topographischen Karten liegt die Wasserscheide beinahe 110 m ü. M. Auch in diesem Fall kommen die Salzwasserdiatomeen des Karelischen Eismeer beim Tiilampi 14 m höher vor, und zwischen dem Weissen und dem Baltischen Meer hat eine Verbindung bestanden. Dass diese Salzwasserdiatomeen sekundären Ursprungs sind, kommt nicht in Frage, denn in der Umgebung

Tab. 3. Vertikalprofil der fossilen Diatomeen aus dem Urstromtal beim Vieljärvi.

	ID				IE			
	9 m	9,25 m	9,5 m	9,6 m	6,25 m	6,5 m	6,75 m	7 m
	$\frac{0}{00}$	$\frac{0}{00}$	$\frac{0}{00}$	$\frac{0}{00}$	$\frac{0}{00}$	$\frac{0}{00}$	$\frac{0}{00}$	$\frac{0}{00}$
<i>Actinoptychus undulatus</i>	—	—	—	5	—	—	—	5
<i>Amphora ovalis</i>	—	5	10	—	—	10	—	—
<i>A. ovalis v. pediculus</i>	—	—	—	10	—	—	—	—
<i>Campylodiscus echeneis</i>	—	10	—	—	—	—	—	—
<i>C. noricus</i>	2	40	10	5	—	—	—	—
<i>Cocconeis placentula</i>	5	10	—	—	—	—	—	—
<i>C. pediculus</i>	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coscinodiscus sp. fragm.</i>	—	—	—	—	60	—	—	—
<i>Cyclotella comta</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>Cymatopleura elliptica</i>	7	—	5	—	—	—	—	—
<i>C. solea</i>	—	—	10	15	—	—	—	—
<i>Cymbella affinis</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>C. aspera</i>	15	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. cistula</i>	5	10	—	—	—	—	—	—
<i>C. cymbiformis</i>	3	10	10	20	—	—	—	—
<i>C. Ehrenbergi</i>	5	15	—	—	—	—	—	—
<i>C. lanceolata</i>	—	15	5	15	—	—	—	—
<i>C. tumida</i>	—	10	—	—	—	—	—	—
<i>Diploneis bomboides v. media</i>	—	—	5	—	—	—	—	—
<i>D. elliptica</i>	—	—	5	—	—	10	—	—
<i>D. interrupta</i>	—	—	—	—	20	—	—	—
<i>Epithemia Muelteri</i>	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. sorex</i>	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. turgida</i>	15	170	200	160	—	—	—	—
<i>E. turgida v. granulata</i>	10	—	—	40	—	—	—	—
<i>E. zebra</i>	—	35	55	60	40	—	—	—
<i>E. zebra v. porcellus</i>	3	30	40	60	—	—	—	—
<i>Fragilaria atomus</i>	137	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fr. brevistriata</i>	190	5	—	—	—	—	—	—
<i>Fr. construens</i>	115	5	—	—	—	—	—	—
<i>Fr. construens v. binodis</i>	30	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fr. intermedia</i>	130	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fr. pinnata</i>	235	5	—	—	—	—	—	—
<i>Fr. virescens</i>	20	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gomphonema ventricosum</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>Grammatophora oceanica</i>	—	—	—	—	—	—	10	—
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>G. attenuatum</i>	2	80	—	5	—	—	—	—
<i>G. balticum</i>	—	10	—	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	—	—	—	—	10	—	—
<i>Hyalodiscus scoticus</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>Melosira ambigua</i>	7	65	65	25	—	—	—	—
<i>M. arenaria</i>	3	15	385	175	760	875	950	965
<i>M. distans</i>	2	40	5	5	40	40	—	—
<i>M. islandica ssp. helvetica</i>	—	120	35	25	—	—	—	—
<i>M. italica</i>	—	25	—	—	—	—	—	—
<i>M. varians</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>Navicula oblonga</i>	13	125	65	250	—	—	—	—
<i>N. tuscula</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>Neidium sp. fragm.</i>	—	—	—	5	—	—	—	—
<i>Nitzschia recta</i>	—	—	—	5	—	—	—	—
<i>N. sp. fragm.</i>	—	—	—	5	—	—	—	—
<i>Pinnularia cardinalis</i>	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. lata</i>	—	—	—	—	—	20	—	—
<i>P. nobilis</i>	—	20	10	—	—	—	—	—
<i>P. sp. fragm.</i>	2	15	15	5	60	10	30	25
<i>P. viridis</i>	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. viridis v. sudetica</i>	—	—	—	10	—	—	—	—
<i>Rhopalodia gibba</i>	5	30	30	55	—	—	—	—
<i>R. gibberula</i>	—	5	—	—	—	—	—	—

Tab. 3. (Forts.)

	I D				I E			
	9 m 0/00	9.25 m 0/00	9.5 m 0/00	9.6 m 0/00	6.25 m 0/00	6.5 m 0/00	6.75 m 0/00	7 m 0/00
<i>R. parallela</i>	2	—	15	20	—	—	—	—
<i>Stauroneis acuta</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>S. anceps v. hyalina</i>	—	5	5	—	—	—	—	—
<i>S. phoenicenteron</i>	3	—	5	—	—	—	—	—
<i>Stephanopyxis sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	30	10	—
<i>Synedra capitata</i>	—	5	—	—	—	—	—	—
<i>S. ulna</i>	10	20	10	20	—	—	—	—
<i>Tabellaria flocculosa</i>	2	—	—	—	—	—	—	5
<i>Trachyneis sp. fragm.</i>	—	—	—	—	20	—	—	—

fehlt es durchaus an höheren Stellen, und in den Moränenproben liessen sich auch keine Diatomeen finden.

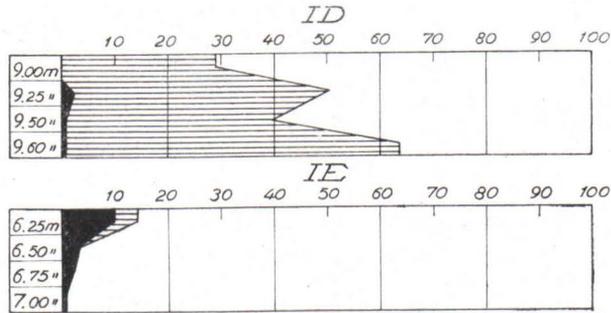
10. VERTIKALPROFILE AUS DEM URSTROMTAL BEIM VIELJÄRVI.

Aus dem Urstromtal erbohrten die Herren Mag. phil. Fagerström und H. Luther im Sommer 1943 Vertikalprofile, von denen Herr Prof. M. Kotilainen aus zwei Profilen die Lehmsedimente für Diatomeenuntersuchungen liebenswürdigerweise zur Verfügung stellte. Das erste Profil I D stammt aus einer Tiefe von 9 bis 9.6 m und das zweite Profil I E aus 6.25 bis 7 m Tiefe (Tab. 3).

An Salzwasserdiatomeen begegnen wir zum erstenmal in diesen beiden Profilen *Actinoptychus undulatus*, *Diploneis bombus v. media* und *D. interrupta*, die alle sehr selten zu finden sind. Wie man aus Diagr. 3 I D ersieht, kommen Salzwasserdiatomeen in der obersten Probe nicht vor, und die Diatomeenflora mit den Varietäten *Cocconeis placentula*, *C. pediculus*, *Cymatopleura elliptica*, *Cymbella aspera*, *C. cistula*, *C. cymbiformis*, *C. Ehrenbergi*, *Epithemia Muelleri*, *Fragilaria atomus*, *Fr. brevistriata*, *Navicula oblonga* zeigen, dass das Wasser sehr niedrig war und kein Salz enthielt. In den darunter liegenden Sedimentschichten machen die Salzwasserformen von 0.5 bis 2 % aus und zeigen ihrerseits, dass diese Sedimente später abgesetzt worden sind als die Sedimente, die im Profil I E wiedergegeben sind. Die Entfernung zwischen beiden Profilen beträgt ca. 150 m, und es ist keineswegs anzunehmen, dass das Wasser an der zweiten Stelle umsoviel salzhaltiger war als an der ersten. Die Diatomeenflora von Profil I D zeigt, dass wir es mit Brackwasser zu tun haben, denn dort kommen sowenig Salzwasserformen vor und Süß- und Brackwasserformen sind reichlich vorhanden.

In den obersten Sedimentschichten von Profil I E kommen Salzwasserdiatomeen reichlich vor und machen sogar 10 % aller Formen aus (Diagr. 3 I E und Karte 1, Punkt 10). Das reichliche Vorkommen von *Coscinodiscus*-Arten und *Melosira arenaria* beweist, dass das Wasser an dieser Stelle

bei der Absetzung der Sedimente recht tief gewesen ist, und viel tiefer als zur Ablagerungszeit der Sedimente, die in Profil I D wiedergegeben sind.



Diagr. 3. Vertikalprofile aus dem Urstromtal beim Vieljärvi.

Die Erklärungen siehe in Diagr 1.

Weiter abwärts nehmen die Salzwasserdiatomeen langsam ab, und wir können dieselbe Erscheinung feststellen, die wir schon früher gesehen haben, dass nämlich das Wasser im Karelischen Eismeer anfangs weniger Salz enthielt, dass langsam salzhaltiger wurde, um schliesslich im Endstadium wieder süsser zu werden. Wir begegnen auch in diesen Sedimenten der *Melosira arenaria*-Flora, wie früher in den Sedimenten am Vieljärvi. Wie aus Tab. 3 hervorgeht, nimmt der Reichtum der *Melosira arenaria* nach der Tiefe langsam zu und macht schon in 7 m Tiefe 96.5 % aller Diatomeen aus. In diesen Sedimenten treten Diatomeen auch sehr selten hervor, wie wir das bei allen Sedimenten des Karelischen Eismeres festgestellt haben.

II. VERTIKALPROFIL AUS EINEM MOOR CA. 1 KM NÖRDLICH VOM VIELJÄRVI UND 125 M Ü. M.

Aus dem Moor ca. 1 km nördlich von Vieljärvi wurde ein Vertikalprofil erbohrt, wo in 3.5 m Tiefe 1 m Dicke Lehmsedimente vorkommen. Dieses Moor liegt 125 m ü. M. und diese Bucht ist sehr früh von dem Karelischen Eismeer abgeschnürt. In 4.6 m Tiefe kam schon Sand entgegen und der Moorbohrer ging nicht tiefer.

Aus Tab. 4 geht hervor, dass Probe 45 oder die untersten Sedimentschichten nur zwei Salzwasserdiatomeen enthalten, und zwar *Campylo-discus echeneis* und *Grammatophora oceanica*, die zusammen nur 0.8 % aller Diatomeen ausmachen. An Süsswasserdiatomeen beobachten wir *Amphora ovalis*, *Campylodiscus noricus*, *Cymbella aspera*, *C. naviculiformis*, *Diploneis elliptica* nebst der Varietät *ladogensis*, *Fragilaria pinnata*, *Melosira arenaria*, *Pinnularia viridis* und viele *Pinnularia*-Fragmente. Es ist interessant festzustellen, dass *Diploneis elliptica* v. *ladogensis* allein sich schon auf 77 % aller Diatomeen beläuft; dazu gesellen sich in reichlichem Auftreten noch andere Grossseeformen, die zusammen 92.2 % in dieser Probe erreichen (Diagr. 5).

Tab. 4. Vertikalprofil aus einem 125 m ü. M. liegenden Moor ca. 1 km nördlich des Sees Vieljärvi.

Vieljärvi	35 0/00	36 0/00	37 0/00	38 0/00	39 0/00	40 0/00	41 0/00	42 0/00	43 0/00	44 0/00	45 0/00
<i>Achnanthes brevipes</i>	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Amphora coffeaeformis</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>ovalis</i>	16	8	—	36	24	40	104	24	4	88	108
» » <i>v. pediculus</i>	—	—	8	12	16	16	44	32	16	8	—
» <i>sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Anomooneis sphaerophora</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Campylodiscus echenis fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
» <i>noricus</i>	—	—	—	—	—	72	—	—	—	—	—
» » <i>fragm.</i>	40	12	—	—	56	120	92	108	20	40	52
» » <i>v. hibernica</i>	—	8	4	12	—	16	—	—	—	12	—
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>Cymatopleura elliptica</i>	—	—	4	12	8	12	—	—	—	—	—
<i>Cymbella aspera</i>	56	152	10	296	292	188	44	132	144	16	4
» <i>Ehrenbergi</i>	224	4	—	4	—	—	44	4	—	—	—
» <i>lanceolata</i>	—	4	—	16	12	—	—	12	—	—	—
» <i>lata</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>naviculiformis</i>	—	4	—	4	—	4	—	4	4	—	4
<i>Diploneis elliptica</i>	4	8	4	4	20	20	16	—	—	4	4
» » <i>v. ladogensis</i>	4	24	20	28	72	140	140	112	164	708	772
» <i>finnica v. Clevei</i>	—	60	16	—	—	—	—	—	8	12	—
» <i>sp.</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » <i>fragm.</i>	—	—	—	—	—	8	12	—	—	—	—
<i>Eunotia exigua</i>	—	—	—	—	—	12	—	4	—	—	—
» <i>formica</i>	4	—	—	—	—	—	—	4	4	—	—
» <i>lapponica</i>	8	—	—	—	—	4	4	4	—	—	—
» <i>lunaris</i>	4	—	—	36	8	8	—	8	—	—	—
» » <i>v. capitata</i>	—	—	—	—	—	12	4	—	—	—	—
» <i>monodon</i>	—	—	—	—	—	4	8	—	—	—	—
» <i>parallela</i>	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
» <i>pectinalis v. minor</i>	—	4	—	12	—	—	—	—	—	—	—
» » » <i>f. impressa</i>	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
» <i>praerupta</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
» <i>sibirica</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
» <i>sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—
<i>Epithemia turgida</i>	4	—	—	—	—	8	32	8	—	4	—
» » <i>v. capitata</i>	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
» <i>zebra</i>	—	—	—	—	—	—	56	8	4	4	—
» » <i>v. porcellus</i>	—	—	—	—	—	—	28	8	—	4	—
<i>Fragilaria brevistriata</i>	8	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—
» <i>construens</i>	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
» <i>inflata</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
» <i>pinnata</i>	156	20	56	72	—	8	20	—	8	8	4
<i>Grammatophora marina</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
» <i>oceanica</i>	—	—	4	—	4	16	8	—	—	—	4
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	140	—	—	16	4	—	4	12	8	—	—
» <i>sp. fragm.</i>	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	4	4	8	—	—	4	—	4	—	—
<i>Hyalodiscus scoticus</i>	—	—	—	—	4	—	4	—	8	12	—
<i>Melosira ambigua</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>arenaria</i>	16	—	4	4	16	8	64	32	28	4	—
» » <i>fragm.</i>	48	12	4	56	68	72	—	60	28	—	20
» <i>distans</i>	—	—	—	4	—	—	8	—	—	—	—
» » <i>v. lirata</i>	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—
» <i>islandica ssp. helvetica</i>	—	12	—	—	—	—	20	—	—	—	—
» <i>italica</i>	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—
» <i>sulcata</i>	—	—	—	20	4	20	32	8	—	—	—
<i>Navicula americana</i>	—	4	—	—	—	12	8	24	12	—	—
» <i>amphibola</i>	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
» <i>bacillum</i>	4	—	—	—	8	—	12	4	4	—	—

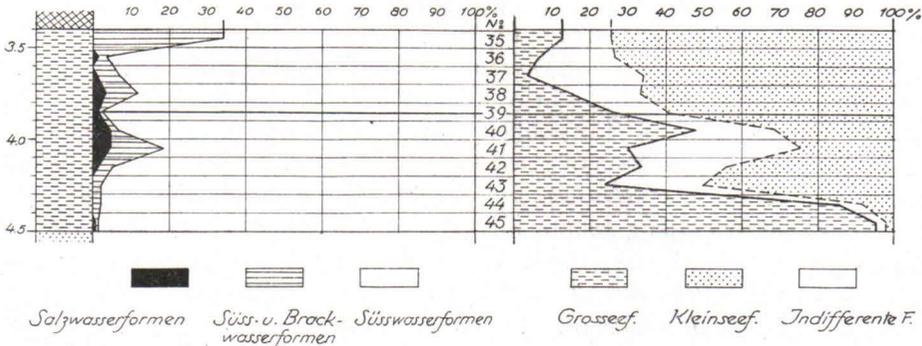
Tab. 4. (Forts.)

Vieljärvi	35 ‰	36 ‰	37 ‰	38 ‰	39 ‰	40 ‰	41 ‰	42 ‰	43 ‰	44 ‰	45 ‰
<i>Navicula cocconeiformis</i>	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
» <i>cuspidata</i> v. <i>Heribaudi</i>	12	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
» <i>digitoradiata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>halophila</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
» <i>tuscula</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Neidium iridis</i>	—	4	—	4	4	—	—	—	4	—	—
» <i>productum</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia filiformis</i>	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—
» <i>scalaris</i> fragm.	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Opephora martyi</i>	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia borealis</i>	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
» <i>brevicostata</i>	—	—	4	4	—	—	4	—	—	—	—
» <i>maior</i>	—	24	4	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>nobilis</i>	20	84	40	12	12	—	4	—	16	—	—
» <i>sp. fragm.</i>	96	104	168	112	116	76	52	128	212	28	16
» <i>viridis</i>	48	364	492	156	224	40	36	188	272	48	8
» » <i>v. sudetica</i>	4	12	—	4	—	4	4	4	—	8	—
<i>Rhabdonema minutum</i>	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stauroneis acuta</i>	20	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
» <i>anceps</i>	4	4	—	—	—	—	—	8	—	—	—
» » <i>v. hyalina</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>parvula</i> v. <i>prominula</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>phoenicenteron</i>	20	44	44	16	24	—	40	44	24	4	—
<i>Stephanodiscus astraea</i>	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
» » <i>v. minutula</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Surirella biseriata</i>	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
» <i>sp. fragm.</i>	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>striatula</i> fragm.	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Sunedra ulna</i> v. <i>biceps</i>	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—
<i>Tetracyclus lacustris</i>	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Thalassiosira baltica</i>	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—

In den darüber liegenden Sedimenten kommen Salzwasserdiatomeen nicht mehr vor; und erst in Probe 42, in 4.2 m Tiefe, treten die Salzwasserdiatomeen *Hyalodiscus scoticus*, *Melosira sulcata* und *Navicula digitoradiata* auf, die zusammen nur mit 1.6 % vertreten sind und bezeugen, dass Salzwasser in das Karelische Eismeer eingedrungen gewesen ist und die oben genannten Salzwasserdiatomeen mitgebracht hat (Diagr. 4). In den Proben 40 und 41 steigt die Salzwasserdiatomeenzahl bis 4.8 % und nimmt nach oben zu wieder ab. In den obersten Proben fehlen die Salzwasserformen wieder, und wir haben es mit einer Süßwasserdiatomeenflora zu tun. In den Proben 35 und 36 machen die Süßwasser- sowie Süß- und Brackwasserdiatomeen zusammen 100 % aus, und wie man aus Tab. 4 ersieht, kommen die Kleinseeformen *Cymbella aspera*, *C. Ehrenbergi*, *C. lata*, *Diplo-neis elliptica*, *Eunotia formica*, *E. lapponica*, *E. lunaris*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula bacillum*, *N. tuscula*, *Neidium iridis*, *N. productum*, *Opephora martyi* und *Pinnularia*-Arten in den obersten Sedimentschichten vor.

Meiner Ansicht nach ist die Abschnürung in der Zeit geschehen, als die Sedimente sich abgesetzt haben, aus denen Probe 39 entnommen worden

ist (Diagr. 4 und 5). Vor dieser Abschnürung hatten sich die Salzwasserdiatomeen recht gut entwickeln, können aber nicht so grosse Prozentanteile erreichen, wie wir das bei dem Dorfe Korsä und an den anderen Stellen



Diagr. 4. Die ökologischen Diatomeengruppen in dem Vertikalprofil bei Vieljärvi 125 m ü. M. Diagr. 5. Gross- und Kleinseeformen aus dem Vertikalprofil bei Vieljärvi 125 m ü. M.

gesehen haben (Karte 1, Punkt 11). Nach der Abschnürung kommen noch einzelne Salzwasserdiatomeen in den Proben 37 und 38 vor; wie man aber aus Tab. 4 ersieht, ist das ganz zufällig.

Das Vorkommen der Grosssee- und Kleinseediatoomeen zeigt sehr gut, dass am Anfang, als das Wasser noch süss war, die Grossseeformen beinahe allein in den Proben vorkommen. In dieser Periode, als das Salzwasser eingedrungen ist, geht ihr Reichtum zurück und die Kleinseeformen nehmen zu, und zwar nach der Abschnürung so reichlich, dass sie beinahe allein in den Proben auftreten. Die Diatomeenflora zeigt sehr gut, dass wir es mit einer Entwicklung des Meeres zu tun haben, in der das Wasser am Anfang süss war, langsam salzhaltiger wurde, um nach der Abschnürung wieder süss zu werden.

Wenn wir die Vertikalprofile bei dem Dorfe Korsä und bei dem Vieljärvi miteinander vergleichen, sehen wir, dass die Entwicklungsgeschichte in beiden Fällen ähnlich ist (Diagr. 1, 2, 4 und 5). Diese Diagramme bestätigen zweifellos, dass es sich um dieselben Meeressedimente handelt, trotzdem die Sedimente bei dem Dorfe Korsä 100 m und beim Vieljärvi 125 m ü. M. liegen.

ÜBER DIE ÖKOLOGIE DES KARELISCHEN EISMEERES IN DEM GEBIETE SÄÄMÄJÄRVI, SOTJÄRVI, NUOSJÄRVI, VESKELYS UND VIELJÄRVI.

In Karte 1 sind die Probenahmestellen der Karelischen Eismersedimente mit Ringen angegeben, und die Sektoren in diesen stellen die ökologischen Diatomeengruppen in Prozenten dar. Ausser den Ringen sind 4 schwarze Punkte angegeben, die aus der russischen Literatur entnommen

sind und ebenfalls Karelische Eismeerdiatomeenfloren darstellen. Da aber diese Untersuchungen nicht quantitativ durchgeführt worden sind und man deshalb die Prozentverhältnisse der einzelnen ökologischen Diatomeengruppen nicht wiedergeben kann, wurden diese Fundorte, eine südlich von Säämäjärvi, zwei am Südostende des Sees Sotjärvi und eine am Südostende des Sees Nuosjärvi, mit schwarzen Punkten angegeben.

Die Sedimente bei dem Dorfe Korsä enthalten 42—52 % Salzwasserdiatomeen, und von dort in Richtung Harjulätva und ebenso Vahatjärvi—Nuosjärvi nimmt die Salzwasserformenzahl ab. Aus dieser Erscheinung kann man schliessen, dass das aus dem Onegasee kommende Salzwasser bei Korsä freien Zugang gehabt hat (Karte 1). Wenn wir die Diatomeenfloren aus Korsä mit derjenigen aus der Pojo-Bucht vergleichen, ersehen wir, dass in der Pojo-Bucht die Salzwasserformen nicht so reichlich vorhanden sind (MÖLDER 1943 a). Auch kommen in der Pojo-Bucht die Brackwasserdiatomeen vor, die in Ostkarelien fehlen. Die Salzkonzentration des Karelischen Eismeersee dürfte in Jessoila bei dem Dorfe Korsä von 1.5 bis 2 % geschwankt haben, und dieses Salzwasser konnte nur von Osten her aus dem Weissen Meer über den Onegasee bis nach Korsä eindringen.

Bei dem Dorfe Harjulätva, das ca. 25 km westwärts liegt, machen die Salzwasserdiatomeen 13 bis 40 % aller in den Sedimenten vorkommenden Diatomeen aus und das Seewasser enthielt damals ungefähr 0.5 bis 1 % Salz (Karte 1, Punkte 3 und 9). Dieselben Salzwasserdiatomeenprozentzahlen sehen wir auch für die Pojo-Bucht bei Station XII, wo die Salzkonzentration des Wassers von 5 bis 7 ‰ schwankt. Das Salzwasser konnte von Osten her bis an diesen Stellen nicht so gut vordringen, denn in dieser Zeit waren die Meeresengen sehr seicht und der Zugang von Osten her schwierig.

Ostwärts vom Nuosjärvi sehen wir dieselbe Erscheinung in der Diatomeenflora wie bei Harjulätva. Der See mit seiner Umgebung ist im Osten durch den Osrücken von der Onegaseeniederung abgeschnürt, und das salzhaltige Meerwasser kann nur von Norden her während des Karelischen Eismeerstadiums in die Nuosjärvi-Bucht eingedrungen sein (Karte 1, Punkt 5).

Beim Vieljärvi finden sich Salzwasserdiatomeen in den karelischen Eismeer-sedimenten noch spärlicher als an allen obengenannten Stellen (Karte 1, Punkte 6, 7, 10 und 11). Diese Erscheinung lässt sich dadurch erklären, dass das Vieljärvi-Gebiet in der Ladogasee-Niederung liegt und das Salzwasser nicht so gut von Osten über die Wasserscheide bis nach diesen Stellen hat eindringen können.

Nach den Salzwasserdiatomeen ist zu schliessen, dass das Wasser in dieser Gegend ca. $\frac{1}{2}$ % Salz enthalten hat, denn in dem Vertikalprofil ca. 1 km vom Vieljärvi kommen auch zwei Brackwasserdiatomeen vor (Tab. 4).

Aus dem Obigen und auch aus Karte 1 geht deutlich und ohne Zweifel hervor, dass das Salzwasser während der Spätglazialzeit über den Ladoga

und die Onega-Landenge zwischen Säämäjärvi und Vieljärvi die beiden grossen Seen miteinander vereinigt hat. Die Meinungen MARKOWS u. a., nach denen keine Verbindung zwischen Weissem Meer und Baltischem Meer über Onega- und Ladogasee während der Spätglazialzeit bestanden hat, sind nicht richtig. Nach Sauramo soll die höchste Meeresgrenze bei Jessoila nur bis 100 m ü. M. reichen, was aber unbegreiflich ist, denn ich habe bis 130 m ü. M. Salzwasserdiatomeenfloren gefunden, und wie wir schon oben gesehen haben, handelt es sich nicht um sekundäre Erscheinungen. Nach den oben dargestellten fossilen Diatomeenuntersuchungen hat HYYPÄ recht, als er die höchste Meeresgrenze bei Korsa und dem Vieljärvi auf 130—131 m ü. M. feststellt (HYYPÄ 1943). Sauramo aber erklärt diese höhere Uferlinie als örtliches Eisseeufer, das von süsssem Wasser bespült worden ist. Da aber in den Sedimenten, die Süsswasserdiatomeen enthalten sollten, Salzwasserdiatomeen vorkommen, haben wir es nicht mit örtlichen Eisseedimenten zu tun, und an der betreffenden Stellen haben keine Eisseen, wohl aber das Karelische Eismeer gelegen, das nach HYYPÄ vom Weissen Meer über Onega- und Ladogasee weit über Finnland und Süd-Schweden gereicht hat.

DIE VERBREITUNG DER KARELISCHEN EISMEERSEDIMENTE.

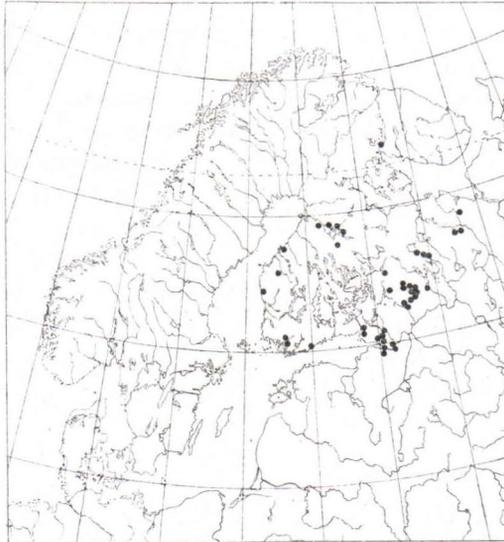
Bei der Untersuchung der karelischen Eismeesedimente ist die Literatur durchgesehen worden, die finnische und ostkarelische Gebiete behandelt und fossile Diatomeen enthält. Ausserdem sind viele Proben auf Diatomeen untersucht worden, die mir von den Herren Dr. M. SALMI, Mag. phil. V. OKKO und O. V. LUMIALA liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellt worden sind. Diese Gebiete, in denen karelische Eismeesedimente vorkommen, sind in dieser Hinsicht noch sehr mangelhaft untersucht, denn häufig fehlen in den Vertikalprofilen die untersten Proben und sind die Präparate zu oberflächlich untersucht worden.

Auf Karte 2 sind alle diese Stellen an denen in den Sedimenten die im Karelischen Eismeer gedeihenden Diatomeen vorkommen, durch Punkte wiedergegeben. In der Umgebung des Weissen Meeres gibt es sehr wenig Stellen gerade deshalb, weil Untersuchungen aus diesen Gegenden fehlen. Einen Punkt sehen wir am Südende des Sees Imandrajärvi, wo Sedimente des Karelischen Eismees gefunden worden sind. Ebenso sind solche Sedimente nördlich und südlich der Stadt Onega aus drei Gegenden bekannt.

Ihre eigene Gruppe bilden die Fundorte SE vom Seesjärvi, bei Karhumäki und bei Poventsa, wo nach den Untersuchungen russischer Geologen eine Verbindung zwischen dem Weissen Meer und dem Onegasee während der Postglazialzeit bestanden hat.

Wie man aus Karte 2 ersieht, gibt es auf der Ladoga—Onega-Landenge sehr viele Stellen, an denen karelische Eismeesedimente vorkommen, die

Salzwasserdiatomeen enthalten. Von dieser Landenge nach NW wurden auch bei Ilomantsi karelische Eismeersedimente festgestellt, die 189 m ü. M. lagen und auf den Bergen Pappilavaara und Parpeilavaara vorkamen (HYYPÄ 1943).



Karte 2. Die Verbreitung der Karelischen Eismeersedimenten.

Auf der Karelischen Landenge zwischen dem Finnischen Meerbusen und Ladogasee sind die karelischen Eismeersedimente auch von vielen Stellen bekannt. Ebenso kommen diese Sedimente unweit der Stadt Leningrad wie auch süd- und ostwärts derselben vor, so dass man mit Sicherheit behaupten kann, dass das Karelische Eismeer sich auch bis Südwärts der Stadt Leningrad erstreckt hat (Karte 2).

In den südlichen Teilen Finnlands sind die Sedimente nur am Finnischen Meerbusen untersucht worden, deshalb sind auch die Karelischen Eismeersedimente bekannt. Es ist wahrscheinlich, dass das Karelische Eismeer in diesen Gegenden auch landeinwärts reichte, aber diesbezügliche Untersuchungen in diesen Gegenden stehen noch aus.

Am Bottnischen Meerbusen sind auch drei Stellen bekannt, wo diese Sedimente gefunden worden sind (Karte 2). Es ist sicher, dass diese Meeresbucht auch bis zum Bottnischen Meerbusen reichte. Ob wir gerade mit denselben Stadien zu tun haben, in denen die Verbindung zwischen Ladoga- und Onegasee bestanden hat, ist unmöglich zu sagen. Es ist wahrscheinlich, dass diese marinen Sedimente gerade während den Endstadien des Karelischen Eismeres sedimentiert worden sind.

Wie wir aus Karte 2 sehen, kommen die Karelischen Eismeersedimente in der Umgebung des Oulujärvi vor. Nach Mag. phil. V. Okkos mündlichen

Mitteilungen liegen alte Karelische Eismeerufer nordwärts des Sees Oulujärvi in 204—205 m ü. M. oder 30 m höher, als die Geologen bisher die höchste Meeressgrenze angenommen haben.

Wo damals das Landeis lag, als das Meereswasser bis nach dem Oulujärvi und dem Bottnischen Meerbusen reichte, ist nach den fossilen Diatomeenfunden heutzutage sehr schwer zu sagen, denn es fehlen alle Untersuchungen in dieser Richtung aus den inneren Teilen Südfinnlands. Es ist nicht ausgeschlossen, dass während des Karelischen Eismeerstadiums das Landeis die inneren Teile Südfinnlands bedeckt hat und von dem skandinavischen Landeis abgeschnürt gewesen ist. Es ist auch möglich, dass diese Teile Finnlands völlig eisfrei gewesen sind und nur in Skandinavien und in den nördlichen Teilen Finnlands Landeis bestanden hat.

Wo karelische Eismersedimente in Skandinavien und in Dänemark vorkommen, werde ich in dieser Untersuchung nicht behandeln.

INTERSTADIALFUNDE AUS OSTKARELIEN.

Ungefähr 2 km von dem Dorfe Vieljärvi liegt das Dorf Jänöselkä, und in diesem Dorfe konnte man in einer Kiesgrube ca. 1 m unter Gelände eine 5—10 cm dicke Sedimentschicht feststellen, die unter Moräne lag. Auch unter diesen Sedimenten kam Moräne vor, aber wie dick diese Moräne war, konnte man nicht feststellen. Die Diatomeen dieser Sedimentablagerung zwischen zwei Moränen wurden untersucht. Es kamen sehr wenige Diatomeen vor, nämlich: *Pinnularia lata*, die 44 % aller in den Sedimenten vorkommenden Diatomeen ausmachte. Diese Art ist eine Kaltwasserdiatomee und kommt reichlicher in den nördlichen Teilen Finnlands vor. Dann kamen die gewöhnlichen karelischen Eismeerdiatomeen *Melosira arenaria* mit 4 %, *M. sulcata* mit 4 % und *M. distans* mit 16 % vor. Ausserdem beliefen sich die *Pinnularia*-Fragmente, die unbestimmbar waren, auf 32 %.

Aus den obigen Diatomeen geht hervor, dass das Wasser, in dem diese Formen gediehen sind, recht kalt war und der Eisrand nahe gewesen ist. Interessanterweise kommt in diesen Sedimenten *Pinnularia lata* sehr reichlich vor, fehlt aber in den karelischen Eismersedimenten. Dass *Melosira sulcata* in diesen Proben vorkommt, bestätigt seinerseits, dass das Salzwasser bis zum Landeisrand oder wenigstens bis in dessen Nähe reichte, denn diese Diatomeen bilden keine richtige Diatomeenflora, die jetzt rezent vorkommt.

Bei dem Dorfe Vieljärvi am neuen Wegrande liegt ein Moränenhügel, in dem in ca. 1 m Tiefe unter der Moräne Sedimente vorkommen, die ebenfalls sehr wenig Diatomeen enthalten, wie wir das bei Jänöselkä gesehen haben. In der Probe fanden sich *Melosira sulcata* mit 20 %, *M. distans* mit 20 %, *M. granulata* mit 10 %, *Stephanopyxis* sp. fragm. mit 10 %, *Pinnularia* sp. fragm. mit 30 % und *Spongilla*-Nadeln mit 10 %. Trotz-

dem in diesen Proben *Pinnularia lata* nicht vorkommt, lässt die Diatomeenzusammensetzung darauf schliessen, dass die beiden Sedimente zu den Interstadialsedimenten gehören, in denen die Wachstumsbedingungen für die Diatomeen nicht besonders günstig gewesen sind. Diese beiden Sedimente sind bei der Landeisrandoszillation abgesetzt, und es ist wahrscheinlich, dass das Randeis sogar in das Karelische Eismeer vorgedrungen ist, wie E. HYYPPÄ mündlich mitgeteilt hat. Besonders unterstützen die Diatomeen *Melosira sulcata* und *Stephanopyxis* sp. diese letzte Meinung, denn diese beide Diatomeen kommen als Charakterarten in den karelischen Eismersedimenten vor.

LITERATURVERZEICHNIS.

- AARNIO, B., 1927. Agrogeologisia karttoja N:o 5. Etelä-Pohjanmaa. Valtion maatutkimuslaitos. S. 1—83.
- AUROLA, E., 1938. Die postglaziale Entwicklung des südwestlichen Finnlands. Bull. Comm. géol. Finlande, N:o 121, S. 1—166.
- CLEVE-EULER, ASTRID, 1934. The Diatoms of Finnish Lapland. Soc. Scien. Fenn. Comment. Biol. IV, 14, S. 1—154.
- 1939. Bacillariaceen-Assoziationen im nördlichen Finnland. Acta Soc. Scien. Fenn. Nova Series B. T. II, N:o 3, S. 1—41.
- DE GEER, 1894. Om quartära nivåförändra vid Finska viken. Geol. För. Förh., 16.
- DJAKONOVA-SAVELJEVA, E. N., 1929. К вопросу о позднеледниковом Онего-Беломорском соединении. Труды Общ. естеств., т. 59, вып. 4, S. 97—107. Deutsches Referat: Zur Frage über die spätglaciale Verbindung des Omega Sees mit dem Weissen Meer. S. 107—108.
- EGOROW, S. F., 1934. Морфологические условия залегания диатомитов некоторых месторождений Кольского полуострова. Труды геоморф. инстит. Акад. наук СССР. Кольский диатомитовый сборник, вып. 8, S. 17—33.
- GRIMM, E., 1877. К познанию фауны Балтийского моря и истории ее возникновения. Труды СПб. Общ. Ест.
- НУУРПÄ, E., 1936. Pohjankurun puukuvan geologinen iännmääräys. Suomen museo. S. 43—52.
- 1937. Post-glacial changes of shore line in South Finland. Bull. Comm. géol. Finlande. N:o 120, S. 1—225.
- 1937 b. Bemerkungen über G. Branders Aufsatz »Ein Interglazialfund bei Rouhiala in Südost-Finnland», und zwei neue Tonfunde auf der Karelischen Landenge. Ibid., N:o 121, S. 145—170.
- 1943. Itämeren historia uusimpien Itä-Karjalassa suoritetettujen tutkimusten valossa. Terra N:o 3—4, S. 122—127.
- INOSTRANTSEW, A. A., 1871. Геологический обзор местности между Белым морем и Онежским озером. Труды СПб. общ. естеств. т. II, вып. 1.
- 1872. Геологические исследования на севере России. Ibid., т. III.
- 1877. Геологический очерк Повенецкого уезда и его рудных месторождений. Изд. Минер. общ. Материалы для геол. России, т. VII, S. 1—728. Приложение. S. 1—21. СПб.
- KESSLER, K., 1868. Материалы к познанию Онежского озера и Обонежского края. Прилож. к Труд. I Съезда естеств., СПб.
- KILPI, S., 1937. Das Sotkamo-Gebiet in spätglazialer Zeit. Bull. Comm. géol. Finlande. N:o 117, S. 1—118.
- LAWROWA, M. A., 1931. К геологии Онежского полуострова Белого моря. Труды Геол. муз. Акад. наук, т. VIII, S. 1—66. Deutsches Referat: Geologische Skizze der Omega-Halbinsel im Weissen Meere. S. 63—65.
- 1933. К познанию четвертичных отложений Поморского берега Белого моря. Труды Геол. Инст., т. III, S. 5—37. Summary: Contribution to the exploration of the Quaternary deposits of the Pomorskiij coast of the White Sea. S. 37—39.

- LOWROWA, M. A. 1939. К вопросу о возрасте морских межморенных отложений г. Петрозаводска и р. Мги. Труды Советской секции междунар. ассоц. по изуч. четвертич. периода (INQUA). Вып. IV, S. 59—61.
- LOVÉN, S., 1861. Om några i Vettern och Venern funna crustaceer. Ofvers of Köngl. Vet. Akad. Förhandlk, N:o 6.
- »— 1862. Till frågan om Ishafsfaunas fordna uträkeng öfver en del af Nordens festland. Ibid.
- LUMIALA, O. V., 1940. Zwei Moorprofile aus Siilijärvi, dem nördlichsten bekannten Fundort fossiler *Trapa natans* in Finnland. Bull. Comm. géol. Finlande. N:o 128, S. 1—20.
- MARKOW, K. K., 1933. Иольдивое море и проблема позднеледникового Балтийско-Беломорского пролива, I. Изв. Геогр. Общ., 45, вып. 4, S. 369—384.
- »— 1935. Иольдевое море и проблема позднеледникового Балтийско-Беломорского пролива, II. Ibid., 67, вып. I, S. 88—99.
- »— und PORETZKY, W. S., 1934. Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen über die Geschichte des Finnischen Meerbusens, Ladoga- und Onega-Sees. Beih. z. Bot. Centrbl., 52, S. 389—446.
- »— und —»— 1935. Die spät- und postglaziale Geschichte des nordwestlichen Teiles des Leningrader Gebietes. Zeitschr. f. Gletscherkunde. Bd. 22, H. 1/5, S. 109—141.
- »—, —»— und SCHLÄPINA, E. W., 1934. О колебаниях уровня Ладожского и Онежского озера в послеледниковое время. Труды К. Ч. А. Н. вып. IV S. 71—129.
- MUNTHE, H., 1892. Studier öfver baltiska hafvets quartära Historia. K. Svensk. Vet.-akad., Bd. 18.
- »— 1910. Studies in the Late Quaternary, history of Southern Sveden. Geol. För. Förh. Stockholm. Bd. 32.
- MÖLDER, K., 1937. Die rezente Eunotienflora Finnlands. — Ann. Bot. Soc. Zool.—Bot. Fenn. Vanamo, 8, n:o 7, s. 1—29
- »— 1938. Die rezente Diatomeenflora Estlands. — Ibid., 12, n:o 2, S. 1—64.
- »— 1939 Einige neue Diatomeen aus Finnland. — Ibid., 11, n:o 3, S. 18—22.
- »— 1943 a, Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht. — Ibid., 18, n:o 2, S. 1—204.
- »— 1943 b, Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen. — Geologie d. Meere u. Binnengewässer. 6, H. 2, S. 148—240.
- POKROWSKAJA, I. M., 1939 a. Палеоботаническая характеристика четвертичных отложений Карелии. Труды Советск. секции международных ассоц. по изуч. четвертич. периода. (INQUA). вып. IV, S. 56—59.
- »— 1939 б. Палеоботаническая характеристика морской подморенной толщи в г. Петрозаводске. Ibid., S. 61—64.
- POLKANOW, A. A., 1937. Очерк четвертичной геологии северо-западной части Кольского полуострова. Ibid., вып. III, S. 63—80.
- RAMSAY, W., 1898. Ueber die geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartärzeit. Fennia. 16, N:o 1.
- »— 1904—1905, Quartärgeologisches aus Onega-Karelien. Ibid., 22, N:o 1.
- »— 1917. De s. k. marina gränserna i södra Finland. Ibid., 40, N:o 7, S. 1—8. Deutsches Referat: Die s. g. marine Grenzen im südlichen Finnland. S. 8.
- SCHMIDT, F., 1872. Труды СПб общ. естеств., т. III, S. 68.
- WISLOUCH, S. und KOLBE, R., 1927. Материалы по диатомовым Онежского и Лососинского озер. Труды Олонек. научн. экспедиции. Ч. V, вып. I. Ленинград.

- Яковлев, С. А., 1924. К вопросу об польдиевом море в Балтике и о соединении Балтийского моря с Белым в позднеледниковое время. Изв. Гос. Географ. Общ., Т. 66, вып. 2.
- »— 1926. Наносы и рельеф гор. Ленинграда и его окрестностей. Научно-мелно-рационный инстит. Ч. I, S. 1—186, Ч. II, S. 1—244. Deutsches Referat: Die Quartärablagerungen und Relief der Stadt Leningrad und ihrer Umgebungen. S. 245—261.
- »— 1934. К вопросу об польдиевом море в балтике и о соединении Балтийского моря с Белым в позднеледниковое время. Изв. Росуд. Географ. Общ. Т. 66, вып. 2. S. 277—292.
- Яржинский, Ф., 1870. Список ракообразных, найденных в Онежском озере. Труды СПб общ. естеств., 1 порот. 4.
- »— 1875. Факты и индукция в пользу теории Ловена. Знание. Ч. 1.
- Земляков, Б. Ф., 1936. Четвертичная геология Карелии. Труды секции естественных производительных сил. Карельский научно-исследов. институт. Т. 1 вып. 1, S. 1—103.
- »— 1939. Четвертичные сложения Карельской АССР. Труды Советск. Секции междунар. ассоц. по изуч. четвертич. периода. (INQUA). Вып. IV, S. 53—56.
- Шешукова, В. С., 1939. Диатомовые водоросли межморенных отложений г. Петро-заводска. Ibid., Вып. IV, S. 64—67.

ÜBER DIE POSTGLAZIALE ENTWICKLUNG DER INSEL VORMSI IN ESTLAND.

V. JAANUSSON.

Die Insel Vormsi (deutsch »Worms«, schwedisch »Vormsö« oder »Ormsö«) liegt in Nordwest-Estland zwischen der Insel Hiiumaa (Dagö) und der Halbinsel Noarootsi (Nuckö) des estländischen Festlandes. Eine Übersicht über den Untergrund der Insel hat M. SAURAMO (1929) veröffentlicht, und vor kurzem hat A. LAASI (1940) die Geographie und die Quartärablagerungen der Insel beschrieben. Die schön entwickelten postglazialen Bildungen der Insel waren bisher unberücksichtigt geblieben. Vom Jahre 1939 an haben die jungen Geologen des Naturwissenschaftlichen Vereins von Gustav Adolf am Gustav Adolf-Gymnasium in Tallinn die Geologie der Insel unter der Leitung des Verfassers erforscht. Der Hauptteil der Feldarbeiten über postglaziale Bildungen der Insel wurde in den letzten Sommern (1942 u. 1943) durchgeführt. Die vorliegende kleine Arbeit ist eine Zusammenfassung über die postglaziale Entwicklung der Insel, deren eingehendere Beschreibung im Rahmen der »Geologie der Insel Vormsi« vorzusehen ist.

Die höchste Stelle der Insel Vormsi liegt 11.9 m ü. M., der grösste Teil der Insel liegt aber bedeutend niedriger. Somit ist die Insel erst in den letzten Perioden der Ostseegeschichte über den Meeresspiegel gestiegen. Die Strandbildungen bedecken einen grossen Teil der Oberfläche der Insel. Besonders schön sind die Strandwälle im westlichen Teil der Insel und in der Umgebung der Ose gebildet. Auf den Flanken der Ose sind stellenweise markante Stufen in den weichen Bestandteile der glazifluvialen Sande abradiert. An der Westseite des Hullo-Oses (s. A. LAASI 1940) nordwärts des Dorfes Rumpo sind Stufen und Strandwälle in folgenden Höhen ausgebildet (bezeichnet ist die Höhe des Hangansatzes der Abrasionsstufen bzw. Strandwälle über dem gegenwärtigen Meeresspiegel).

E	.....	7.1 m
D	.....	5.2 m
C	.....	4.0 m
B	.....	1.7 m
A	.....	0.8 m

Diese Strandflächen kommen in mehr oder weniger gleichen Höhen an allen beobachteten Stellen vor, besonders dort, wo Neigung und Material

der Bodendecke die Entstehung von Strandbildungen ermöglicht hat. Die gesammelten Angaben über die Strandbildungen auf der Insel sind kurz folgende ¹⁾:

Die Strandfläche E. Diese Strandfläche ist markant ausgebildet an der Westseite des Hullo-Oses bei Rumpo in Höhen von 6.8 m und 7.1 m ü. M. ²⁾. Ostwärts des Magnushofes (Suuremõisa) bei den Ruinen einer alten Mühle liegt in einer Kiesgrube ein schöner Subfossilienfundort. Die Höhe des Ansatzes der Stufe, auf der sich die Kiesgrube in Strandablagerungen befindet, ist 6.8 m ü. M.

Die Strandfläche D. Die Höhe des Ansatzes der Stufe (bzw. des Strandwalles) dieser Strandfläche beträgt an der Westseite des Oses bei Rumpo 5.4 m und 5.2 m ü. M. Im Dorfe von Sviby auf einer Anhöhe des Sviby-Oses befindet sich eine Kiesgrube in alten Strandablagerungen. Die Höhe des Ansatzes der Stufe, die den Aufschluss umgrenzt, ist 5.4 m ü. M. (s. A. LAASI 1940, Fig. 9, oberer Teil). Bisher ist es nicht gelungen, weitere Angaben über diese Strandfläche beizubringen, deshalb muss die Frage nach der Existenz der Strandfläche D im System der postglazialen Strandlinien noch offen bleiben.

Die Strandfläche C. Die Strandbildungen der Strandfläche C sind auf der Insel Vormsi am höchsten und markantesten. Bei Rumpo liegt der Ansatz der Stufe (bzw. des Strandwalles) der Strandfläche C 3.9 m und 4.0 m ü. M. Die Südseite des »Mühlbergs« beim Magnushof ist als hohe steile Stufe ausgebildet, deren Ansatz 4.2 m ü. M. liegt. Die obengenannte Anhöhe des Oses im Dorfe Sviby ist von einer hohen Stufe, deren Ansatz 4.2 m ü. M. liegt, umrandet. Ungefähr ein Kilometer südostwärts von Norrby an dem Wege, der nach Söderby führt, liegt in einem Strandwall eine ausgedehnte Kiesgrube, die einen schönen Fundort von Subfossilien darstellt. Die Höhe des Strandwallansatzes ist 3.8 m ü. M.

Die Strandfläche B. Die Höhe des Ansatzes der Stufe (bzw. des Strandwalles) dieser Strandfläche beträgt bei Rumpo an der Westseite des Oses 1.8 m und 1.6 m ü. M. Im obengenannten Gebiet südostwärts von Norrby liegt vor dem Strandwall der Strandfläche C eine markante Stufe, deren Ansatz 1.6 m ü. M. reicht. Westlich von der Hafenbrücke von Sviby gelang es, aus kleinen Gräben Subfossilien zu sammeln von einem Strandwall, dessen Ansatz 1.6 m ü. M. liegt.

Die Strandfläche A. Die jüngsten Strandbildungen auf der Insel Vormsi sind durch die Tätigkeit des gegenwärtigen Meeres gebildet. Sie sind niedrige Abrasionsstufen und Strandwälle, die mit einer Ansatzhöhe von etwa 0.8 m ü. M. an allen erforschten Stellen mehr oder weniger

¹⁾ Im folgenden sind nur die grössten Subfossilienfundorte, von denen auch die Nivellierungsangaben vorliegen, genannt. Kleinere Fundstellen der Subfossilien findet man in verschiedenen Höhen auf der Insel häufig.

²⁾ Auf der Westseite des Hullo-Oses nordwärts des Dorfes Rumpo wurden die Strandbildungen an zwei Stellen, deren Entfernung voneinander etwa 200 m war, nivelliert, um eine Vorstellung von den Schwankungen in den Höhen des Ansatzes der Strandbildungen zu erhalten.

stark ausgebildet vorkommen. Mit diesen Strandablagerungen ist die gegenwärtige gut bekannte Fauna und Flora der Ostsee verbunden. Es scheint berechtigt zu sein, auch die gegenwärtigen Strandbildungen als eine Strandfläche in der Entwicklung der Insel Vormsi zu betrachten.

Nach indirekter Vergleichsmethode, sich auf die Angaben von P. W. THOMSON (1939) und P. KENTS (1939) stützend, scheint es wahrscheinlich zu sein, dass die Strandfläche E auf der Insel Vormsi der Strandlinie *Postlitorina III* von E. HYYPÄ (1937) entspricht. Jüngere Strandbildungen hat man in Finnland noch nicht erforscht. L. V. POST (nach E. HYYPÄ 1937 S. 206) kennt auf der Insel Gotland noch eine Strandfläche unterhalb *Pl III*. P. KENTS (1939) bringt Nivellierungsangaben aus Estland von zwei Strandflächen unterhalb *Pl III*. Nach den Angaben von der Insel Vormsi kann man unterhalb *Pl III* noch 3 ehemalige Strandflächen feststellen.

Von den beschriebenen Strandflächen enthalten E, D und C eine mehr oder weniger gleiche subfossile Molluskenfauna. Es kommen vor: 1. von den Arten, die auch vom gegenwärtigen Meer um die Insel Vormsi bekannt sind, an Meeresformen *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Macoma baltica*, *Hydrobia ventrosa* und *Peringia ulvae* und als Brackwasserform *Theodoxus fluviatilis*. Es sind Arten, die schon im *Clypeus*-Meer in die Ostsee eingewandert waren und sich durch das *Litorina*-Meer bis zum gegenwärtigen *Limnaea*-Meer in dem mittleren Teil der Ostsee erstreckt haben. Neben ihnen kommt noch die Süßwasserschnecke *Radix ovata* (*f. baltica* Nilss.) vor, die während der salinsten Phase des *Litorina*-Meeres in der damaligen litoralen Meeresfauna des mittleren Teiles der Ostsee gefehlt hat. 2. Von den Arten, die im gegenwärtigen Meer fehlen, kommen stellenweise häufig die Meeresschnecken vor, die sich seit Beginn des *Litorina*-Meeres (im Sinne von H. MUNTHE 1931) im mittleren Teil der Ostsee verbreitet haben und diese Periode mit ihrem Auftreten charakterisieren. Diese Arten sind: *Litorina litorea*, *Litorina rudis* (*ventrosa*), *Rissoa membranacea* und *Rissoa inconspicua*.

In der subfossilen Molluskenfauna der Strandfläche B fehlen die letztgenannten *Litorina*- und *Rissoa*-Arten. Das Vorkommen von *Limnaea stagnalis* in den Ablagerungen dieser Strandfläche konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

In der Fauna des gegenwärtigen Meeres (Strandfläche A) verbreiten sich Arten, die in der obengenannten Gruppe 1 aufgezählt sind und die Molluskenfauna der Strandfläche B bilden. Durch verminderten Salzgehalt des Meeres erscheinen ferner in der Strandfläche A noch die Süßwasserschnecken *Limnaea stagnalis* (*f. baltica* Lindstr.), die in den Küstengewässern der Insel überall häufig vorkommt, und *Bulimus tentaculatus*, die am Oststrand und Südstrand bis zur Halbinsel Rumpo selten zu finden ist. In der allerletzten Zeit hat die Meeresacephale *Mya arenaria* ihr Verbreitungsareal in der Ostsee schnell erweitert. Die leeren Schalen dieser Art sind am West- und Nordstrande der Insel häufig anzutreffen.

Eine schematische Übersicht über die stratigraphische Verbreitung der Ostseemollusken auf der Insel Vormsi bietet folgende Tabelle (mit »s» sind die Befunde nur einiger Exemplare vermerkt).

Strandfläche		E	D	C	B	A
Art						
<i>Cardium edule</i> L.		+	+	+	+	+
<i>Mytilus edulis</i> L.		+	+	+	+	+
<i>Macoma baltica</i> L.		+	+	+	+	+
<i>Hydrobia ventrosa</i> Mont.		+	+	+	+	+
<i>Peringia ulvae</i> Penn.		+	+	+	+	+
<i>Theodoxus fluviatilis</i> L.		+	+	+	+	+
<i>Radix ovata</i> Drap.		s	+	+	+	+
<i>Littorina littorea</i> L.		+	+	s	—	—
<i>Littorina rudis</i> Mat.		+	+	+	—	—
<i>Rissoa membranacea</i> Adams		+	+	+	—	—
<i>Rissoa incospicua</i> Ald.		+	+	s	—	—
<i>Limnaea stagnalis</i> L.		—	—	—	s?	+
<i>Mya arenaria</i> L.		—	—	—	—	+
<i>Bulimus tentaculatus</i> L.		—	—	—	—	s

Die stratigraphische Gliederung der jüngsten Periode der Ostseegeschichte hat schon der bekannte schwedische Geologe und Paläontologe G. LINDSTRÖM (1886 u. früher) aufgestellt. Er hat das ältere *Littorina*-Meer vom jüngeren *Limnaea*-Meer nach dem Auftreten von *Limnaea* (= *Radix*) *ovata* getrennt. In seiner klassischen Arbeit über spätquartäre Geologie der Insel Gotland hat HENRIK MUNTHE (1910) die Perioden der postglazialen Entwicklung der Ostsee genauer beschrieben und charakterisiert. Als Grenze zwischen *Littorina*- und *Limnaea*-Meer hat MUNTHE das Verschwinden von *Littorina*-Arten, das nach ihm etwas später als das Auftreten der *Limnaea* (= *Radix*) *ovata* geschah, vorgeschlagen. Das gegenwärtige Meer hat MUNTHE nach Einwanderung von *Mya arenaria* als selbständiges *Mya*-Meer abgetrennt. Diese Dreigliederung des *Postancylus*-Meeres von H. MUNTHE haben später viele Forscher übernommen. In seiner Übersicht von 1931 schlägt H. MUNTHE eine veränderte stratigraphische Dreigliederung des *Postancylus*-Meeres vor. Nach faunistisch-floristischen Angaben teilt er das *Postancylus*-Meer in das ältere *Clypeus*-, das mittlere *Littorina*- (*s. str.*) und das jüngere *Limnaea*-Meer, fügt dabei aber kein wesentliches neues Material zu der *Littorina*-*Limnaea*-Grenze hinzu.

Für die Grenze zwischen *Littorina*- und *Limnaea*-Meer bringt das oben beschriebene Material von der Insel Vormsi neue Stützpunkte. Wie das subfossile Material von Vormsi zeigt, haben sowohl *Littorina*- als auch *Rissoa*-Arten in diesem Teil der Ostsee bis zur letzten ehemaligen Strandfläche gelebt und sind vor dieser Strandfläche mehr oder weniger gleichzeitig verschwunden¹⁾. Die Fauna der oberen Strandflächen (E—C) weichen von der von H. MUNTHE beschriebenen Molluskenfauna der salinsten Phase des *Littorina*-Meeres von der Insel Gotland nur durch das Fehlen von *Scrobicularia* und das Vorkommen von *Radix ovata* ab, was auf verringerten Salzgehalt des Meeres hindeutet. Nach stratigraphischen

¹⁾ H. Munthe behauptet nach dem Material von der Insel Gotland der Rückzug der Meeresarten infolge Versüßung des Meerwassers sei während der Endstadien des *Littorina*-Meeres in nachstehende Reihenfolge vor sich gegangen (S. 195): *Scrobicularia*, die *Rissoa*-Arten und zuletzt die *Littorina*-Arten.

Grundlagen können wir diese Strandflächen mit ihrer kennzeichnenden *Litorina*- und *Rissoa*-Fauna noch zum *Litorina*-Meer rechnen. Mit der Verminderung des Salzgehaltes zogen sich die *Litorina*- und *Rissoa*-Arten in der Zeit zwischen der Strandflächen C und B zurück, und die brackwässerigen Süßwasserschnecken beginnen in das Meer einzudringen (*Limnaea stagnalis* u. a.). Nach dieser faunistischen Verschiedenheit können wir die *Litorina*-*Limnaea*-Grenze zwischen den Strandflächen C und B ziehen. Dabei trägt das *Limnaea*-Meer seinen Namen nicht nach *Limnaea* (= *Radix*) *ovata*, sondern nach der kennzeichnenden *Limnaea stagnalis*.

Die vom Verfasser bestimmte *Litorina*-*Limnaea*-Grenze auf der Insel Vormsi entspricht der von H. MUNTHE dargestellten Grenze zwischen *Litorina*- und *Limnaea*-Meer auf der Insel Gotland (vergleiche die entsprechenden Angaben über Subfossilienfundorte bei MUNTHE 1910, S. 132—133). Nach der Hebung des Landes kam die Bildung der Strandfläche B am frühesten um 1 000 n. Zw. vollendet sein. Die Grenze zwischen *Litorina*- und *Limnaea*-Meer kann damit in die Zeit von etwa 300 bis 700 n. Zw. fallen. Die früheren Forscher (H. MUNTHE 1925, T. NILSSON 1935, P. W. THOMSON 1939 (nach T. NILSSON), O. KALELA 1942 (nach F. FIRBAS 1939) u. a.) haben die Grenze zu weit in die Vergangenheit verlegt (2 500 J. v. Zw. bei MUNTHE und FIRBAS, 2 000 v. Zw. bei NILSSON).

Im gegenwärtigen Stadium der Ostsee sind infolge der Verminderung des Salzgehaltes neue Süßwassermollusken in die Ostsee eingedrungen und hat die Meeresacephale *Mya arenaria* ihr Verbreitungsareal schnell vergrößert. Diese Zeit als eine selbständige Periode, das *Mya*-Meer (wie H. MUNTHE 1910, 1925, T. NILSSON 1935 u. a.), zu behandeln, ist auf faunistisch-stratigraphischen Grundlagen nicht genügend motiviert. Auch in seiner späteren Publikation (1931) nennt MUNTHE das *Mya*-Meer nicht mehr. Nach faunistischen Angaben können wir die gegenwärtige Ostsee als eine Strandfläche des *Limnaea*-Meeres betrachten.

LITERATUR.

- HYYPÄ, E. 1937. Post-Glacial Changes of Shore-Line in South Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 120. Helsinki.
- KALELA, O. 1942. Die Ausbreitung der kulturbedingten Vogelfauna als Glied der spätquartären Faunengeschichte Europas. *Ornis Fennica* 19, 1. Helsinki.
- KENTS, P. 1939. Eesti postglatsiaalsete Läänemere rannajoonte relatsioonidiagramm (Das Relationsdiagramm der estnischen postglazialen Strandflächen der Ostsee. Estnisch). Manuskript in den Materialien der Geologischen Abt. d. Instituts f. Industrielle Forschung (ehemaliges Geologisches Komitee) in Tallinn.
- LAASI, A. 1940. Ormsös landskapsbild. *Svio-Estonica*. Tartu.
- LINDSTRÖM, G. 1886. Om postglaciala sänkningar af Gotland. *Geologiska Fören. Förhandlingar* 8. Stockholm.
- MUNTHE, H. 1910. Studier öfver Gottlands senkvartära historia. *Sv. Geol. Unders. Ser. Ca.* 4. Stockholm.
- , HEDE, J. E., und v. Post, L. 1925. Gotlands geologi. *Sv. Geol. Unders. Ser. C.* 331. Stockholm.
- 1931. Litorinahavet, Clypeushavet och Limnaeahavet. *Geol. För. Förhandl.* 53. Stockholm.
- NILSSON, T. 1935. Die pollenanalytische Zonengliederung der spät- und postglazialen Bildungen Schonens. *Geol. Fören. Förh.* 57. Stockholm.
- SAURAMO, M. 1929. Zur Kenntnis der Geologie von Worms und Nuckö. Bull. Comm. géol. Finlande 87. Helsinki.
- THOMSON, P. W. 1939. Tabellarische Übersicht über das Alluvium Estlands. Beiträge z. Kunde Estlands, *Natwiss. Reihe* 1. Tallinn.
-

ÜBERSICHT DER STRATIGRAPHIE DER LYCKHOLM- -KOMPLEXSTUFE.

V. JAANUSSON.

In seinem grossartigen, die Stratigraphie der silurischen Schichten Estlands erschöpfenden Werk von 1858, hat der Grossmeister der estnischen Geologie FR. SCHMIDT einen Teil des obersten Untersilurs von Estland unter dem Namen *Lyckholmsche Schicht* zusammengefasst. Das war eine Schicht, die »zum Theil den Gesteinscharakter der Wesenberg'schen Schicht bei behält, zum Theil aus gelblich oder bläulich grauen mergeligen Gesteinen besteht.« (S. 52). In seinem zweiten grundlegenden Werk, in der Einleitung zur ersten Abteilung seiner »Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten« (1881), hat FR. SCHMIDT (S. 37) die Stufe eingehender charakterisiert, ihr in seinem System das Zeichen F_1 gegeben und die wichtigsten Vertreter der Fauna genannt. »Oft lassen sich zwei Gesteinsarten nebeneinander beobachten: ein weisser, dichter kieselreicher Kalk, ähnlich dem Wesenberger, mit wenig Korallen und ein grauer mergeliger Kalk, der stellenweise voller Korallen ist. Der erstere scheint unten zu liegen«. Von 1898 an bezeichnet FR. SCHMIDT den unteren Teil der Stufe als F_{1a} und oberen als F_{1b} . Diese von FR. SCHMIDT veröffentlichten geringen zusammenfassenden Angaben blieben auf längere Zeit die einzigen Quellen, nach denen man die Folgerungen über Stratigraphie und Korrelation der Lyckholm-Stufe gemacht hat.

Die späteren Untersuchungen haben wenig zur Kenntnis der Lyckholm-Komplexstufe hinzugefügt. Die Beobachtungen von FR. SCHMIDT über Stratigraphie der Stufe haben sich zuletzt aber immer als richtig erwiesen, obwohl man manchmal nach eigenen geringeren Feldarbeiten auf abweichende Interpretierungen über Schichtenfolge oder ihre faunistische Zusammenhänge gekommen ist (z. B. TWENHOFEL 1916, ÖPIK 1930, S. 13, 1937). Einige neue Momente in die Stratigraphie der Stufe hat doch W. H. TWENHOFEL (1916) hinzugefügt. Er fand nämlich, dass in den obersten blaugrauen Kalksteinen der Lyckholm-Stufe der obere Teil mit *Maclurea* sich von dem unteren Teil unterscheidet. Vergeblich suchte aber TWENHOFEL nach gemeinsamen Zügen zwischen eigenen Beobachtungen und der Gliederung FR. SCHMIDT's, die er behauptete gefunden zu haben. Die Schichten der eigentlichen F_{1a} hat er scheinbar nicht gesehen oder hat sie

z. T. unter Rakvere- (Wesenberg-)Stufe geordnet (z. B. in der Umgebung von Tapa (Taps)).¹⁾ Einige Forscher haben später die Zweiteilung der Lyckholm-Stufe nach TWENHOFEL übernommen (H. BEKKER 1923 u. a., C. TEICHERT 1930, S. 225).

In der ausländischen Literatur war die Lyckholm-Stufe in den letzten Jahrzehnten wohl die am meisten behandelte oder genannte Stufe des estnischen Untergrundes. In das Gebiet der Stufe fällt nämlich die Grenze zwischen Ordovizium und Gotlandium (Silur), das schon seit Anfang dieses Jahrhunderts durch neue Standpunkte von E. O. ULRICH eine reiche Polemik verursacht hat. Im Zusammenhang mit dem Grenzproblem wurde die Lyckholm-Stufe von BASSLER (1911), ULRICH (1930 u. früher) und TROEDSSON (1929, 1933) behandelt. Dazu hat noch die Frage über die Lückenhaltigkeit der Lyckholm-Stufe hinzugekommen, die die behauptete geringe Mächtigkeit der Stufe erklären musste. Es entstanden verschiedene Spekulationen über die Lage und Grösse der Lücke innerhalb oder an den äusseren Grenzen der Stufe. BASSLER (1911), BORN (1913), TWENHOFEL (1916), ULRICH (1930), TROEDSSON (1929 u. a.) und TEICHERT (1930) haben verschiedene Meinungen über die Lucke aufgerichtet, die sich in den Hauptzügen auf die stratigraphischen Kenntnis der Stufe durch FR. SCHMIDT (oder geändert durch TWENHOFEL) stützten. Das alles sind rein theoretische Spekulationen, die mit der gegenwärtig bekannten Stratigraphie der Komplexstufe wenig im Einklang stehen.

Erst in den letzten Jahren begann die Kenntnis der Lyckholm-Stufe (estnisch *Saaremõisa lade*) durch die Forschungen von estnischen Geologen grosse Fortschritte zu machen. Prof. Dr. A. ÖPIK war der erste, der die Stufe in seiner ganzen Mächtigkeit kennengelernt hat. Nach verschiedenen Tiefbohrungen in Estland hat Prof. A. ÖPIK gefunden, dass Lyckholm-Stufe von drei petrographisch verschiedenen Gesteinsgruppen gebildet ist, u n t e n auf dichtem mikrokristallinischem Rakvere-Kalkstein liegen blaugraue mergelige Kalksteine, i n d e r M i t t e sind mikrokristallinische dichte Kalksteine, wie in der Rakvere-Schichten, mit dolomitischen Zwischenlagen, u n d o b e n wieder blaugraue mergelige Kalksteine in grosser Mächtigkeit. Zur Gesamtmächtigkeit der Lyckholm-Stufe hat Prof. ÖPIK insgesamt 88 m gefunden. (Nach einer mündlichen Mitteilung).

Der Verfasser begann mit seinen Forschungen in der Lyckholm-Stufe im Jahre 1939. Es gelang ihm mit Unterstützung seiner Mitarbeiter ein Material aus ganz Estland zu sammeln, das eine stratigraphische Feingliederung der Stufe aufzurichten ermöglichte.

In der Gegenwart bieten die Forschungen im Gebiet der Lyckholm-Stufe viel mehr Schwierigkeiten, als es in der Zeit FR. SCHMIDT's der Fall war.

¹⁾ Die stratigraphische Stellung des Steinbruches von Niby nach TWENHOFEL (S. 307) ist unrichtig, weil hier charakterisierende Schichten der Lyckholm-Stufe nicht aber der Porkuni- (Borkholm-)Stufe anstehen.

Die meisten grossen und bekannten Aufschlüsse (z. B. die Steinbrüche von Lyckholm, Piirsalu (»Piersal»), Oru (»Orrenhof») u. a.) sind schon längst zugewachsen und zum Sammeln von einem grösseren paläontologischen Material unbrauchbar. Nur einige kleinere Aufschlüsse sind nach der Zeit FR. SCHMIDT's hinzugekommen. Von einigen stratigraphischen Horizonten ist es sehr schwer ein genügendes paläontologisches Material zu bekommen.

Nach den Forschungen des Verfassers hat es sich erwiesen, dass die Lyckholm-Stufe ein Komplex von drei grösseren stratigraphisch-faunistischen Einheiten ist. Diese grösseren Einheiten, die Stufen (= *étage, stage*, Stufe, *lade* nach der Nennung von H. BEKKER (1923 u. a.), Schicht von FR. SCHMIDT, *formation* von RAYMOND und TWENHOFEL), kann man in kleinere durch Sedimentationlücken scharf getrennte Abteilungen, Zonen, teilen. Eine Übersicht und Vergleichung mit den Deutungen von früheren Forschern bietet die folgende Tabelle.

Fr. Schmidt 1881	W. H. Twenhofel 1916	V. Jaanusson 1943	
F ₂	F ₂	F ₂	Porkuni-Stufe
F _{1b}	F _{1b}	F _{Ic}	Pirgu-Stufe
	F _{1a}		Piirsalu-Zone
			Lohu-Zone
F _{1a}	F _{1a}	F _{Ib}	Vormsi-Stufe
			Nömküla-Zone
			Körgessaare-Zone
		F _{Ia}	Saunja-Stufe
			Saunja-Schichten
<i>Stratum incognitum</i>			Paekna-Schichten
		E _I	Rakvere-Stufe
E	E		

F_{Ia} DIE SAUNJA-STUFE.

Die unteren blaugrauen mergeligen Kalksteine der Lyckholm-Komplex-Stufe von A. ÖPIK zeigen in ihren seltenen Aufschlüssen eine Fauna, die sich der Fauna der Rakvere-Schichten nähert. Es scheint, dass man diese bisher unbekanntenen Schichten vorläufig noch unter Rakvere-Stufe ordnen kann.

Auf den genannten blaugrauen Kalksteinen liegen meistens dichte gelblichbraune mikrokristallinische Kalksteine, die das Aussehen des Gesteins

der Rakvere-Schichten der Rakvere-Stufe (= Wesenberger Schicht von FR. SCHMIDT) haben. Faunistisch charakterisiert die Saunja-Stufe das häufige Auftreten von *Isotelus* und Vertretern der oberordovizischen Grundfauna.

Paekna-Schichten. Saunja-Stufe ist von den liegenden Schichten durch eine starke Diskontinuitätsfläche getrennt. Zwischen der genannten und der nächsten starken Diskontinuitätsfläche in einem Zwischenraum von 7—10 cm kommt in Paekna (nördlich von Kohila («Koil»)) eine verrieselte reiche Fauna vor. Diese Schicht ist ein Fragment von einer grösseren stratigraphischen Einheit. Nach der Fauna scheint es wahrscheinlich zu sein, dass man diese Schicht als einen Teil von Saunja-Stufe betrachten kann. Es kommen vor: *Isotelus platyrhachis* (St.) *ssp.*, *Chasmops wesenbergensis* Schm. *ssp.*, *Sowerbyella cf. praecedens* (Holtedahl), *Vellamo verneuili* (Eichw.) *ssp.* u. a.

Saunja-Schichten. Auf der oberen starken Diskontinuitätsfläche von Paekna liegen nun die bekannten dichten Kalksteine der Lyckholm-Komplexstufe, die FR. SCHMIDT als F_{1a} bezeichnet hat.

Den mittleren Teil der Saunja-Schichten hat schon E. EICHWALD (1854, S. 31) als »Dolomitkalk von Kirna« genannt. Diese Schichten entsprechen vollständig zur F_{1a} FR. SCHMIDT's. A. ÖPIK (1937, S. 6) hat diesen Schichten eine Nennung *Saunja-Schichten* vorgeschlagen (Saunja ist der richtige Name für Steinbruch von »Kirna«).

Petrographisch sind Saunja-Schichten in Hauptzügen in drei Teile zu teilen: zwischen unteren und oberen dichten mikrokristallinen Kalksteinen liegen mächtige Dolomitkalksteine. Die Fauna der Saunja-Schichten ist schon längst bekannt aus den grossen Steinbrüchen von Saunja («Kirna»), Odulema («Oddalem»), Uuemõisa («Neuenhof bei Kosch») u. a. Am häufigsten kommen die Vertreter der estnischen oberordovizischen Grundfauna vor. Die sind Ahnenreihen, die als kleinere Formen grösstenteils schon von den liegenden Stufen bekannt sind und durch hangende Schichten gehen. In diese Fauna gehören: *Subulites enormis* Kok., *Subulites gigas* (Eichw.), *Hormotoma rudis* (Kok.), *Illaenus roemeri* Volb., *Porambonites gigas* Schm., *Vellamo verneuili* (Eichw.) u. a., z. T. auch *Amphilichas lineatus* (Ang.) und *Illaenus angustifrons* Holm. Bisher nur von Saunja-Schichten sind gefunden: *Tretaspis seticornis* (His.), *Illaenus mascei* Holm und *Ischyryna schmidti* Teich. *Isotelus platyrhachis* (St.) kommt häufig vor. Die Korallenfauna ist recht arm.

Die dichten Kalksteine von Saunja-Stufe sind von mergeligen Kalksteinen der Vormsi-Stufe durch viele Diskontinuitätsflächen getrennt.

F_{1b} DIE VORMSI-STUFE.

Auf den dichten Kalksteinen der Saunja-Stufe liegen blaugraue mergelige Kalksteine gewöhnlich mit einer reichen Fauna. Das sind Schichten,

die man am besten von der ganzen Lyckholm-Komplexstufe gekannt hat. Neben den alten von Saunja-Stufe bekannten Elementen sind in der Vormsi-Stufe zahlreiche neue Elemente eingewandert, besonders Korallen, cyrtochoanite Cephalopoden, Brachiopoden u. a.

Die Kõrgessaare-Zone. Die untere Zone der Vormsi-Stufe bildet sozusagen die Lyckholm-Stufe *sensu stricto*. Hierher gehören die berühmte Steinbrüche von *Lyckholm* (Saaremõisa), Kõrgessaare («Hohenholm»), Kohila («Koil») u. a. fossilreiche Lokalitäten, deren Fossilien den grössten Teil von den Fossilisten der Fauna der Lyckholm-Stufe bilden. Hier treten die grössten Formen der Ahnenreihen der oberordovizischen Grundfauna auf (s. unter Saunja-Stufe). Als eingewanderte Elemente erscheinen: «*Orthis*» *lyckholmiensis* Wys., *Dinorthis* (*Plaesiomys*) *solaris* (Buch), *Nicolella oswaldi* (Buch), *Rafinesquina semipartita* (Roem.), *Protophragmoceras sphynx* (Schm.), von Korallen *Heliolites parvistella* Roem. *Propora*, *Acantholithus* u. a.

Von der hangenden Nõmküla-Zone ist Kõrgessaare-Zone durch eine starke Diskontinuitätsfläche getrennt.

Die Nõmküla-Zone. Die härteren Kalksteine von Nõmküla-Zone sind fossilärmer als die mergelige Schichten der Kõrgessaare-Zone. Wegen Mangel an Aufschlüssen und relativ seltenen Fossilien ist die Fauna der Nõmküla-Zone noch nicht genügend bekannt. Ein grosser Teil von der Fauna der Kõrgessaare-Zone ist auch in den seltenen Aufschlüssen der Nõmküla-Zone gefunden worden. Erstmals erscheinen in der Nõmküla-Zone viele neue Elemente der Fauna, wie *Syringophyllum n. sp. aff. organum* (L.), *Scutellum laticauda* (Wahl.), *Harpes costatus* Ang., grosse Tetrakorallen (*Kiaerophyllum*, *Grewingkia*) u. a.

Der Kontakt mit den hangenden Schichten ist anstehend noch nicht bekannt.

F_{1c} DIE PIRGU-STUFE.

In den höchsten mächtigen Schichten der blaugrauen Kalksteinen der Lyckholm-Komplexstufe macht die Einwanderung der neuen Fauna weitere Fortschritte. Die oberordovizische Grundfauna spielt immer kleinere Rolle in den gebildeten Tafozönosen. Auch ein grosser Teil von den in der Vormsi-Stufe eingewanderten Elementen ist durch die neue korallenreiche Fauna herausgetrieben worden. Die einwandernde Fauna ist gekennzeichnet durch immer wachsenden Anteil der Korallen, die am Beginn der Stufe auch die ersten echten Korallenriffe im estnischen Gebiet bilden. Von der anderen Seite fügen sich viele neue Formen von cyrtochaniten (Cephalopoden, Brachiopoden, Bryozoen u. a. hinzu. Besonders charakterisieren die Pirgu-Stufe *Plectatrypa* und *Proheliolites dubius* (Schm.). In den Hauptzügen entspricht die Pirgu-Stufe den höheren Schichten der Lyckholm-Stufe von TWENHOFEL (1916).

Die Niby-Zone. Die untere Zone der Pirgu-Stufe hat noch mehrere gemeinsame Züge mit der Fauna der Vormsi-Stufe, besonders in dem unteren Teil der Zone. Erstmals erscheinen *Plectatrypa*, *Proheliolites dubius* (Schm.), *Rafinesquina pseudoalternata* (Schm.), *Discoceras antiquissimum* (Eichw.) ssp. nov., *Bilobites n. sp.* u. a., die durch die ganze Pirgu-Stufe gehen. In der Niby-Zone befinden sich auch die ersten Korallenriffe des estnischen Untergrundes: Huitberg auf der Insel Vormsi und der Korallenriffkalkstein von Niby. Früher hat man diese Riffkalksteine unter Porkuni («Borkholm») Stufe gestellt. (FR. SCHMIDT 1858 u. a., M. SAURAMO 1929, A. ÖPIK 1937 u. a.).

Der Kontakt der Niby-Zone mit der hangenden Lohu-Zone ist eine starke Diskontinuitätsfläche, die einer grösseren Sedimentationslücke entspricht.

Die Lohu-Zone. Auf den fossilreichen mergeligen Kalksteinen der Niby-Zone liegen die fossilarmen härteren Schichten der Lohu-Zone. Wie in der Nõmküla-Zone, befinden sich in der Lohu-Zone nur seltene kleine Aufschlüsse, die bei der relativen Seltenheit der Fauna nur wenige Fossilien geliefert haben. Der grösste Teil von der Fauna, die in der Vormsi-Stufe eingewandert war, scheint in der Lohu-Zone schon zu fehlen. Am häufigsten kann man Korallen, wie *Syringophyllum*, *Propora*, *Halysites*, *Proheliolites* u. a. finden, zu denen als ein neues Element *Favosites* hinzugekommen ist. Die oberordovizische Grundfauna scheint schon als eine Reliktfauna zu existieren.

Der Kontakt mit der Piirsalu-Zone ist noch unbekannt.

Die Piirsalu-Zone. Die unteren Schichten der Piirsalu-Zone (Hosholm-Schichten) zeigen uns eine Fauna, wo die in der Vormsi-Stufe eingewanderten Elemente grösstenteils fehlen und die von Nõmküla- bis Lohu-Zone eingewanderte Fauna dominiert. Als neue eingewanderte Elemente, die in der Piirsalu-Zone nach bisherigen Kenntnissen erstmalig erscheinen, sind *Maclurites*, *Fenestella* und *Trochiscolithus* zu nennen. In den höchsten Schichten fügen diesen noch *Doleroides*, *Rhynchotreta*, *Hindella umbonata* (Bill.) u. a. hinzu. Nach dem häufigen Auftreten von *Maclurites neritoides* (Eichw.) kann man die Piirsalu-Zone als *Maclurites*-Schichten der Pirgu-Stufe bezeichnen.

Die gegenwärtigen Aufschlüsse der Lyckholm-Komplexstufe und von diesen bisher gesammelte Material lassen noch nicht den Anteil der einzigen Migrationen der Fauna genauer bestimmen. Deshalb ist es auch möglich, dass einige genannte seltenere Elemente schon in den liegenden Schichten erstmalig erscheinen, bisher aber noch nicht gefunden sind.

Die in der Pirgu-Stufe eingewanderte neue Fauna ist zum grossen Teil in der hangenden Porkuni-Stufe vom estnischen Gebiet ausgewandert. Nur einige Korallen und andere Elemente setzen sich noch fort. Diese ausgewanderten Elemente sind durch andere neue Formen ersetzt worden.

Zur besseren Orientierung gebe ich hier eine Übersicht vom erstmaligen Erscheinen einiger wichtigsten Gattungen in das estnische Gebiet nach bisherigen Material.

Gattung	F _{1a}	F _{1bα}	F _{1bβ}	F _{1cα}	F _{1cβ}	F _{1cγ}
<i>Propora</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Acantholithus</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Syringophyllum</i>	—	—	+	+	+	+
<i>Plectatrypa</i>	—	—	—	+	+	+
<i>Prohelolites</i>	—	—	—	+	+	+
<i>Favosites</i>	—	—	—	—	+	+
<i>Machurites</i>	—	—	—	—	—	+

DIE ORDOVIZIUM-GOTLANDIUMGRENZE IN ESTLAND.

In der ersten stratigraphischen Gliederung des estnischen Silurs hat FR. SCHMIDT 1858 die Grenze des unteren und oberen Silurs zwischen Borkholm- (Porkuni-) und Jörden- (Juuru-)Stufen gestellt. Dieser Standpunkt von FR. SCHMIDT ist lange Zeit unveränderlich geblieben.

Ins neue Licht ist das Problem der Ordovizium-Gotlandiumgrenze durch Forschungen und theoretische Standpunkte von E. O. ULRICH gestellt. In Estland wurde nach verschiedenen Korrelationen mit dem nordamerikanischen Gebiet die Ordovizium-Gotlandiumgrenze unter der Lyckholm-Stufe (ULRICH 1930 u. früher) oder zwischen F_{1a} und F_{1b} FR. SCHMIDT's (BASSLER 1911) gestellt.

In Schweden ist das Grenzproblem von G. TROEDSSON nach eigenen Untersuchungen in Skåne und Västergötland behandelt worden. Er stützte sich auf die Transgression des Meeres im Beginn der *Dalmanites*-Stufe (richtiger *Dalmanitina*-Stufe) in Schweden, die auch Migrationen der Fauna verursacht hat, und stellte die Ordovizium-Gotlandiumgrenze unterhalb die *Dalmanitina*-Schichten. Nach seinen Untersuchungen in Dalecarlia hat P. THORSLUND (1935) weitere Stützpunkte für TROEDSSON's Annahme gefunden. Nach schwedischen Geologen gehören die Schichten mit »*Meristella*» *crassa* (Sow.) (wahrscheinlich eine *Hindella*) und reicher Korallenfauna ins basale Gotlandium. In Norwegen gehört damit 5 b und wahrscheinlich auch der obere Teil von 5 a (L. STÖRMER 1934, S. 24) ins Gotlandium. In Estland behauptete TROEDSSON (1929) zuerst die Grenze unter der Lyckholm-Stufe zu finden, in einer späteren Publikation (1933) hielt er zum wahrscheinlichsten die Grenze innerhalb der Lyckholm-Stufe zu suchen. A. ÖPIK (1937, S. 21) stellte die Ordovizium-Gotlandiumgrenze zwischen Porkuni- und Saaremõisa (= Lyckholm)-Stufen.

Auf Grund der vorausgehenden stratigraphischen Kenntnis der Lyckholm-Komplexstufe scheint es klar zu sein, dass die grosse Lücke, die

Fr. Schmidt 1858, 1881 u. a.	R. S. Bassler 1911	G. Troedsson 1929 E. O. Ulrich 1930 u. a.	G. Troedsson 1933	A. Öpik 1937	V. Jaanusson 1943
G ₁	G ₁			G ₁	G ₁
F ₂	F ₂	F ₂	F ₂	F ₂	F ₂
F _{1b}	F _{1b}	F ₁	F ₁	F _{1b}	F _{1c}
F _{1a}	F _{1a}		F ₁	F _{1a}	F _{1b}
<i>Stratum incognitum</i>					F _{1a}
E	E	E	E	E	E _I

man schon jahrzehntenlang vergeblich gesucht hat, in solcher Form, als man es behauptet hat, nicht existiert (z. schon A. ÖPIK 1930, S. 19). Es treten aber viele subaquatische Sedimentationslücken auf, die in Form von sogenannten Diskontinuitätsflächen zu beobachten sind, analogisch, wie es nach grossartigen Untersuchungen von Dr. K. ORVIKU (1940 u. früher) von der estnischen Glinregion bekannt war. Das Grenzproblem zwischen Ordovizium und Gotlandium ist im estnischen Gebiet in erster Linie eine paläontologisch-faunistische Frage.

Eine grosse Migration der Fauna hat im estnischen Gebiet am Anfang der Pirgu-Stufe (oder schon in Nõmküla-Zone) begonnen. Diese eingewanderte Fauna ist besonders durch das Auftreten vieler neuen Korallen gekennzeichnet. Nach bisherigen Korrelationen ist es wahrscheinlich, dass diese Migration von der Transgression am Beginn der *Dalmanitina*-Stufe verursacht war. Von dieser Zeit an beginnt die vorher herrschende oberordovizische Grundfauna zurückzutreten. Nach diesen Tatsachen können wir die Pirgu-Stufe schon ins Gotlandium (Silur) rechnen und die Ordovizium-Gotlandiumgrenze vorläufig zwischen Vormsi und Pirgu-Stufen ziehen.

LITERATUR.

- BASSLER, R. S. 1911. The early Palaeozoic Bryozoa of the Baltic Provinces. Bull. U. S. Nat. Mus. 77. Washington.
- BEKKER, H. 1923. Ajaloolise geoloogia õpperaamat (Das Lehrbuch der historischen Geologie). Estnisch. Tartu.
- BORN, A. 1913. Über neue Gliederungsversuche im estländischen höheren Untersilur. Centralbl. f. Min. etc. 22.
- EICHWALD, E., 1854. Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland. Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou. 27.
- ÕPIK, A. und LAASI, A. 1937 Die Geologie von Läänemaa. Publ. Inst. Geol. Tartu. 51.
- 1930. Brachiopoda Protremata etc. Acta et Comment. Univ. Tartuensis XVII. Publ. Inst. Geol. Tartu 20.
- ORVIKU, K. 1940. Lithologie der Tallinna-Serie I. Acta et Comm. Univ. Tartuensis AXXXVI, Publ. Inst. Geol. Tartu 58.
- SAURAMO, M. 1929. Zur Kenntnis der Geologie von Worms und Nuckö. Bull. Comm. geol. Finlande 87. Helsinki.
- SCHMIDT, FR. 1858. Untersuchungen über die silurische Formation von Estland etc. Archiv f. Naturk. I Serie 2. Dorpat (Tartu).
- 1881. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten I. Mem. de l'Acad. Imp. Sc. St. Petersburg VII, 30.
- 1898. Rev. d. ostb. silurischen Trilobiten V—1.
- STÖRMER, L. 1934. Cambro-Silurian Zones of the Oslo Region. Proc. Geol. Assoc. 45. London.
- TEICHERT, C. 1930. Biostratigraphie der Poramboniten. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. 63.
- THORSLUND, P. 1935. Über den Brachiopodenschiefer und den jüngeren Riffkalk in Dalarne. Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsaliensis Ser. 4, 9, 9.
- TROEDSSON, G. 1929. On the middle and upper Ordovician Faunas of nother Greenland II. Meddel. om Grönland. Köbenhavn.
- 1933. The Ordovician Silurian Boundary in Europe, mainly in the Scandinavian-Baltic Region. Report XVI Internat. Geol. Congr., Washington.
- TWENHOFEL, W. H. 1916. The Silurian and high Ordovician Strata of Estonia etc. Bull. Mus. Comp. Zool., Cambridge, Mass.
- ULRICH, E. O. 1930. Ordovician Trilobites of the Family Telephidae and concerned stratigraphic Correlations. Smith. Inst., Washington.

DIE ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DES SEES VIELJÄRVI IN OSTKARELIEN UND DIE KLIMASCHWANKUNG IM LICHT DER FOSSILEN DIATOMEENFUNDE AUS DEN SEESSEDIMENTEN.

KARL MÖLDER.

VORWORT.

Die vorliegende Arbeit gehört zu der Untersuchungsreihe, die auf der geologischen Untersuchungsreise im Sommer 1943 nach Ostkarelien durchgeführt wurde (Hyypä 1943, Mölder 1944). Zu den Aufgaben der quartärgeologischen Untersuchungen gehörte auch die Untersuchung der Entwicklungsgeschichten der Seen in Ostkarelien. Für diesen Zweck wurde aus dem See Vieljärvi gegenüber dem Dorf Vieljärvi ein Vertikalprofil aus den Seesedimenten erbohrt. An der Erbohrungsstelle war die Bucht schon beinahe zugewachsen und von dem See abgeschnürt.

In der vorliegenden Untersuchung wird zum erstenmal die Entwicklungsgeschichte eines Sees in Finnland und ebenso in Ostkarelien behandelt. Auch wird versucht, auf Grund der fossilen Diatomeenfunde die Klimaschwankung feststellen während jener Zeit, als die Seesedimente sich abgesetzt haben. In meinen Aufsätzen »Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen« und »Die Klimaschwankung im Lichte der fossilen Diatomeenfunde in Südfinnland« habe ich schon gezeigt, dass man auf Grund der fossilen Diatomeenfunde die Klimaschwankungen von der Eiszeit bis zur Gegenwart recht gut feststellen kann. Da aber diese beide Untersuchungen Kuusamo und Helsinki betreffen und derartige Arbeiten über Ost-Karelien fehlen, habe ich ein Vertikalprofil aus dem See Vieljärvi untersucht, wo nur Süßwasserdiatomeen vorkommen.

An dieser Stelle möchte ich dem Leiter der quartärgeologischen Expedition Dr. phil. E. Hyypä im Sommer 1943 nach Ostkarelien, und ihrem Mitglied Mag. phil. V. Okko meinen besten Dank für die auf der Untersuchungsreise erwiesene Hilfe zum Ausdruck bringen.

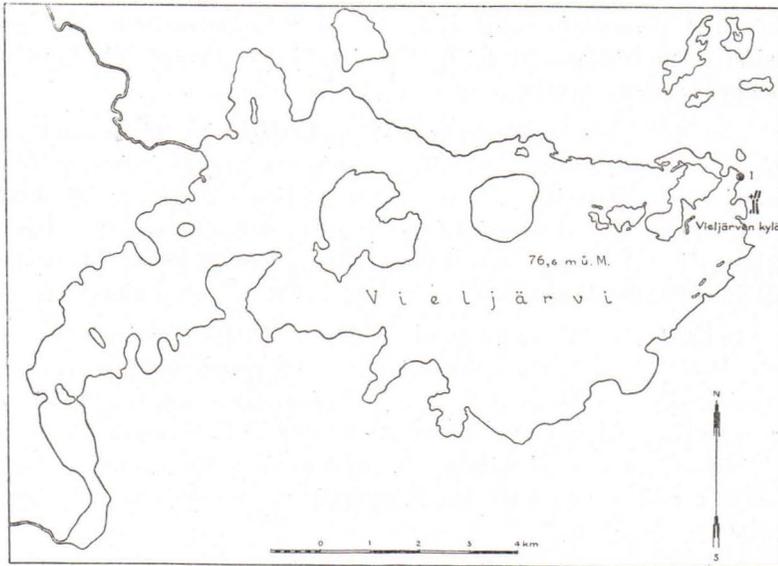
Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNIS.

1. Der See Vieljärvi und die rezenten Diatomeen	103
2. Vertikalprofil aus den Seesedimenten	108
A. Plankton-, Benthos- und Aufsitzende Diatomeen	108
B. Das Vorkommen der einzelnen Diatomeenarten	110
C. Wie verändern sich die Diatomeenfloren in den Sedimenten	117
3. Litorina- und ancyluszeitliche Sedimente	140
4. Die Klimaschwankungen im Lichte der fossilen Diatomeenfunde	142
5. Zusammenfassung	143
6. Literaturverzeichnis	145

1. DER SEE VIELJÄRVI UND DIE REZENTEN DIATOMEEN.]

Der See Vieljärvi liegt in Ostkarelien auf der Ladoga- und Onega-Landenge, an der westlichen Seite der Wasserscheide. Der See ist von Ost bis West 14 km 200 m lang und von Nord bis Süd 6 km 350 m breit. Die grösste Länge beträgt 15 km 100 m und die grösste Breite 6 km 450 m. Der Wasserspiegel liegt 76.6 m ü. M., und der See umfasst insgesamt 14 grössere und kleinere Inseln (Karte 1).



Karte 1. Der See Vieljärvi.

Der See liegt in Moränenlandschaft, und an den Seeufern treten die Moränen überall hervor. Nur an diesen Stellen, wo kleinere Buchten vorhanden sind, kann man ein Zuwachsen der Buchten sehen. An anderen Uferteilen wachsen höhere Wasserpflanzen recht mangelhaft, und man sieht nur einzelne *Phragmites communis*-Bestände. Im Juli 1943 war im Wasser keine Wasserblüte festzustellen, und die Durchsichtigkeit des Wassers betrug am 15 Juli 1943 um 14 Uhr in der Sonnenschein 1.3 bis

1.7 m. Die Planktonproduktion war gering, und pH belief sich an demselben Tage gegenüber dem Dorf Vieljärvi auf 5.6 und 1 km westwärts dieser Stelle auf 5.8.

Die rezenten Diatomeenproben wurden nur am Ufer von Steinen, Pfählen, und Wasserpflanzen entnommen, während die Planktonformen unerforscht blieben, denn in den Sedimenten kommen die Planktonformen so mangelhaft vor, dass sie keine Bedeutung in der Diatomeenflora haben (Tab. 1). An ersterer Stelle mit dem Individuenreichtum ist *Fragilaria pinnata* anzutreffen, die 15.2 % von allen dort vorkommenden Diatomeen ausmacht. Diese Prozentzahlen sind für die Diatomeen so erhalten worden, dass man aus dem Präparat 500 Individuen in ähnlicher Weise bestimmt hat, wie in der Quartärgeologie die Baumpollen gezählt worden sind. Bei oberflächlicher Betrachtung der in dem Präparat vorkommenden Diatomeen war nicht zu sehen, dass gerade *Fragilaria pinnata* so reichlich vertreten ist. An zweiter Stelle steht mit 12.4 % *Melosira ambigua*, die gewöhnlich pelagisch in den Seen verbreitet ist. Ihr folgen mit 4.6 % *Melosira granulata* und *Fragilaria construens*, die auch beide in den Seen gemeine Arten sind. Alle übrigen Arten finden sich in den Proben viel seltener als die obengenannten Arten.

Von den Melosiren wachsen rezent noch *Melosira distans* mit 1.2 %, *M. distans* v. *lirata* mit 0.4 %, *M. granulata* v. *angustissima* mit 1.6 %, *M. islandica* ssp. *helvetica* mit 0.8 %, *M. italica* mit 0.8 %, *M. italica* v. *valida* mit 0.2 % und *M. varians* mit 0.2 % oder insgesamt 9 Arten und Varietäten, die alle Süßwasserformen sind. Alle Melosiren betragen zusammen 22.2 % aller Diatomeen, die rezent in der Litoralregion vorkommen.

An *Cyclotella*-Arten findet man nur *Cyclotella Kützingiana* und *C. stelligera*, die beide nur 0.2 % ausmachen. An *Stephanodiscus*-Arten sieht man *Stephanodiscus dubius* mit 1.6 %, *S. Hantzschii* mit 0.2 %, *S. astraea* mit 1.4 % und *S. astraea* v. *minutula* mit 0.2 % oder insgesamt nur 3.4 % aller Diatomeen. Von den in dieser Gegend sowie in Finnland sehr seltenen Diatomeen kommen in dem See Vieljärvi *Stephanodiscus subsalsus* mit 1.6 % vor.

Tetracyclus emarginatus mit 0.2 % und *T. lacustris* mit 0.6 % zeigen mit ihrem mangelhaften Vorkommen, dass das Wasser im See Vieljärvi in den Sommermonaten recht warm ist und die Kaltwasserdiatomeen deshalb sehr kleine Individuenzahlen aufweisen.

Von den Tabellarien kommen nur *Tabellaria fenestrata* mit 1 % und *T. flocculosa* mit 1 % vor. Aus diesen Prozentzahlen geht deutlich hervor, dass wir es mit einer Diatomeenflora aus der Litoralregion zu tun haben, wo Planktondiatomeen sehr selten vorhanden sind.

Meridion circulare und die Varietät *constricta* sind mit 0.4 und 0.2 % vertreten. In fließenden Gewässern, wie z. B. in Bächen, tritt diese Dia-

tomee manchmal so individuenreich auf, dass sie allein 70 % aller Diatomeen ausmacht.

Ferner kommen folgende Diatomeen rezent in dem See Vieljärvi vor:

Gattung *Diatoma*.

Diatoma vulgare v. *producta* mit 0.2 %.

Gattung *Opephora*.

Opephora martyi mit 0.2 %.

Gattung *Fragilaria*.

Fragilaria atomus — 0.4 %, *Fr. brevistriata* — 1 %, *Fr. capucina* — 0.2 %, *Fr. capucina* v. *mesolepta* — 0.4 %, *Fr. construens* v. *binodis* — 0.4 %, *Fr. construens* v. *exigua* — 0.4 %, *Fr. intermedia* — 1.2 %, *Fr. lapponica* — 0.4 %, *Fr. pinnata* v. *lancettula* — 0.4 % und *Fr. virescens* — 2.2 %.

Gattung *Synedra*.

Synedra acus — 0.2 %, *S. Magocsyi* — 0.2 %, *S. nana* — 0.2 %, *S. parasitica* — 0.2 %, *S. pulchella* — 0.2 %, *S. rumpens* — 0.2 %, *S. ulna* — 1 % und *S. ulna* v. *amphirhynchus* — 0.2 %.

Gattung *Asterionella*.

Aus dieser Gattung kommt nur *Asterionella formosa* mit 0.2 % in den Proben vor.

Gattung *Eunotia*.

Eunotia exigua — 0.2 %, *E. faba* — 0.4 %, *E. fallax* v. *gracilis* — 0.2 %, *E. formica* — 0.2 %, *E. flexuosa* — 0.2 %, *E. kocheliensis* — 0.2 %, *E. lunaris* — 0.6 %, *E. lunaris* v. *subarcuata* — 0.4 %, *E. pectinalis* v. *minor* — 0.4 %, *E. pectinalis* v. *minor* f. *intermedia* — 0.2 %, *E. pectinalis* v. *ventralis* — 0.2 %, *E. sudetica* — 0.2 % und *E. veneris* — 0.2 %. Trotzdem so viele *Eunotia*-Arten in den Proben vorkommen, machen sie alle zusammen nur 3.6 % aller Diatomeen aus.

Gattung *Cocconeis*.

Cocconeis placentula — 0.6 % und *C. placentula* v. *euglypta* — 0.4 %.

Gattung *Achnanthes*.

Achnanthes exigua — 0.2 %, *A. exigua* v. *heterovalvata* — 0.2 %, *A. lanceolata* — 1.2 %, *A. lanceolata* f. *capitata* — 0.4 %, *A. lanceolata* v. *elliptica* — 0.2 %, *A. lanceolata* v. *rostrata* — 0.8 %, *A. Levanderi* — 0.2 %, *A. linearis* — 0.4 %, *A. linearis* v. *pusilla* — 0.4 %, *A. Lutheri* — 0.2 %, *A. microcephala* — 0.2 %, *A. minutissima* — 0.2 %, *A. Peragalli* — 0.6 %, *A. plönensis* — 0.8 %, *A. subsalsoides* — 0.4 %.

Gattung *Rhoicosphenia*.

Rhoicosphenia curvata — 0.4 %.

Gattung *Frustulia*.

Frustulia rhomboides — 0.2 %.

Gattung *Gyrosigma*.

Gyrosigma attenuatum — 0.4 ‰.

Gattung *Caloneis*.

Caloneis bacillum — 0.2 ‰, *C. Clevei* — 0.2 ‰ und *C. silicula* — 0.2 ‰.

Gattung *Neidium*.

Neidium affine v. *amphirhynchus* — 0.4 ‰, *N. affine* v. *capitata* — 0.2 ‰, *N. bisulcatum* — 0.2 ‰, *N. iridis* f. *vernalis* — 0.2 ‰ und *N. productum* — 0.2 ‰.

Gattung *Stauroneis*.

Stauroneis anceps f. *gracilis* — 0.2 ‰, *S. anceps* — 0.2 ‰, *S. parvula* v. *prominula* — 0.2 ‰, *S. phoenicenteron* — 0.4 ‰ und *S. Smithii* — 0.2 ‰.

Gattung *Navicula*.

Navicula americana — 0.2 ‰, *N. amphibola* — 0.8 ‰, *N. bacilliiformis* — 0.8 ‰, *N. cryptocephala* — 0.4 ‰, *N. dicephala* — 0.2 ‰, *N. gothlandica* — 0.2 ‰, *N. Grimmei* — 0.2 ‰, *N. hungarica* v. *capitata* — 0.4 ‰, *N. pupula* — 0.2 ‰, *N. pupula* v. *capitata* — 0.2 ‰, *N. pupula* v. *rectangularis* — 0.2 ‰, *N. radiosa* — 1.2 ‰, *N. rhynchocephala* — 0.6 ‰, *N. Rotaeana* — 0.2 ‰ und *N. simplex* — 0.2 ‰.

Gattung *Pinnularia*.

Pinnularia appendiculata — 0.2 ‰, *P. borealis* — 0.2 ‰, *P. borealis* v. *brevistriata* — 0.4 ‰, *P. gibba* — 0.2 ‰, *P. gibba* v. *subundulata* — 0.4 ‰, *P. Hyppäei* — 0.2 ‰, *P. interrupta* — 0.2 ‰, *P. maior* — 0.4 ‰, *P. mesolepta* — 0.2 ‰, *P. microstauron* — 0.2 ‰, *P. microstauron* v. *Brébissonii* — 0.2 ‰, *P. microstauron* f. *diminuta* — 0.2 ‰, *P. nodosa* — 0.2 ‰, *P. polyonca* — 0.4 ‰, *P. subcapitata* — 0.4 ‰, *P. subsolaris* — 0.2 ‰, *P. viridis* — 0.2 ‰ und *P. viridis* v. *sudetica* — 0.2 ‰.

Gattung *Amphora*.

Amphora ovalis — 0.8 ‰.

Gattung *Cymbella*.

Cymbella cistula — 0.2 ‰, *C. gracilis* — 0.2 ‰, *C. naviculiiformis* — 0.4 ‰, *C. prostrata* — 0.2 ‰, *C. sinuata* — 0.2 ‰, *C. tumida* — 0.2 ‰ und *C. ventricosa* — 0.2 ‰.

Gattung *Gomphonema*.

Gomphonema acuminatum — 0.4 ‰, *G. acuminatum* v. *coronata* — 0.4 ‰, *G. acuminatum* v. *trigonocephala* — 0.4 ‰, *G. angustatum* — 0.2 ‰, *G. angustatum* v. *sarcophagus* — 0.2 ‰, *G. augur* — 0.2 ‰, *G. gracile* v. *lancoolata* — 0.2 ‰, *G. intricatum* — 0.2 ‰, *G. intricatum* v. *vibrio* — 0.2 ‰, *G. longiceps* v. *montana* — 0.2 ‰, *G. longiceps* v. *montana* f. *suecica* — 0.4 ‰, *G. parvulum* — 0.8 ‰ und *G. parvulum* v. *micropus* — 0.4 ‰.

Gattung *Epithemia*.

Epithemia sorex — 0.4 ‰, *E. argus* — 0.2 ‰, *E. turgida* — 0.2 ‰, *E. zebra* — 0.2 ‰ und *E. zebra* v. *porcellus* — 0.2 ‰.

Gattung *Rhopalodia*.*Rhopalodia gibba* — 0.2 %.Gattung *Hantzschiana*.*Hantzschia amphioxys* — 0.8 % und *H. amphioxys* f. *capitata* — 0.2 %.Gattung *Nitzschia*.*Nitzschia acuta* — 0.4 %, *N. dissipata* — 0.2 %, *N. filiformis* — 0.2 %, *N. Hantzschiana* — 0.2 %, *N. palea* — 1.2 %, *N. recta* — 0.4 %, *N. sublinearis* — 0.2 % und *N. subtilis* — 0.2 %.Gattung *Surirella*.*Surirella linearis* v. *constricta* — 0.2 %, *S. Moelleriana* — 0.2 % und *S. robusta* — 0.2 %.

Aus dem Obigen geht hervor, dass man aus dem See Vieljärvi insgesamt 166 Diatomeenarten und varietäten feststellen konnte, die dort noch rezent gedeihen. Unter diesen Diatomeen gibt es interessanterweise viele Arten, die in der Gegend sehr selten vorkommen oder bis zu dieser Zeit noch nicht gefunden worden sind. Diese Seltenheiten gehören alle zu den Formen, die in den nördlichen Gebieten verbreitet sind und zu den Kaltwasserdiatomeen gehören. Auch sind die Diatomeen zum erstenmal in diesen Proben quantitativ untersucht worden, und wie man aus den Prozentzahlen feststellen kann, treten nur zwei Arten (*Fragilaria pinnata* und *Melosira ambigua*) individuenreich hervor, während alle anderen Arten sehr individuenarm vorkommen.

Aus den vorhandenen Angaben und aus der rezenten Diatomeenflora geht hervor, dass der See Vieljärvi kein eutropher See ist, denn die Durchsichtigkeit des Wassers ist im Monat Juli viel zu gross und die Planktonproduktion zu mangelhaft. Auch gehört er nicht zu den oligotropen Seentypen, denn der See empfängt von der Umgebung recht viel Wasser, das recht grosse Mengen gelöste Nährsalze enthält.

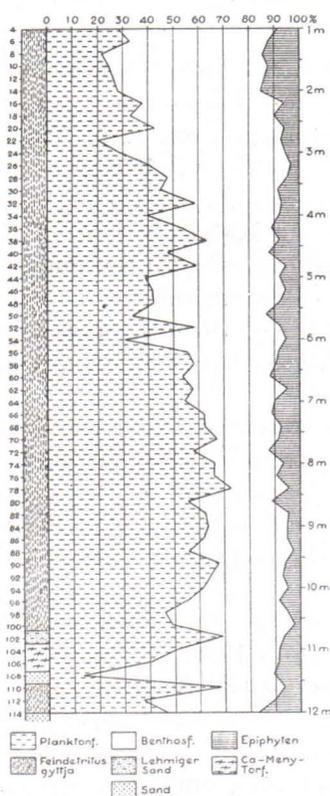
Auf Grund der Ufervegetation lässt sich dieser See unmöglich bei den limnologischen Seentypen unterbringen, denn es gibt Ufer, wo Sandboden vorkommt und das Wasser oligotroph ist. An den kleinen Buchten, wo der See langsam zuwächst, ist das Wasser bräunlich, manchmal sogar sehr braun, und wir haben es mit dystrophem Wasser zu tun. Bei dem Dorfe Vieljärvi gibt es wieder Ufertelle, die eutrophes Wasser enthalten, wo die Ufervegetation auch aus diesem Grunde sowie wegen des nährstoffreichen Bodens üppig wachsen kann. Ähnlichen Schwierigkeiten bin ich früher schon in Estland bei der Einteilung der Seen Estlands begegnet (MÖLDER 1943 b). Besonders ist es unmöglich die von Samuelson aufgestellten Seentypen zu verwenden, bei denen nur die höheren Wasserpflanzen berücksichtigt worden sind, denn bei den grösseren See findet man alle Ufertypen an einem und demselben Becken.

Nach meiner Ansicht haben wir es bei dem Vieljärvi mit einem oligotropen See zu tun, der sich aber im Laufe der Zeiten eutrophiert hat und

sich jetzt dem eutrophen Seentyp nähert, aber noch nicht dieses Endstadium erreicht hat.

2. VERTIKALPROFIL AUS DEN SEESSEDIMENTEN.

Nördlich des Dorfes Vieljärvi liegt eine kleine Bucht, die schon beinahe zugewachsen ist. In dieser Bucht wurde ein Vertikalprofil aus den Seesedimenten erbohrt, und die Sedimentendicke betrug an der entsprechenden Stelle 12 m (Karte 1, Punkt 1). An der Erbohrungsstelle befand sich eine 1 m dicke Wasserschicht über den Seesedimenten, wo *Sphagnum*-Arten



Diagr. 1. Vertikalprofil aus dem See Vieljärvi.

vorkamen, so dass die in dem Vertikalprofil vorkommende Probe 4 subfossile Diatomeen enthält (Diagr. 1). Die Proben wurden mit je 10 cm Abstand entnommen, da aber die Diatomeenflora in den Sedimenten keine größere Schwankungen aufwies, wurde in dem Diagramm die Angaben für jede zweite Probe wiedergegeben.

Von der Wasseroberfläche bis in 1 m Tiefe kamen *Sphagnum*-Arten vor; sie waren aber so zähe, dass der Moorbohrer immer leer heraus kam. Von 1 m bis 9.5 m Tiefe kam nur Feindetritusgyttja vor. Von 9.6 m Tiefe an wurde diese Feindetritusgyttja etwas gröber und enthielt spärlich Reste höherer Wasserpflanzen. Diese Sedimente setzten sich bis 10.7 m fort, wo schon lehmiger Sand vorkam (Diagr. 1). Darunter lag von 11—11.3 m Tiefe *Carex-Menyanthes*-Torf. Unter den Torfschichten fand sich eine Sandschicht, die die Teile höherer Wasserpflanzen enthielt. Von 11.6 m Tiefe an gingen die Sedimentschichten wieder in Feindetritusgyttja über, bis in 12 m Tiefe Moräne vorkam. Diese Moräne enthielt reichlich Sand und kleine Steine.

A. PLANKTON-, BENTHOS- UND AUFSITZENDE DIATOMEEN.

Die Quartärgeologen HALDEN (1929), BRANDER (1935), HYYPPÄ (1937) haben bei ihren Untersuchungen die Epiphyten, Plankton- und Benthosdiatomeen als Tiefenindikatoren verwendet. In meiner Untersuchung über die Diatomeenflora der Pojo-Bucht konnte ich zeigen, dass die rezenten

sowie die fossilen Diatomeen recht gut angeben, ob die Proben aus tiefem oder aus seichtem Wasser entnommen worden sind (MÖLDER 1943).

Die in dem Vertikalprofil des Sees Vieljärvi vorkommenden Diatomeen sind auch in die Gruppen Planktondiatomeen, Benthosdiatomeen und Epiphyten eingeteilt und die Resultaten in Diagramm 1 wiedergegeben. Die Epiphyten treten in allen Proben des Vertikalprofils beinahe ähnlich auf. Nur in den obersten Proben 4 bis 14 und in den untersten Proben 112 und 114 treten sie etwas reichlicher in Erscheinung und zeigen, dass das Ufer nahe war.

Die Planktondiatomeen und ebenso die Benthosformen zeigen viel besser, wann das Wasser tiefer oder seichter gewesen ist. In den obersten Proben von Probe 24 an gehen die Planktondiatomeen in ihrem Reichtum deutlich zurück, und die Benthosdiatomeen nehmen wieder zu. In dieser Zeit ist die Bucht, die jetzt zugewachsen ist, seichter geworden, und das Ufer wurde näher, so dass die in der Litoralregion gedeihenden Diatomeen — Epiphyten und Benthosformen — gut wachsen konnten (Diagr. 1).

Von Probe 24 abwärts nehmen die Planktondiatomeen allmählich zu und erreichen ihre maximale Entwicklung in 8.5 m Tiefe in Probe 78, wo sie schon über 70 % aller Diatomeen ausmachen. So kommen diese Planktondiatomeen bis zu Probe 104 vor, wo die Torfschichten vorhanden sind. In diesen treten die Diatomeen zurück, ebenso die Planktonformen, die in der Probe 108 nur 14 % aller Diatomeen bilden. Die Benthosformen dagegen erreichen in diesen Schichten ihren maximalen Reichtum und bilden 75 % aller in diesen Sedimenten vorkommenden Diatomeen.

Von Probe 108 an abwärts nehmen die Planktondiatomeen wieder schnell zu und machen in Probe 110 schon 68 % aus.

Die Benthosdiatomeen treten im Gegensatz zu den Planktondiatomeen in den obersten Sedimentschichten reichlicher hervor, und erst in Probe 32 sehen wir, dass sie zurückgegangen sind. Von Probe 32 bis Probe 102 haben wir es mit der Diatomeenflora zu tun, die in tieferem Wasser gediehen ist und von den Seeufern entfernt gelegen haben.

In dieser Zeit, als die Torfschichten sich gebildet und die Sandschichten auf dem Feindetritusgyttjasediment sich abgesetzt haben, herrschten im See Vieljärvi ganz andere Wachstumsbedingungen für die Diatomeen, aber auf diese Frage werde ich weiter unten in anderem Zusammenhang zurückkommen.

In grossen Zügen geben die Epiphyten, Plankton- und Benthosdiatomeen wohl die Schwankung der Wassertiefe an, aber soweit man auf die Einzelheiten einzugehen gedenkt, helfen diese obengenannten Diatomeengruppen uns nicht mehr, und wir müssen andere Hilfsmittel suchen. Diese Hilfsmittel sind die einzelnen Diatomeenarten nebst Varietäten und ihr Individuenreichtum in den verschiedenen Sedimentschichten.

B. DAS VORKOMMEN DER EINZELNEN DIATOMEENARTEN.

Bei Betrachtung von Tabelle I ist zu ersehen, dass in dem Vertikalprofil aus dem See Vieljärvi sehr viele Diatomeenarten und -varietäten vorkommen, trotzdem in diesem Profil nur Süsswasserformen vorhanden sind. Insgesamt kommen 292 Arten und Varietäten vor, und diese Zahl ist um ca. 100 % grösser, als in den Vertikalprofilen aus Finnland.

Es gibt eine grosse Menge Arten, die nur ein- oder zweimal vorkommen und zum grössten Teil sehr selten gefunden worden sind. Zu diesen selten vorkommenden Diatomeen gehören z. B. *Achnanthes conspicua*, *A. exigua* v. *constricta* und v. *heterovalvata*, *Anomoeoneis serians* v. *brachysira*, *A. spaerophora*, *Caloneis Clevei*, *C. pulchra*, *C. silicula* v. *gibberula*, *Cyclotella bodanica*, *Cymbella helvetica*, *Diatoma elongatum*, *Diploneis finnica*, *D. puella*, *Epithemia argus*, *E. Muelleri*, *E. zebra* v. *saxonica*, *Eunotia bidentula*, *E. monodon* v. *maior*, *E. pectinalis* v. *minor* f. *impressa*, *E. septentrionalis*, *E. sibirica*, *E. triodon*, *Fragilaria virescens* v. *mesolepta*, *Frustulia rhomboides*, *F. rhomboides* v. *amphipleuroides* und v. *saxonica*, *Gomphonema acuminatum* v. *turris*, *G. angustatum* v. *linearis*, *G. augur*, *G. intricatum*, *G. longiceps* v. *montana* f. *suecica*, *G. longiceps* v. *subclavata*, *G. olivaceum*, *G. parvulum* v. *micropus*, *G. subtile*, *Hantzschia elongatum*, *Melosira italica* v. *valida*, *M. Juergensi*, *Navicula amphibola*, *N. bacilliformis*, *N. cincta*, *N. densestriata*, *N. gregoria*, *N. Jentzschii*, *N. lapidosa*, *N. pelliculosa*, *N. pseudoscutiformis*, *N. pusilla*, *N. Reinhardtii* f. *gracilis*, *N. Rotaeana*, *Neidium affine*, *N. dilatatum*, *N. dubium*, *N. iridis* v. *amphigomphus* und v. *ampliata*, *Nitzschia Hantzschiana*, *N. linearis*, *N. romana*, *N. sigmoidea*, *N. sublinearis*, *N. spectabilis*, *Opephora martyi*, *Pinnularia borealis*, *P. gibba* v. *subundulata*, *P. lata*, *P. legumen*, *P. mesolepta* f. *angusta*, *P. microstauron* v. *Brebissonii*, *P. subcapitata* v. *Hilseana*, *Stauroneis acuta* v. *hyalina*, *Surirella biseriata*, und v. *bifrons*, *S. linearis* v. *constricta*, *Synedra acus*, *S. capitata* und *S. parasitica* v. *subconstricta*. Wie aus dem Obigen hervorgeht, kommen insgesamt 76 Arten und Varietäten in dem Vertikalprofil sehr selten nur in einer oder zwei Proben vor. Diese sehr selten auftretenden Diatomeen machen 25.9 % aller in dem Vertikalprofil vorkommenden Arten und Varietäten aus. Dieser Prozentsatz ist eigentlich recht gross, denn eine beträchtliche Menge der Diatomeenarten kommt, ausser den obengenannten Arten und Varietäten, auch sehr selten nur in den einzelnen Proben vor. Alle diese sehr selten vertretenen Diatomeen können gar kein Bild von der Ökologie und den Wachstumsbedingungen des Wassers geben.

Von den Diatomeenarten, die häufig in den Sedimentproben vorkommen und auch grössere Individuenzahlen haben, sind folgende zu nennen: *Achnanthes linearis*, *A. linearis* v. *pusilla*, *Amphora ovalis*, *Caloneis Schumanniana* v. *biconstricta*, *C. silicula*, *Campylodiscus noricus* und auch v. *hibernica*, *Cocconeis placentula* und v. *euglypta*, *Cyclotella comta*, *Cymatopleura elliptica*, *C. solea*, *Cymbella aspera*, *C. cistula*, *C. cymbiformis*, *C.*

Ehrenbergii, *C. lanceolata*, *C. naviculiformis*, *C. prostrata*, *C. tumida*, *C. ventricosa*, *Diploneis finnica* v. *Clevei*, *Epithemia Hyndmanni*, *E. sorex*, *E. turgida*, *E. turgida* v. *granulata*, *E. zebra* und v. *porcellus*, *Eunotia Clevei*, *E. formica*, *E. lunaris*, *E. monodon*, *E. pectinalis* und die Varietäten *minor* und *ventralis*, *E. robusta* v. *tetraodon*, *E. sudetica*, *E. valida*, *E. veneris*, *Fragilaria atomus*, *Fr. brevistriata*, *Fr. capucina*, *Fr. construens* und v. *binodis*, *Fr. intermedia*, *Fr. lapponica*, *Fr. pinnata*, *Fr. virescens*, *Gomphonema acuminatum*, *G. constrictum*, *G. gracile*, *G. parvulum*, *Gyrosigma attenuatum*, *Hantzschia amphioxys* v. *maior*, *Melosira ambigua*, *M. arenaria*, *M. distans*, *M. granulata*, *M. granulata* v. *angustissima*, *M. islandica* ssp. *helvetica*, *M. italica*, *M. varians*, *Meridion circulare*, *Navicula americana*, *N. Hustedtii*, *N. radiosa*, *Neidium iridis*, *Pinnularia appendiculata*, *P. dactyus*, *P. gibba* und v. *linearis*, *P. interrupta*, *P. maior*, *P. mesolepta*, *P. nobilis*, *P. polyonca*, *P. subsolaris*, *P. viridis*, *P. viridis* v. *sudetica*, *Rhopalodia gibba*, *R. parallela*, *Stauroneis acuta*, *S. anceps* v. *hyalina*, *S. phoenicenteron*, *Stephanodiscus astraea* und v. *minutula*, *S. dubius*, *Surirella robusta*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Tetracyclus lacustris* sowie die Varietäten *capitata* und *strumosa*.

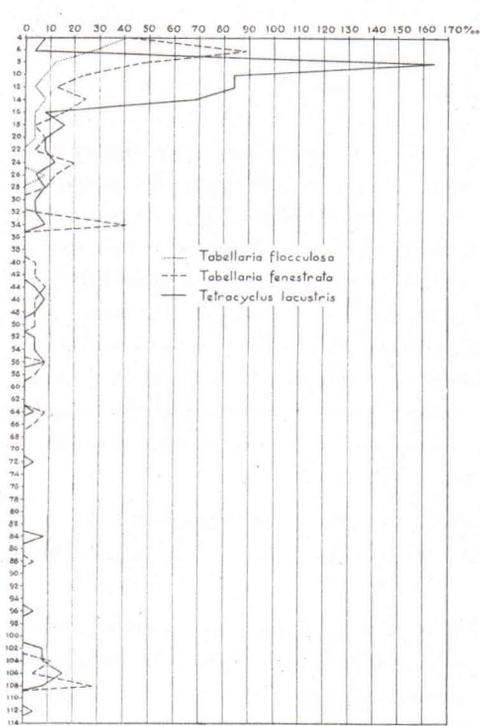
Wie aus Obigem hervorgeht, kommen 94 Arten und Varietäten in dem Vertikalprofil häufig und reichlich vor. Sie machen 32 % aller Diatomeen aus.

Diese 94 Diatomeen sind eigentlich wichtig für die ökologische Untersuchung der Vergangenheit des Sees Vieljärvi, denn diese Arten zeigen uns recht gut, wie sich die Wachstumsbedingungen in den Vorzeiten geändert haben und wie die Diatomeen auf diese Veränderungen reagieren. So kommen die gewöhnlichsten Planktondiatomeen *Tabellaria fenestrata* und *T. flocculosa* in dem Vertikalprofil nur in den obersten Sedimentablagerungen vor, und die erste Art fehlt in den tiefer liegenden Sedimenten völlig (Diagr. 2). *Tabellaria fenestrata* tritt in den Proben 4 und 6 häufiger hervor, nimmt aber in Probe 8 schnell ab und verschwindet in Probe 22 ganz. In Probe 26 begegnen wir noch diesen Diatomeen, und von dieser Probe an abwärts tritt sie nicht mehr in Erscheinung.

In grossen Zügen kommt *Tabellaria flocculosa* beinahe ähnlich vor wie *Tabellaria fenestrata*. Ein Unterschied besteht nur darin, dass sie in Probe 4 nicht ihren maximalen Reichtum erlangt, sondern erst in Probe 6. Ebenso erscheint sie ganz zufällig in den tiefer liegenden Sedimenten und erreicht in Probe 108 sogar einen etwas grösseren Individuenreichtum (Diagr. 2).

Diese beiden Arten zeigen mit ihrem Vorkommen in dem Profil, dass sie in den letzten Entwicklungsperioden des Vieljärvi gute Wachstumsbedingungen im See gefunden haben. Da diese beiden Diatomeen in Finnland in den Gewässern Lapplands grössere Individuenzahlen aufweisen als in den Gewässern Südfinnlands, zeigen sie auch, dass das Klima in der Gegenwart langsam kälter geworden ist.

Beinahe ähnlich tritt die nordisch-alpine Art *Tetracyclus lacustris* mit ihren Varietäten in dem Vertikalprofil auf (die Varietäten *capitata*, *elongata* und *strumosa* sind mit *Tetracyclus lacustris* in dem Diagramm 2 zusammen-



Diagr. 2.

gerechnet). Diese Diatomee erreicht ihr Maximum in Probe 8, wo sie 16.4 % aller in dieser Probe vorkommenden Diatomeen ausmacht (Diagr. 2). Ununterbrochen tritt sie bis Probe 34 auf, und von dieser Probe an abwärts findet man in den einzelnen Proben diese Diatomee sehr selten. Auch diese typisch nordisch-alpine Art beweist mit ihrem Vorkommen, dass das Klima in den letzten Zeiten kälter geworden ist. Dieselbe Erscheinung habe ich schon früher bei Kuusamo und bei Helsinki festgestellt (MÖLDER 1943 a).

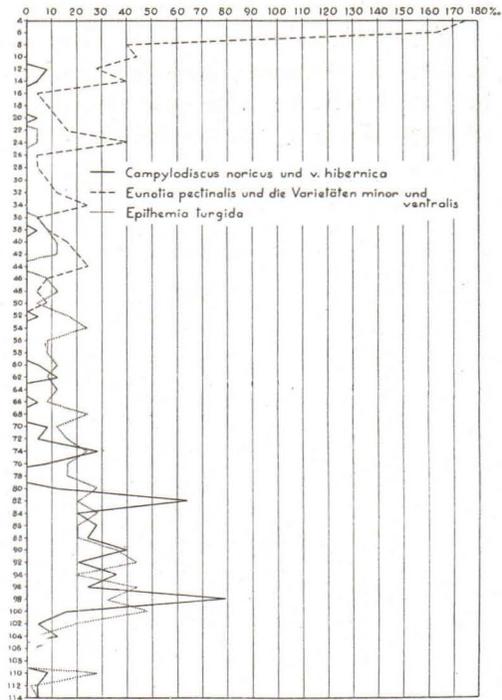
Beinahe ähnlich wie die obengenannten Diatomeen tritt *Eunotia pectinalis* mit den Varietäten *minor* und *ventralis* auf (Diagr. 3). Sie erreicht ihren maximalen Individuenreichtum in Probe 4, wo sie 17.5 % aller in der Probe vorkommenden Diatomeen ausmacht. In

der folgenden Probe 6 tritt sie beinahe ebenso hervor und nimmt dann schnell in Probe 8 ab. Von Probe 8 an abwärts bis zu Probe 50 nimmt sie langsam ab, und in Probe 52 treffen wir diese Diatomeen zum letztenmal. Im Vergleich mit den vorhergehenden drei Diatomeen reicht sie ununterbrochen etwas tiefer in die Sedimente hinab, d. h. sie erschien früher in dem Seewasser und konnte besser gedeihen (Tab. 1 und Diagr. 3).

Diese Diatomee, die gewöhnlich im Litoral vorkommt, zeigt mit ihrem Auftreten in dem Vertikalprofil, dass das Ufer in jener Zeit, als Sedimente sich absetzten, aus denen die Proben 4—14 entnommen worden sind, sehr nahe gelegen und das Wasser schon recht seicht, ca. 15—20 m tief, war. Ganz anders kommen die gewöhnlichsten Ancyclusdiatomeen *Campylo-discus noricus* und die Varietät *hibernica* in dem Vertikalprofil vor (Diagr. 3). Sie haben ihre eigentliche Verbreitung zwischen den Proben 80 und 102, wo sie ihre maximale Entwicklung in den Proben 98 und 82 erreichen. In den untersten drei Proben (110—114) findet man noch einzelne Individuen, aber sie kommen so selten in den Proben vor, dass ihnen keine Bedeutung in der Diatomeenflora damals zugekommen ist.

Oberhalb der Probe 80 kommen diese Diatomeen hin und wieder in den einzelnen Proben vor, aber wie man sehen kann, finden sie in jener Zeit, als diese Sedimente sich absetzten, keine guten Wachstumsbedingungen. Nach der Diatomeenflora zu schliessen, war das Wasser in dem See auch damals süss und sollte soviel Nährsalze gelöst enthalten, dass die Wassertemperatur im engeren Sinne und das Klima im weiteren Sinne die Entwicklung dieser Diatomeen bedingt haben. Die Wassertiefe im See konnte auch während dieser Zeit, als die Sedimente, aus denen die Proben 78 bis 4 erbohrt sind, sich absetzen, so gering werden, dass *Campylodiscus noricus* deshalb nicht gedeihen konnte.

Wie man aus Diagr. 3 ersieht kommt *Epithemia turgida* in den Proben von 68 bis 102 recht individuenreich vor. Von Probe 68 an aufwärts sieht man diese Diatomeen noch bis Probe 46 regelmässig in den Präparaten, aber die Individuenzahlen sind nicht mehr so gross wie in den



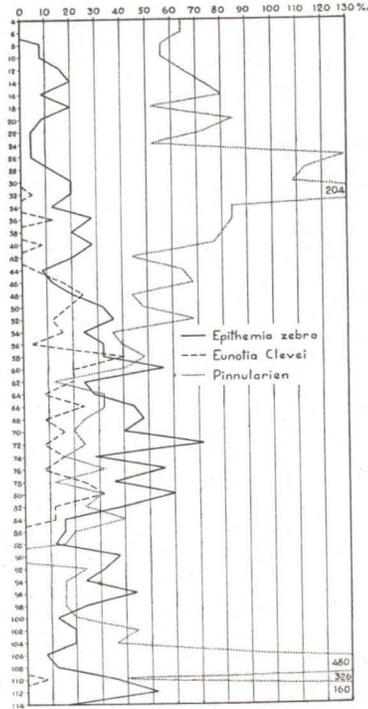
Diagr. 3.

untersten Proben. Man findet sie noch in den Proben 22, 24, 36—42 sehr selten, ebenso in den untersten Proben 110—114. Ihr Maximum hat diese Diatomee in der Probe 100 in 10.4 m Sedimenttiefe, und von da an aufwärts nimmt sie langsam ab (Diagr. 3). Auch bei dieser Diatomee scheint die Temperatur der grösste Faktor zu sein, der die Wachstumsbedingungen reguliert hat.

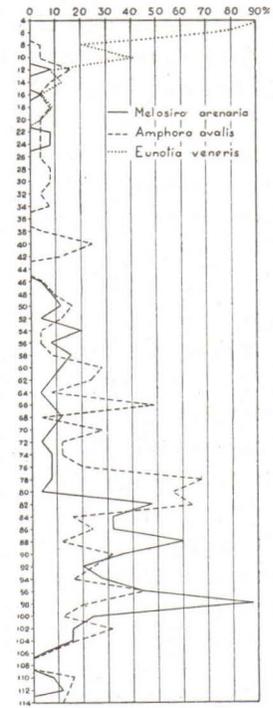
Es ist interessant zu beobachten, wie *Epithemia zebra* im Vertikalprofil vorkommt. Diese Diatomee kommt rezent beinahe in allen Gewässern Finnlands vor, wo auch *Epithemia turgida* vorhanden ist. Bei Tvärminne in der Pojo-Bucht konnte ich sogar feststellen, dass diese beiden Diatomeen in dem Wasser mit 0.5 % bis 0.6 % Salz so reichlich vorkommen, dass sie sogar eine Epithemienflora bildeten (MÖLDER 1943). In den Sedimenten des Sees Vieljärvi zeigt sie aber ein von *Epithemia turgida* etwas abweichendes Bild (Diagr. 3 und 4). *Epithemia zebra* fehlt nur in den Proben 4 und 6 und kommt sonst in allen anderen Sedimentschichten mehr oder weniger reichlich vor. Ihr Maximum erreicht sie in Probe 72 oder viel höher, als wir das bei *Epithemia turgida* gesehen haben. Aus diesem Auftreten geht

deutlich hervor, dass *Epithemia zebra* gegen Klimaschwankungen und ebenso gegen Veränderungen der Salzkonzentration oder gegen Wachstumsbedingungsveränderungen unempfindlich ist und deshalb sehr gut unter abweichenden ökologischen Bedingungen gedeihen kann.

Sehr interessant tritt die in Finnland in den Ancylusseesedimenten vorkommende Diatomee *Eunotia Clevei* in den Sedimenten des Sees Vieljärvi hervor (Diagr. 4). Wie man sieht, erscheint sie nur in den Proben 44 bis 84 regelmässig vor und erreicht ihre maximale Entwicklung in Probe 58.



Diagr. 4.



Diagr. 5.

In den Proben 32, 36 und 40 finden sich noch einzelne Individuen, und auch in Probe 110 ist diese Diatomee zu sehen, aber sie erscheint so selten, dass man gut sagen kann, sie kommt nur in dem mittleren Teil des Vertikalprofils vor.

In ganz anderer Weise kommt *Eunotia veneris* in dem Vertikalprofil vor, als wir das bei der *Eunotia Clevei* eben gesehen haben (Diagr. 5). Ihr Maximum erreicht sie in Probe 4 und nimmt dann schnell bis zu Probe 12 ab. In den Proben 12 bis 20 findet man nur einzelne Individuen, und in der untersten Probe sehen wir zum letztenmal diese Diatomee. Sie bestätigt mit ihrem Vorkommen, dass sie nur in den Litoralregionen gedeihen kann und nur im Ufergebiet auftritt.

Es ist besonders interessant zu verfolgen, wie die gewöhnlichste in den Ancyclusseesedimenten vorkommende charakteristische Leitfossilie *Melosira arenaria* in den Sedimenten des Sees Vieljärvi vorkommt. Wie man aus Diagr. 5 ersieht, erreicht sie ihr Maximum in Probe 98 und einen kleineren Gipfel in der Probe 88. Gute Wachstumsbedingungen hat sie in den Proben 80 bis 104 gefunden, wo sie in allen mehr oder weniger reichlich vorkommt. In den Proben 110 und 112 findet man noch einzelne Individuen, aber damals, als diese Sedimente sich abgesetzt haben, hat sie keine besonders gute Wachstumsbedingungen gefunden. Ununterbrochen tritt sie noch in den jüngeren Sedimenten hervor von Probe 46 bis 80, erreicht aber nirgends gute Wachstumsbedingungen (Diagr. 5). Von Probe 46 aufwärts kommt diese Diatomee bis zur Gegenwart nicht mehr vor, mit Ausnahme der Proben 12, 16, 22 und 24, in denen sie zufällig sehr selten beobachtet worden ist.

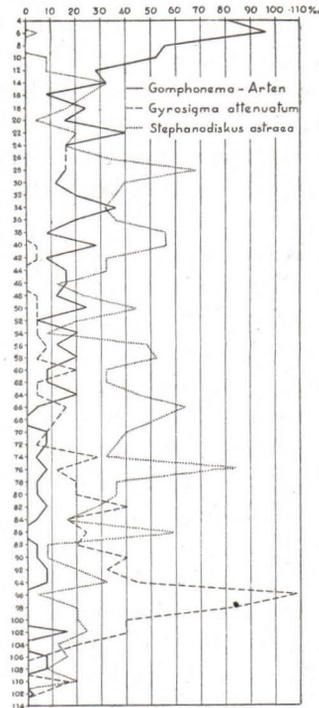
Beinahe ähnlich wie *Melosira arenaria* kommt auch *Amphora ovalis* in dem Vertikalprofil vor (Diagr. 5). Ein Unterschied liegt nur darin, dass *Amphora ovalis* in den obersten Sedimentproben etwas reichlicher und häufiger hervortritt und ebenso ihr Maximum in den jüngeren Ablagerungen hat, nämlich in Probe 78. Wenn man diese beide Kurven in Diagramm 5 miteinander vergleicht, sieht man, dass die beiden Kurven in grossen Zügen einander ähnlich sind. Aus diesen Ergebnissen kann man schliessen, dass diese beiden Diatomeen unter gleichen ökologischen Wachstumsbedingungen gedeihen können und auch klimatisch ähnliche Verhältnisse widerspiegeln.

Zu derselben Kategorie gehört auch *Gyrosigma attenuatum*, die ebenso ihr Maximum in Probe 96 und die eigentliche Entwicklung in den Proben 74—104 hat (Diagr. 6). Bei dieser Diatomee dauert die gute Wachstumsperiode eigentlich sehr kurze Zeit, nämlich nur in den Proben 96 und 98.

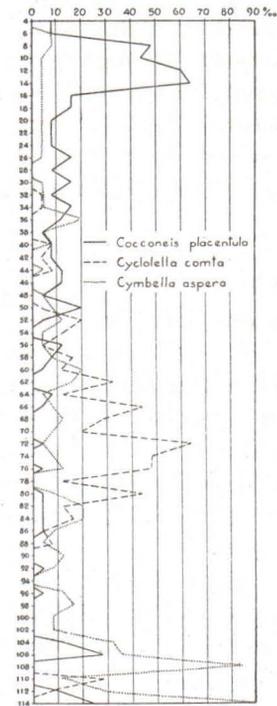
Ganz eigenartig kommt *Stephanodiscus astraea*, die zu den charakteristischen Ancyclusseediatomeen gehört, in dem Vertikalprofil vor. Wie aus Diagramm 6 ersichtlich, erscheint sie beinahe in allen Sedimentproben, abgesehen von den Proben 4, 8 und 114, wo sie überhaupt nicht zu finden ist. Ihr Maximum erreicht sie in Probe 76 und kleineres Maximum in der Probe 28. Interessant ist diese Diatomee gerade deshalb, weil sie von den obersten Sedimentschichten bis zu den untersten mehr oder weniger gleichmässig vorkommt und von einer Veränderung in den ökologischen Wachstumsbedingungen nicht so abhängig ist wie die oben erwähnten Diatomeen *Melosira arenaria*, *Amphora ovalis*, *Eunotia Clevei* u. a. Im Zusammenhang mit den Litorina- und Ancycluszeitsedimenten werde ich näher auf diese Frage zurückkommen.

Cocconeis placentula kommt in dem Vertikalprofil in den obersten und ebenso in den untersten Sedimentschichten reichlich vor, fehlt aber auch nicht in den mittleren Schichten. Ihr Maximum erreicht sie in Probe 14, und auch in den darüber liegenden Proben 12, 10 und 8 tritt sie beinahe

ebenso reichlich auf (Diagr. 7). Aus dem Vorkommen ersieht man, dass diese epiphytisch auf den Wasserpflanzen und auf grösseren Algen vorkommende Diatomee in Ufernähe wächst und seichtes Wasser anzeigt. Dass sie hier und da in den mittleren Sedimentschichten hervortritt, zeigt nur, dass die Wellen sie aus der Litoralregion in das tiefere Wasser gespült haben.



Diagr. 6.



Diagr. 7.

Die gewöhnliche Planktondiatomee in den finnischen Binnenseen *Cyclolella comta* kommt in dem Vertikalprofil regelmässig nur in den Proben 50 bis 86 vor und erreicht ihren maximalen Individuenreichtum in Probe 72 in 7.8 m Tiefe (Diagr. 7). Man findet einzelne Individuen noch in den Proben 32, 34, 40—44 und ganz in den untersten Sedimentschichten in den Proben 110 und 112. In allen obengenannten Proben kommt sie zufällig vor, und man sieht, dass die Wachstumsbedingungen für diese Diatomee nicht gut waren.

Die für die Ancylusseesedimente charakteristische Diatomee *Cymbella aspera* kommt in dem Vertikalprofil des Sees Vieljärvi ganz eigenartig und in einer von den anderen, in dem Ancylusseesedimenten vorkommenden charakteristischen Diatomeen abweichenden Weise vor (Diagr. 7). Sie erreicht ihren maximalen Individuenreichtum in den Proben 108 und 114,

und von da an aufwärts nimmt sie schnell im Reichtum ab. Man findet sie beinahe in allen Sedimentproben bis zu Probe 6, aber wie aus Diagr. 7 hervorgeht, ist in allen Proben der Individuenreichtum recht gering.

Ich habe nur einzelne Diatomeenarten graphisch wiedergegeben, aber aus diesen ersieht man schon, dass einige Arten nur in den untersten Sedimentschichten verbreitet sind, andere dagegen in den obersten, und es gibt Arten, die in den untersten und obersten Sedimentproben vorkommen, aber in den mittleren Sedimentproben völlig fehlen. Ähnliches sehen wir auch bei diesen anderen Diatomeen, die reichlich in dem Vertikalprofil vorkommen (Tab. 1).

So finden sich in den obersten Sedimentschichten *Achnanthes linearis* mit Varietät *pusilla*, *Cocconeis placentula* v. *euglypta*, *Cymbella Ehrenbergii*, *C. naviculiformis*, *C. ventricosa*, *Eunotia robusta* v. *tetraodon*, *E. sudetica*, *Fragilaria brevistriata*, *Fr. capucina*, *Gomphonema gracile*, *G. parvulum*, *Pinnularia interrupta* und *Tetracyclus lacustris* v. *strumosa*. Wie man sieht, kommen nur 14 Arten in den obersten Sedimentschichten vor. Diese Formen sind bei den geologischen Untersuchungen Wichtig, denn sie zeigen uns, welche Wachstumsbedingungen damals geherrscht haben, als sie gediehen sind. In der Gegenwart wachsen alle obengenannte Diatomeen in Finnland in kleineren Gewässern sehr reichlich und fehlen auch im Litoral grösserer Seen nicht.

Wie man aus Tab. 1 ersieht, kommen einige Diatomeen nur in den mittleren Sedimentschichten im Vertikalprofil vor, und es gibt Arten, die nur in den untersten Sedimenten verbreitet sind. Alle diese Diatomeen zeigen uns, wie wir das auch bei den in den obersten Sedimentschichten vorkommenden Diatomeen gesehen haben, die Wachstumsbedingungen in jenen Zeiten, in denen sie gediehen sind.

C. WIE VERÄNDERN SICH DIE DIATOMEENFLOREN IN DEN SEDIMENTEN.

Bei oberflächlicher Betrachtung von Tabelle 1 scheint es anfangs, wie wenn die Diatomeenfloren in allen Sedimentschichten des Vertikalprofils einander ähnlich und keine Unterschiede vorhanden wären. Bei näherer Betrachtung sieht man aber, dass unter den Diatomeenfloren in den abweichenden Sedimenttiefen recht grosse Unterschiede bestehen. So ist ersichtlich, dass in den Proben 88 bis 114 viel weniger Diatomeenarten und -varietäten vorkommen als in den mittleren Sedimentschichten (Diagr. 9). In den obersten Sedimentproben 4 und 6 ist die Artenzahl auch recht gering, was zeigt, dass die Wachstumsbedingungen für die Diatomeen in diesen Zeiten schlechter geworden sind. Auch in Probe 36 treten die Diatomeenarten sehr mangelhaft hervor, und dieselbe Erscheinung kann man auch in den anderen tiefer liegenden Proben feststellen.

Tab. 1. In den Sedimenten des Sees Vieljärvi in Ostkarelien

	4	6	8	10	12	14	16	18
Achnanthes Biasolettiana	—	—	4	8	8	—	—	4
A. conspicua	—	—	—	—	—	—	—	—
A. exigua	—	—	—	—	—	—	—	—
A. » v. constricta	—	—	—	—	—	—	—	—
A. » v. heterovalvata	—	—	—	4	—	—	—	—
A. inflata	—	—	—	—	—	—	—	—
A. lanceolata	—	—	—	—	8	—	—	—
A. » v. elliptica	—	—	—	—	—	—	—	—
A. » v. rostrata	—	—	—	4	4	—	—	—
A. linearis	4	8	—	28	4	12	16	4
A. » v. pusilla	—	—	16	8	8	12	12	4
A. Lutherii	—	—	—	4	4	—	—	—
A. microcephala	—	—	4	4	—	—	—	—
A. minutissima	—	—	—	—	4	—	—	4
A. Peragallii	—	—	—	4	8	—	4	—
Amphora ovalis	—	—	4	4	16	8	4	8
A. ovalis v. pediculus	—	—	—	—	—	—	—	—
A. perpusilla	—	—	—	4	—	—	—	—
A. sp.	—	—	—	—	—	—	—	—
Anomoeneis serians v. brachysira	—	—	—	—	—	—	—	—
A. sphaerophora	—	—	—	—	—	—	—	—
Caloneis bacillum	—	—	4	4	—	—	—	—
C. Clevei	—	—	—	—	—	—	—	—
C. pulchra	—	—	—	—	—	—	—	—
C. Schumanniana v. biconstricta	—	—	—	—	—	—	—	—
C. silicula	—	—	—	—	—	4	4	4
C. » v. gibberula	—	—	—	—	—	—	—	—
Campylodiscus noricus	—	—	—	—	4	—	—	—
C. noricus v. hibernica	—	—	—	—	4	4	—	—
Cocconeis pediculus	—	—	—	—	—	—	—	—
C. placentula	8	—	28	40	52	64	12	12
C. » v. euglypta	—	8	12	4	8	—	4	4
C. » v. klinoraphis	—	—	8	—	—	—	—	—
Cyclotella bodanica	—	—	—	—	—	—	—	—
C. comta	—	—	4	—	—	—	—	—
C. Kützingiana	—	—	—	—	—	—	—	—
C. Meneghiniana	—	—	—	—	—	—	—	—
C. stelligera	—	—	—	—	—	4	4	—
Cymatopleura elliptica	—	—	—	—	—	—	—	—
C. elliptica c. constricta	—	—	—	—	—	—	—	—
C. solea	—	—	—	—	—	—	8	4
Cymbella affinis	—	—	—	—	—	—	—	4
C. aspera	—	8	8	4	4	4	4	4
C. austriaca	—	—	—	—	—	—	—	—
C. cistula	—	—	—	4	—	8	—	8
C. » v. maculata	—	—	—	—	—	—	—	—
C. cymbiformis	—	—	—	—	—	—	—	—
C. Ehrenbergii	—	—	—	—	8	—	4	8
C. gracilis	—	—	8	4	4	—	—	—
C. helvetica	—	—	—	—	—	—	—	—
C. lanceolata	—	—	—	—	—	—	—	—
C. naviculiformis	—	—	—	4	4	12	8	4
C. parva	—	—	—	—	—	—	—	—
C. prostrata	—	—	4	4	4	8	4	4
C. Reinhardtii	—	—	—	—	—	4	4	4
C. sinuata	—	—	—	—	4	—	—	—
C. tumida	—	—	—	—	4	—	—	—
C. ventricosa	—	8	16	4	4	—	—	—
Diatoma elongatum	8	—	—	—	—	—	—	—
Didymosphenia geminata	—	—	—	—	—	—	—	—
Diploneis elliptica	—	—	—	—	—	—	—	—
D. finnica	—	—	—	—	4	—	—	—

vorkommende Diatomeen. (Die Zahlen sind in 0/00).

20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
—	4	—	—	—	—	4	8	4	—	—	—	4	8	4	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	4	4	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	4	—	—
4	4	8	8	4	4	—	12	—	—	4	—	—	—	4	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8	—	—	—	—	—
4	4	4	4	8	8	4	8	—	4	20	12	—	4	8	12	12	4	4	8
—	—	—	—	—	—	4	—	8	—	4	—	—	—	4	4	—	—	4	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	12	8	4	8	12	4	4	8	8	8	4	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	4	—	—	—
4	8	4	16	8	16	4	16	12	4	8	8	12	8	4	16	4	—	12	4
4	—	4	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	8	4	8	—	4	20	12	4	16
4	—	—	8	—	4	8	—	4	—	4	—	—	—	—	—	—	4	4	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	8
4	4	—	—	—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	4	8	4
4	4	4	4	—	4	4	4	20	4	8	—	4	—	4	—	8	4	—	8
4	4	—	4	4	—	4	—	4	4	8	4	4	—	4	—	4	—	4	—
—	4	—	—	—	—	4	4	4	4	4	4	—	—	4	4	4	—	4	—
4	—	—	4	4	16	4	4	4	8	4	4	—	4	4	8	4	—	4	4
—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—
4	8	8	4	4	4	4	—	—	—	4	—	8	—	—	—	—	4	—	4
—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—	—	4
4	4	—	—	—	—	4	—	16	4	4	—	4	4	—	8	4	—	4	—
4	—	—	—	—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	4	—	—	—	—	—	—	4	4	—	4	—	8	—	—	—	—	4
—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	8	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4	4

76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	4	4	4	4	4	—	—	4	8	4	4	—	4	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	4	8	—	4	—	—	8	—	4	8	4	—	4	—	—	—	—	—
—	—	4	4	—	—	4	—	—	24	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	68	56	64	16	24	12	32	24	16	44	20	12	32	16	4	—	16	—	12
—	—	4	—	8	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—
—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	8	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
4	4	8	4	4	—	—	—	4	—	4	4	—	—	—	—	4	4	—	—
—	—	4	32	12	28	12	4	20	32	12	44	4	4	8	—	—	4	—	4
8	—	8	32	8	—	12	36	—	4	12	36	12	—	4	—	—	4	3	—
—	—	4	4	4	—	—	—	—	8	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
4	—	4	4	4	4	—	—	4	—	4	—	—	—	12	28	—	—	10	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
48	12	44	12	16	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	5	—
—	—	—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	8	—	4	—	—	—	—	—
4	4	4	4	4	—	—	4	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—
—	—	4	—	8	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	12	—	4	4	—	—	—	4	4	—	4	—	—	—	—	4	—	—
12	—	8	20	20	8	4	12	8	—	12	16	8	8	32	36	84	12	30	88
4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	—	4	8	—	—	—	2	28
4	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—	4	—	4	—	—	4	—	4
—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	12	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
—	4	8	4	—	—	—	4	8	4	12	8	—	4	4	—	—	—	7	—
—	—	4	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
—	—	4	—	4	—	—	—	—	—	4	4	—	4	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
—	—	4	4	—	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	4	—	4	4	4	12	4	—	4	—	—	—	4	—	—	—	—	—

Tab. 1. (Forts.)

	4	6	8	10	12	14	16	18
<i>D. finnica</i> v. <i>Clevei</i>	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>D. ovalis</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>D. puella</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Epithemia argus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. Hyndmanni</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. intermedia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. Muelleri</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. sorex</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>E. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. turgida</i>	—	—	—	—	8	—	—	—
<i>E. »</i> v. <i>granulata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. »</i> v. <i>Westermanni</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. zebra</i>	—	—	4	4	4	8	4	8
<i>E. »</i> v. <i>porcellus</i>	—	—	4	4	12	12	4	12
<i>E. »</i> v. <i>saxonica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eunotia alpina</i>	—	8	4	—	—	—	—	—
<i>E. bidentula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. Clevei</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. diodon</i>	—	—	8	—	—	—	—	—
<i>E. exigua</i>	—	—	—	4	4	—	—	4
<i>E. faba</i>	—	8	—	—	—	—	—	—
<i>E. flexuosa</i>	16	—	8	—	—	—	—	—
<i>E. formica</i>	4	8	16	4	8	4	—	—
<i>E. gracilis</i>	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. lunaris</i>	32	20	4	4	4	—	—	—
<i>E. »</i> v. <i>capitata</i>	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>E. monodon</i>	40	68	20	8	—	—	4	—
<i>E. »</i> v. <i>maior</i>	—	—	12	—	—	—	—	—
<i>E. parallela</i>	4	—	—	4	—	4	—	—
<i>E. pectinalis</i>	4	4	4	—	8	4	—	—
<i>E. »</i> v. <i>minor</i>	164	140	20	20	8	20	—	4
<i>E. »</i> v. <i>minor f. impressa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. »</i> v. <i>ventralis</i>	8	20	16	24	12	20	4	4
<i>E. praerupta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. robusta</i> v. <i>tetraodon</i>	—	4	16	4	—	4	4	—
<i>E. septentrionalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. sibirica</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>E. sudetica</i>	4	4	20	4	8	4	—	4
<i>E. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. tenella</i>	4	—	4	—	—	—	—	—
<i>E. triodon</i>	—	4	—	—	—	—	—	—
<i>E. valida</i>	—	—	8	4	12	—	4	4
<i>E. veneris</i>	92	72	20	40	8	12	4	8
<i>Fragilaria atomus</i>	16	48	28	68	32	32	60	60
<i>Fr. brevistriata</i>	—	—	8	4	8	—	—	44
<i>Fr. capucina</i>	—	28	—	16	32	24	—	4
<i>Fr. »</i> v. <i>mesolepta</i>	—	—	—	—	4	8	—	—
<i>Fr. construens</i>	—	—	12	32	12	28	144	76
<i>Fr. »</i> v. <i>binodis</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>Fr. »</i> v. <i>exigua</i>	—	—	—	—	—	—	8	—
<i>Fr. intermedia</i>	—	—	4	4	—	—	—	—
<i>Fr. lapponica</i>	—	—	—	—	20	—	12	—
<i>Fr. pinnata</i>	32	—	84	172	160	164	144	272
<i>Fr. virescens</i>	—	—	—	—	44	—	24	4
<i>Fr. »</i> v. <i>mesolepta</i>	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>Frustulia rhomboides</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. rhomboides</i> v. <i>amphipleuroides</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. »</i> v. <i>saxonica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>Gomphonema acuminatum</i>	8	20	12	4	4	4	—	—
<i>G. acuminatum</i> v. <i>Brebissonii</i>	—	—	—	—	—	4	—	—

Tab. 1 (Forts.)

	4	6	8	10	12	14	16	18
<i>G. acuminatum</i> v. <i>coronata</i>	—	—	4	12	4	4	—	—
<i>G.</i> » v. <i>turris</i>	—	4	—	—	—	—	—	—
<i>G. angustatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G.</i> » v. <i>linearis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G.</i> » v. <i>sarcophagus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. apicatum</i>	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>G. augur</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G.</i> » v. <i>Gautieri</i>	—	—	8	—	—	—	—	4
<i>G. bohemicum</i>	—	—	4	4	—	4	—	—
<i>G. constrictum</i>	8	4	8	4	8	8	4	8
<i>G.</i> » v. <i>capitata</i>	—	—	—	—	—	—	4	4
<i>G. gracile</i>	16	—	12	8	—	—	—	4
<i>G.</i> » v. <i>lanceolata</i>	4	12	4	—	—	—	—	—
<i>G. intricatum</i>	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>G.</i> » v. <i>vibrio</i>	—	—	—	4	—	4	—	—
<i>G. longiceps</i> v. <i>montana</i>	8	8	—	—	—	4	—	—
<i>G.</i> » <i>montana</i> f. <i>suecica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G.</i> » v. <i>subclavata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. olivaceum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. parvulum</i>	12	44	4	12	8	—	—	4
<i>G.</i> » v. <i>micropus</i>	20	—	—	4	—	—	—	—
<i>G. subtile</i>	—	4	—	—	—	—	—	—
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>G. attenuatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>H. amphioxys</i> v. <i>maior</i>	8	20	4	8	—	4	—	—
<i>H.</i> » v. <i>vivax</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>H. elongata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>H. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Melosira ambigua</i>	44	48	20	8	28	28	96	60
<i>M. arenaria</i>	—	—	—	—	8	—	4	—
<i>M. distana</i>	64	20	8	8	—	12	4	20
<i>M.</i> » v. <i>lirata</i>	—	—	24	—	—	—	—	—
<i>M. granulata</i>	4	12	—	4	4	—	16	8
<i>M.</i> » v. <i>angustissima</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. islandica</i> ssp. <i>helvetica</i>	60	24	—	20	28	48	44	44
<i>M. italica</i>	—	4	28	—	4	8	—	—
<i>M.</i> » v. <i>valida</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. Juergensi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. undulata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. varians</i>	—	8	4	4	8	8	8	—
<i>Meridion circulare</i>	48	—	4	4	4	—	4	4
<i>M. circulare</i> v. <i>constricta</i>	8	16	4	4	—	—	4	—
<i>Navicula americana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. amphibola</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. anglica</i>	—	—	—	4	4	4	—	4
<i>N. bacilliformis</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>N. bacillum</i>	—	—	—	—	4	8	4	4
<i>N.</i> » v. <i>Gregoryana</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>N. cincta</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>N. cocconeiformis</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>N. cryptocephala</i>	—	—	—	4	—	4	—	—
<i>N. densestriata</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>N. dicephala</i>	4	—	4	—	4	—	—	4
<i>N. gastrum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. gregoria</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>N. Hustedtii</i>	8	24	—	8	16	8	12	4
<i>N. Jentzschii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. lacustris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. lapidosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. menisculus</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>N. minuscula</i>	—	—	4	4	8	—	4	—

20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	8	4	—	4	4	4	—	4	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—
—	4	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	4	—	—
4	4	4	—	—	4	4	—	4	—	4	—	—	—	—	8	—	—	4	4
—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—
4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	4	4	—	4	—	—
—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
—	4	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	4	—	—	—	4	4	—	—	4	4	—	4	8	—	—	—	—	4	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4	—	—	—	4	4	—	4
—	—	—	—	—	4	—	—	—	4	4	4	—	—	4	4	4	4	8	4
4	4	4	—	—	4	4	8	—	4	4	4	—	4	—	4	—	4	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	4	—	—	—	—	—
32	64	88	52	136	128	64	44	120	164	56	120	108	144	128	64	104	40	128	108
—	8	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	8	12	4	20	8	16
32	4	—	—	—	8	28	28	68	84	24	68	16	56	16	16	20	28	24	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	20	—	—	4	—	12
80	68	104	180	208	184	184	160	168	148	176	228	104	76	144	84	148	112	232	216
12	4	—	12	4	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	12	20	12	80	32	168	20	72	92	40	92	60	16	20	72	208	68	48	128
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	16	8	—	16	12	4	4	12	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	4	4	—	4	—	—	—	4	—	—	8	8	12	8	—	—	—	—	—
4	4	—	4	—	4	—	—	—	—	—	4	4	4	8	12	4	—	—	—
4	4	8	4	—	8	20	8	24	24	28	4	16	12	12	32	24	20	12	16
4	4	4	20	36	16	8	8	20	8	4	8	4	4	4	8	4	4	4	4
—	4	—	4	—	4	4	—	—	—	4	4	—	—	4	—	—	—	4	8
—	4	—	4	12	—	—	8	8	—	—	—	4	—	8	4	—	—	—	—
—	8	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	4	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	4	—	4	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4	4	4	8	4	—	4	—	4	—	4	4	4	—	—	—	4	4	—
4	4	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	4	4
4	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	4	4

Tab. 1. (Forst.)

	4	6	8	10	12	14	16	18
<i>N. oblonga</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pelliculosa</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>N. pseudoscutiformis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pupula</i>	—	4	—	—	—	—	4	—
<i>N. » v. capitata</i>	—	—	—	4	8	4	—	—
<i>N. » v. rectangularis</i>	4	—	4	4	—	12	—	4
<i>N. pusilla</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. radiosa</i>	8	8	24	12	16	12	4	4
<i>N. Reinhardtii f. gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. rhynchocephala</i>	—	—	—	4	4	4	—	4
<i>N. Rotaeana</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>N. scutelloides</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. subtilissima</i>	—	—	4	4	4	—	—	—
<i>N. tuscula</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>N. ventralis</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>Neidium affine</i>	—	—	—	—	4	—	4	—
<i>N. affine v. amphirhynchus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. » v. capitata</i>	—	—	—	4	—	4	—	—
<i>N. bisulcatum</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>N. dilatatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. dubium</i>	—	—	—	—	—	—	—	8
<i>N. iridis</i>	4	—	4	4	4	4	8	12
<i>N. » v. amphigomphus</i>	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>N. » v. ampliata</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>N. » f. vernalis</i>	4	—	—	4	4	4	4	—
<i>N. productum</i>	—	—	—	—	—	4	4	4
<i>N. Sauramoi</i>	—	—	—	—	4	—	—	4
<i>Nitzschia acuta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. Hantzschiana</i>	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. linearis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. recta</i>	—	—	—	—	—	4	4	—
<i>N. romana</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>N. sigmoidea</i>	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sublinearis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. spectabilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Opephora martyi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>P. appendiculata</i>	—	—	4	—	4	20	4	4
<i>P. borealis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. brevicostata</i>	8	4	4	—	—	—	—	—
<i>P. cardinalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. dactylus</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>P. divergens</i>	—	—	—	4	—	—	4	4
<i>P. esox</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. gentilis</i>	4	—	—	4	—	4	8	—
<i>P. gibba</i>	—	4	—	4	4	4	—	—
<i>P. » v. linearis</i>	4	—	8	4	4	4	—	—
<i>P. » v. subundulata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. hemiptera</i>	—	—	—	—	4	—	—	4
<i>P. Hyppäei</i>	—	—	—	4	4	—	—	—
<i>P. interrupta</i>	—	—	4	4	4	4	4	4
<i>P. karelica</i>	—	—	—	4	—	—	8	4
<i>P. lata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. legumen</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. maior</i>	—	—	4	4	4	4	4	—
<i>P. mesolepta</i>	—	—	—	8	12	—	4	4
<i>P. » f. angusta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. microstauron</i>	—	—	4	—	4	—	—	—
<i>P. » v. Brebissonii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. nobilis</i>	28	—	4	—	4	4	8	8

Tab. 1. (Forst.)

	60	62	64	66	68	70	72	74
<i>N. oblonga</i>	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>N. pelliculosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pseudoscutiformis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pupula</i>	—	4	—	—	4	—	—	—
<i>N. » v. capitata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. » v. rectangularis</i>	—	4	—	—	4	—	—	—
<i>N. pusilla</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. radiosa</i>	—	8	—	4	12	4	4	—
<i>N. Reinhardtii f. gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. rhynchocephala</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. Rotaeana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. scutelloides</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>N. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. subtilissima</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. tuscula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. ventralis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Neidium affine</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. affine v. amphirhynchus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. » v. capitata</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>N. bisulcatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. dilatatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. dubium</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. iridis</i>	4	—	4	—	4	4	—	4
<i>N. » v. amphigomphus</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>N. » v. ampliata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. » f. vernalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. productum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. Sauramoii</i>	—	—	—	4	—	4	—	—
<i>Nitzschia acuta</i>	—	4	4	—	—	—	—	—
<i>N. Hantzschiana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. linearis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. recta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. romana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sigmoidea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sublinearis</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>N. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. spectabilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Opephora martyi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. appendiculata</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>P. borealis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. brevicostata</i>	—	—	4	4	—	—	—	—
<i>P. cardinalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. dactylus</i>	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>P. divergens</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>P. esox</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. gentilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. gibba</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>P. » v. linearis</i>	—	4	—	—	—	4	4	—
<i>P. » v. subundulata</i>	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>P. hemiptera</i>	4	—	4	—	4	—	—	—
<i>P. Hyypäei</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>P. interrupta</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>P. karelica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. lata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. legumen</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. maior</i>	4	—	—	—	4	—	—	—
<i>P. mesolepta</i>	8	4	—	—	—	4	4	—
<i>P. » f. angusta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. microstauron</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. » v. Brebissonii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. nobilis</i>	20	4	4	12	4	4	—	8

Tab. I. (Forts.)

	4	6	8	10	12	14	16	18
<i>P. nodosa</i>	—	—	—	—	—	4	4	—
<i>P. polyonca</i>	—	—	—	4	—	8	4	4
<i>P. platycephala</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. sp.</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>P. sp. fragm.</i>	—	40	16	—	—	—	24	4
<i>P. subcapitata</i>	4	4	—	—	4	—	—	—
<i>P. » v. Hilseana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. subsolaris</i>	—	—	—	4	8	4	—	—
<i>P. viridis</i>	16	—	4	4	—	8	4	8
<i>P. » v. sudetica</i>	—	12	—	4	4	—	—	—
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Rhopalodia gibba</i>	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>R. parallela</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stauroneis acuta</i>	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>S. acuta v. hyalina</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. ancept</i>	—	—	4	8	4	4	—	4
<i>S. » f. gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. » v. hyalina</i>	4	—	—	4	—	12	—	—
<i>S. phoenicenteron</i>	20	16	16	8	12	12	16	8
<i>S. Smithii</i>	—	—	—	4	4	—	—	—
<i>Stephanodiscus astraea</i>	—	4	—	4	4	32	24	16
<i>S. astraea v. minutula</i>	—	—	—	4	4	—	4	8
<i>S. dubius</i>	—	8	8	4	36	16	48	40
<i>S. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Suriella biseriata</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>S. biseriata v. bifrons</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. Capronii</i>	—	—	4	—	—	4	—	—
<i>S. linearis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. » v. constricta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. » v. helvetica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. robusta</i>	—	—	—	4	—	8	4	—
<i>S. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	16	8
<i>Synedra acus</i>	—	—	4	4	—	—	—	—
<i>S. capitata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. nana</i>	—	12	—	8	—	4	—	—
<i>S. parasitica v. subconstricta</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>S. ulna</i>	20	12	16	8	8	4	—	4
<i>Tabellaria binalis</i>	4	12	8	8	—	12	—	—
<i>T. fenestrata</i>	40	88	48	24	12	24	16	4
<i>T. flocculosa</i>	40	28	12	8	4	8	4	4
<i>Tetracyclus lacustris</i>	8	4	112	56	72	64	4	4
<i>T. lacustris v. capitata</i>	—	—	16	8	8	—	4	12
<i>T. » v. elongata</i>	—	—	8	8	—	—	—	—
<i>T. » v. strumosa</i>	—	—	28	12	4	4	—	—

Tab. 1. (Forts.)

	60	62	64	66	68	70	72	74
<i>P. nodosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. polyonca</i>	—	—	4	—	4	—	4	—
<i>P. platycephala</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. sp.</i>	4	—	4	—	—	—	—	—
<i>P. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. subcapitata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. » v. Hilseana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. subsolaris</i>	—	—	—	4	—	4	4	—
<i>P. viridis</i>	—	—	4	4	—	4	4	4
<i>P. » v. sudetica</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	—	—	—	—	—	4	—	—
<i>Rhopalodia gibba</i>	4	4	8	8	4	4	8	4
<i>R. parallela</i>	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Stauroneis acuta</i>	4	—	—	8	—	—	4	—
<i>S. acuta v. hyalina</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. anceps</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. » f. gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. » v. hyalina</i>	4	—	—	4	—	—	—	—
<i>S. phoenicenteron</i>	16	4	12	4	4	—	8	—
<i>S. Smithii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stephanodiscus astraea</i>	32	32	44	64	52	40	32	32
<i>S. astraea v. minutula</i>	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>S. dubius</i>	12	20	24	12	16	4	4	16
<i>S. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Surirella biseriata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. biseriata v. bifrons</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. Capronii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. linearis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. » v. constricta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. » v. helvetica</i>	—	—	—	—	—	—	4	4
<i>S. robusta</i>	4	—	—	4	4	—	—	—
<i>S. sp. fragm.</i>	4	12	8	4	12	24	4	16
<i>Synedra acus</i>	—	—	—	4	—	—	—	—
<i>S. capitata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. nana</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. parasitica v. subconstricta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. ulna</i>	8	12	8	4	8	8	16	8
<i>Tabellaria binalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. fenestrata</i>	—	—	8	4	—	—	4	—
<i>T. flocculosa</i>	—	4	4	4	4	4	—	—
<i>Tetracyclus lacustris</i>	—	—	4	—	—	—	4	—
<i>T. lacustris v. capitata</i>	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>T. » v. elongata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. » v. strumosa</i>	—	—	4	—	—	—	—	—

Besonders gut zeigt das Vorkommen einzelner Diatomeengattungen die Verschiedenheit unter den Diatomeenfloraen aus verschiedenen Sedimenten. In Diagr. 6 ist die Gattung *Gomphonema* wiedergegeben. Aus der Kurve ist zu ersehen, dass die *Gomphonema*-Arten nur in den obersten Proben 4 bis 10 individuenreich vorkommen und von Probe 10 an abwärts der Individuenreichtum sehr schnell abnimmt.

Diesen Unterschied sehen wir noch besser bei der Gattung *Pinnularia*, die ihren maximalen Individuenreichtum in Probe 108 (48 % aller in dieser Probe vorkommenden Diatomeen) erreicht (Diagr. 4). Die *Pinnularien* haben eigentlich zwei Entwicklungsperioden — eine grössere Periode in den untersten Sedimentschichten, aus denen die Proben 102—114 entnommen sind, und eine kleinere Periode in den Sedimenten, aus denen die Proben 4—60 stammen. Zwischen diesen zwei Perioden, aus denen die Proben 62—100 stammen, findet man *Pinnularien* sehr selten, und sie haben keine Bedeutung für die Diatomeenflora jener Zeit.

Von den oben beschriebenen beiden Gattungen gehört die eine zu den Epiphyten und die andere zu den Benthosformen, deshalb ist es sehr interessant zu sehen, wie eine Gattung sich auf ein Vertikalprofil verteilt, wo nur die Planktondiatomeen vorhanden sind. Im folgenden werden wir sehen, wie die *Melosiren* vorkommen, die zu den Planktonformen gehören (Diagr. 8). Die *Melosiren* treten dagegen in den obersten Proben, wo gerade die Epiphyten und Benthosdiatomeen sehr individuenreich vorhanden waren, sehr selten hervor. Erst von Probe 28 an nehmen die *Melosiren* in der Zahl zu und erreichen ihr Maximum in Probe 102 oder in den beinahe untersten Sedimentschichten.

Auch findet man in den einzelnen Sedimentproben Diatomeen, die in den anderen Sedimentproben nicht mehr vorkommen. So enthält Probe 4 *Diatoma elongata*, *Gomphonema intricatum*, *Nitzschia Hantzschiana* und *N. sigmoidea*, die nur in dieser Probe vorhanden sind und in allen anderen fehlen (Tab. 1). Nur in Probe 6 finden sich *Eunotia triodon*, *Gomphonema acuminatum* v. *turris* und *G. subtile* oder drei Arten. Wenn man alle Proben so durchsieht, findet man beinahe in jeder Probe einzelne Diatomeen, die nur in der betreffenden Probe vorkommen und in den anderen fehlen. So findet man in Probe 114 *Nitzschia spectabilis*, die nur in dieser Probe vorhanden ist. Diese obengenannten Diatomeen, die häufig sehr selten in den Proben vorkommen, sind für diese Proben charakteristisch und ebenso für die damalige Diatomeenflora. Häufig sind diese charakteristischen Diatomeen gegen die Nährsalzkonzentrationen und die Temperatur recht empfindlich. Bei guter Kenntnis dieser Faktoren aus der Gegenwart lassen sich auch Schlüsse über die Vergangenheit ziehen.

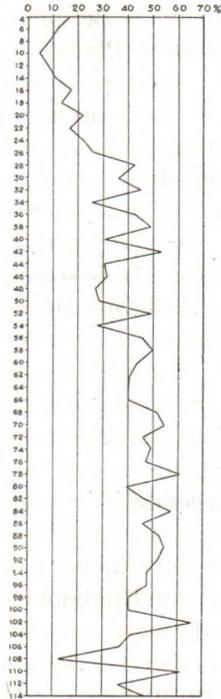
Die Diatomeenflora in dem Vertikalprofil des Sees Vieljärvi hat sich so geändert, dass am Anfang der See-Entwicklung und in den obersten Sedimentschichten oder in den letzten Zeiten der See-Entwicklung die Benthosdiatomeen gut gedeihen konnten. In der mittleren Zeit, als das

Wasser im See tiefer war, kamen die Planktondiatomeen reichlicher vor (Tab. 1 und Diagr. 1).

Es ist interessant zu beobachten, warum die Diatomeenpräparate bei oberflächlicher Beobachtung so ähnlich zu scheinen. Wenn wir die gemeinsamen Diatomeen in zwei nebeneinander vorkommenden Diatomeenpräparaten beobachten, sehen wir, dass diese Diatomeen, die beiden Proben gemeinsam sind, auch beinahe immer reichlich hervortreten (Tab. 1). Wenn man die rezenten Diatomeen aus dem See Vieljärvi mit denen aus Probe 4 vergleicht, sieht man, dass die beiden Proben 34 gemeinsame Arten und Varietäten enthalten. In Prozenten macht das nur 20 % der rezenten Diatomeen und sogar 64 % von Probe 4. Aus diesen Zahlen sieht man, dass die rezente Diatomeenflora in dem See Vieljärvi sehr viel von der fossilen Diatomeenflora abweicht oder sehr viele Arten und Varietäten enthält, die unter den fossilen Diatomeen fehlen.

Es ist sehr wichtig auch festzustellen, ob unter den Diatomeenfloren in den nebeneinander entnommenen Sedimentproben auch ebenso grosse Unterschiede bestehen, wie wir das oben bei den rezenten und fossilen Diatomeenfloren festgestellt haben. In den Proben 4 und 6 kommen 31 Diatomeen vor, die beiden gemeinsam sind. Das macht 58 % der Diatomeenflora von Probe 4 und 62 % von Probe 6 aus. Wie man sieht, sind die Diatomeenfloren in den beiden Proben recht ähnlich, und wenn wir noch beachten, dass diese gemeinsamen Arten und Varietäten in den Präparaten häufig vorkommen, so verstehen wir, warum die Präparate bei oberflächlicher Beobachtung sehr ähnlich aussehen. Wenn man aber weiter voneinander entfernt liegende Proben miteinander vergleicht, wie z. B. die Proben 4 und 114, ist zu erkennen, dass die Unterschiede viel grösser sind. Diese beiden obengenannten Proben haben 15 gemeinsame Arten und Varietäten, was für die erste Probe 28 % aller Diatomeen und für die zweite oder die letzte Probe in dem Vertikalprofil 36 % ausmacht. Diese Angaben zeigen sehr gut, dass wir es hier mit ganz abweichenden Diatomeenfloren zu tun haben, die unter abweichenden ökologischen Wachstumsbedingungen gedeihen sind.

Wenn man die ökologischen Wachstumsbedingungen in den geologischen Zeiten zu untersuchen gedenkt, dann muss man alle obengenannten kleinen Unterschiede sehr genau berücksichtigen, wie wir das unten näher sehen werden.



Diagr. 8. Melosiren.

3. LITORINA- UND ANCYLUSZEITLICHE SEDIMENTE.

Auf Grund der fossilen Süßwasserdiatomeen ist die geologische Zeitbestimmung eigentlich sehr schwer auszuführen, denn in dieser Hinsicht fehlen alle Untersuchungen, und man kann die früheren Untersuchungen nicht als Beispiele verwenden. In dieser Hinsicht helfen uns auch die Epiphyten, Plankton- und Benthosdiatomeen, denn im Profil ist kein scharfer Unterschied zwischen den einzelnen Proben festzustellen (Diagr. 1). Bei der geologischen Zeitbestimmung können uns die einzelnen Diatomeenarten und -varietäten helfen. Wie wir oben schon gesehen haben, treten einzelne Diatomeen nur in den obersten Sedimentschichten, andere wieder in den Mittleren und dritte in den untersten Sedimenten auf.

Wie aus der Diatomeenflora hervorgeht, war der See Vieljärvi schon damals, als diese Sedimente sich absetzten, aus denen Probe 114 entnommen ist, ein Binnensee und enthielt süßes Wasser. Es wäre jetzt noch festzustellen, in welcher geologischen Periode diese Sedimente entstanden sind.

Die Sedimente, denen die Proben 109—114 entstammen, sind während der Rhabdonemazeit abgesetzt worden. Auf dieser Feindetritusgyttja liegt eine 20 cm dicke Sandschicht, die ebenfalls während der Rhabdonemaregression entstanden ist. In derselben Zeit ist die auf der Sandschicht liegende Torfschicht an Ort und Stelle gewachsen. Bis dahin reichen die Rhabdonemaablagerungen, und von der Torfschicht an aufwärts haben wir es mit Ancycluszeitsedimenten zu tun. In dieser Untersuchung werde ich immer Rhabdonemazeitsedimente, Ancycluszeitsedimente und Litorinazeitsedimente verwenden, da sie sich nach meiner Ansicht in diesen Zeiten abgesetzt haben, als in Finnland das Rhabdonemameer, Ancyclussee und Litorinameer bestanden haben, aber bis zum Vieljärvi nicht reichten.

Dass diese Sedimente während der Rhabdonemazeit abgesetzt worden sind, lässt sich dadurch bestätigen, dass die in diesen Sedimentproben vorkommenden fossilen Diatomeen von denen aus den Sedimenten von der obersten Torfschicht an aufwärts ganz eine andere Flora bilden und recht deutlich von diesen abweichen. In diesen Proben ist die Artenzahl der Diatomeen viel kleiner als in den obersten Proben. So fehlen in den Proben beinahe alle in Finnland in den Ancyclusseesedimenten vorkommenden charakteristischen Diatomeen (Tab. 1). Einzelne Formen findet man wohl in den Sedimenten der Rhabdonemazeit, aber wie an Hand des Vertikalprofils aus der Stadt Helsinki hervorging, kommen die charakteristischen Ancyclusseediatomeen auch bei Helsinki in den Yoldiasedimenten mehr oder weniger selten in den Präparaten vor (MÖLDER 1944 a).

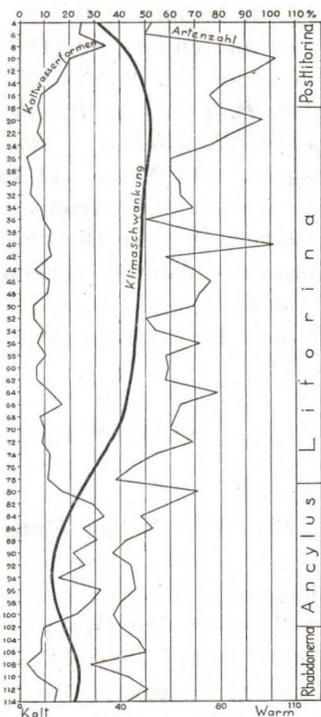
Etwas unterhalb der Probe 102 fangen die Ancycluszeitsedimente an und gehen bis zu Probe 78, so dass Probe 80 noch zu der Ancycluszeit gehört (Diagr. 9). Der lehmige Sand, aus dem die Proben 101 und 102 entnommen worden sind, ist in dieser Zeit entstanden, als der Ancyclussee transgredierte und das Land wieder mit Wasser bedeckte. Als die Wellen

auf das Land vorgedrungen waren, haben sie auch Sand mitgebracht und zusammen mit Lehm in den See befördert, wo sie dieses Material dann langsam abgesetzt haben. Nach der Ancylostansgression trat wieder ein Stillstand ein, und von dieser Zeit an wurde die Feindetritusgyttja auf dem Seeboden abgesetzt (Diagr. 1).

Dass die Sedimente sich während der Ancylostzeit abgesetzt haben, aus denen die Proben 80—102 entnommen sind, zeigen die charakteristischen Ancylostseediatomeen, die nur in diesen Sedimentschichten sehr selten hervortreten. Von diesen Arten zu nennen sind *Melosira arenaria*, *Amphora ovalis*, *Campylodiscus noricus* zusammen mit der Varietät *hibernica*, *Gyrosigma attenuatum* u. a., die wir schon oben genannt haben (Diagr. 3, 5 und 6).

Wenn man die optimale Entwicklung dieser Diatomeen beobachtet, denen auch *Epithemia turgida* zugezählt werden kann, so ist zu ersehen, dass diese Diatomeen nur in diesen Sedimenten gut gedeihen konnten, die jetzt zu den Ancylostzeitsedimenten gerechnet worden sind (Diagr. 9). Während der Ancylostzeit sind die Melosiren auch sehr gut gewachsen, und gerade in den Ancylostzeitsedimenten erreichen sie ihre maximale Individuenreichtum (Diagr. 8). Dass wir es hier mit der Ancylostzeit zu tun haben, bestätigen ihrerseits die Diatomeenarten und -varietäten, denn gerade in diesen Sedimenten findet man weniger Arten und Varietäten, als in den darüber liegenden Sedimenten (Diagr. 9). Es ist wahrscheinlich, dass die Übergangsperiode zwischen Ancylost und Litorina von Probe 74 bis 80 dauerte, denn in diesen zeigt sich die Veränderung der Diatomeenflora am deutlichsten.

Von Probe 74 an aufwärts fängt die richtige Litorinazeitsedimentschicht an und dauert wenigsten bis zu Probe 16. Diese oberste Grenze ist sehr schwer genau festzustellen, so dass wir mit den Proben 14—20 rechnen können. Von den Proben 14—20 an aufwärts sind die Postlitorinasedimente bis zur Gegenwart vorhanden. In den Postlitorinazeitsedimenten treten besonders die Epiphyten und ebenso die Benthosdiatomeen individuenreich auf (Diagr. 3, 5, 6 und 7). Auch findet man in diesen Sedimenten die heutzutage meistens in den Binnenseen auftretende Planktonformen *Tabellaria fenestrata* und *T. flocculosa*, zu denen sich die Benthosdiatomeen *Tetracyclus lacustris* mit den Varietäten gesellt (Diagr. 1). In den Litorina-



Diagr. 9. Vertikalprofil aus dem See Vieljärvi und die Klimaschwankung.

sowie in den Postlitorinazeitsedimenten kommen die Diatomeen viel arten- und varietätenreicher vor, als wir das bei den Rhabdonema- und Ancycluszeitsedimenten feststellen (Diagr. 9 und Tab. 1).

Von den für die Litorinazeitsedimente charakteristische Arten zu nennen ist *Cyclotella comta*, die sich schon am Ende der Ancycluszeit zu entwickeln beginnt und am Anfang der Litorinazeit ihre maximalen Individuenzahlen erreicht (Diagr. 7). Zu dieser Gruppe gehören noch *Navicula americana*, *N. pupula*, *Neidium iridis*, *Pinnularia appendiculata*, *P. dactylus*, *P. divergens*, *P. gibba* v. *linearis*, *P. interrupta*, *P. karelica*, *P. polyonca*, *P. subsolaris*, *Rhoicosphenia curvata* und *Rhopalodia gibba* oder insgesamt 14 Arten und Varietäten. Wie aus Obigen hervorgeht, sind die Pinnularien recht arten- und varietätenreich vertreten. Es ist unmöglich zu sagen, ob diese Diatomeen auch in den anderen Binnenseen in den Litorinazeitsedimenten vorkommen oder nicht, da diesbezügliche Untersuchungen fehlen. Es ist sehr interessant zu bemerken, dass die Diatomeen in dem Postlitorina ihren maximalen Artenreichtum haben.

4. DIE KLIMASCHWANKUNGEN IM LICHT DER FOSSILEN DIATOMEENFUNDE.

Schon in meiner Untersuchung »Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen« habe ich gezeigt, dass die fossilen Diatomeen bei der Feststellung der Klimaveränderungen gute Indikatoren sind (MÖLDER 1943 a). Dieselbe Klimaschwankung konnte ich feststellen bei Helsinki, wo in den Ancycluszeitsedimenten viel mehr Kaltwasserdiatomeen vorhanden waren (MÖLDER 1944 a).

Auch in dem Vertikalprofil des Sees Vieljärvi sieht man, dass die Kaltwasserdiatomeen in den Proben 4—14 und 78—102 viel individuen- und auch artenreicher vorkommen (Diagr. 9). In den Proben 16—76 und 104—110 treten sie auch hervor, aber die Arten- und Individuenzahl ist bedeutend kleiner. In den Proben 112 und 114 finden sich wieder die Kaltwasserdiatomeen reichlicher in den Sedimenten. Jetzt erhebt sich die Frage, warum die Kaltwasserdiatomeen in gewissen Sedimentschichten regelmässig reichlicher vorkommen und in anderen wiederum zurückgehen.

In der Gegenwart kommen die Kaltwasserdiatomeen in Finnland individuenreicher im Frühling und im Herbst vor, wenn das Wasser in den Gewässern kälter als in den Sommermonaten ist. Im Sommer dagegen, wenn das Wasser bedeutend wärmer ist, gehen die Kaltwasserdiatomeen in ihrem Individuenreichtum zurück. Aus diesem Vorkommen geht hervor, dass die Kaltwasserdiatomeen im kalten Wasser gut gedeihen können und, wenn das Wasser wärmer wird, sie nicht mehr so gut wachsen.

Auf Grund der rezenten Diatomeen kann geschlossen werden, dass das Wasser damals, als die Kaltwasserdiatomeen in den Sedimenten des Vertikal-

profils reichlicher hervortraten, kälter war als in diesen Zeitperioden, wo die Kaltwasserdiatomeen nicht so reichlich vorhanden waren (Diagr. 9). Auf Grund der Kaltwasserdiatomeen und auch der Diatomeen-Artenzahl ist die Klimaschwankungskurve in Diagr. 9 eingezeichnet. Die linke Seite bedeutet »kälter» und die rechte Seite »wärmer». Wie man sieht, war das Wasser und ebenfalls das Klima während der Rhabdonemazeit beinahe ebenso warm wie heutzutage. Am Ende der Rhabdonemazeit wurde das Klima langsam kälter, und während der Ancycluszeit war es recht kalt. Sein Minimum erreicht es in der Mitte der Ancyclusperiode, und damals war die Temperatur ca. 3° C kälter als sie jetzt ist. Am Ende der Ancycluszeit wurde das Wasser langsam wieder wärmer, was man aus der Artenzahlsteigerung feststellen kann (Diagr. 9).

In der Mitte der Litorinazeit ist das Klima die ganze Zeit warm und viel wärmer als in der Ancycluszeit und in der Gegenwart. Diese Wärmeperiode dauert die ganze Litorinazeit bis zum Anfang der Postlitorinazeit und nimmt erst seit Beginn unserer Zeitrechnung langsam wieder ab. Das Wasser an dieser Stelle, an der das Vertikalprofil erbohrt worden ist, wurde deshalb kälter, und die Kaltwasserdiatomeen kommen reichlicher hervor, so dass die Bucht schon zugewachsen ist und Moose und höhere Wasserpflanzen die Wasseroberfläche bedecken. Durch diese Pflanzen ist die Einstrahlung in das Wasser gehindert, die Kaltwasserdiatomeen treten individuenreich in die Erscheinung, und die gewöhnliche Diatomeen, die heutzutage noch in dem See gedeihen, sind an dieser Stelle verschwunden.

Es ist interessant festzustellen, dass in dem Vertikalprofil aus der Stadt Helsinki die Kaltwasserdiatomeen auch individuenreich in den Ancyclusseesedimenten vorkommen und in der Litorinazeit zurückgehen. Aus der vorliegenden Untersuchung und aus der Arbeit »Klimaschwankung auf Grund der fossilen Diatomeen in Südfinnland» geht hervor, dass die Kaltwasserdiatomeen an beiden Stellen auf recht ähnlicher Weise in den Sedimenten vorkommen und dass das Klima während der Ancycluszeit kälter war als während der Yoldia- und Litorinazeit (MÖLDER 1944 a).

5. ZUSAMMENFASSUNG.

Auf Grund der obigen Untersuchung lässt sich aussagen, dass der See Vieljärvi in der Rhabdonemazeit ein selbständiger Binnensee wurde und alle Verbindungen nach dem Ladogasee aufgehört hatten. Diese Abschnürung trat ein, weil sich das Land während der Rhabdonemazeit langsam gehoben hat und in dieser Zeit sich an den Ufern des Sees Torfmoor gebildet hat, von dem wir Reste in dem Vertikalprofil in 11 m Tiefe angetroffen haben (Diagr. 1).

Die Diatomeenfloren und besonders das Vorkommen der Diatomeenarten in den Sedimentproben des Vertikalprofils bestätigen, dass sich die

Temperatur während der Entwicklungsgeschichte des Sees verändert hat und in der Ancycluszeit kälter gewesen ist als in der Rhabdonema- und Litorinazeit.

In der zugewachsenen Bucht bei dem Dorf Vieljärvi kommen die alten zu dem Karelischen Eismeer gehörende Sedimente nicht vor oder es ist auch möglich, dass diese alte Meeressedimente mit dicken Sandschichten bedeckt sind und der Moorbohrer durch diese Sandschichten nicht durchdringen konnte.

6. LITERATURVERZEICHNIS.

- AARIO, L., 1939, Der Tümmelerfund von Kolosjoki und die Entwicklungsgeschichte der Wälder Petsamos. — *Fennia*, 66, n:o 4, S. 1—12.
- AUROLA, E., 1938, Die postglaziale Entwicklung des südwestlichen Finnlands. — *Diss.*, Helsinki. — *Bull. Comm. géol. Finlande*, 121, S. 1—166.
- BRANDER, G., 1935, Die baltische Diatomeen-Succession des Bålen-Beckens. — *Geol. Fören. Förhandl.*, 57, S. 318—340.
- CLEVE-EULER, ASTRID, 1939, Bacillariaceen-Assoziationen im nördlichsten Finnland. — *Acta Soc. Scient. Fenn.*, N. S., B 2, n:o 3, S. 1—41.
- FROMM, E., 1938, Geochronologisch datierte Pollendiagramme und Diatomeenanalysen aus Ängermanland. — *Geol. Fören. Förhandl.*, 60, S. 365—381.
- HALDEN, B. E., 1929, Kvärtärgeologiska diatomacestudier belysande den postglaziala transgressionen å svenska Västkusten. — *Ibid.*, 51, S. 311—366.
- HUSTEDT, FR., 1942, Diatomeen aus der Umgebung von Abisko in Schwedisch-Lappland. — *Arch. Hydrobiol.*, 39, S. 82—174.
- HYYPÄ, E., 1937, Post-glacial Changes of Shore-line in South Finland. — *Bull. Comm. géol. Finlande* 120, S. 1—225.
- 1942, Beiträge zur Kenntnis der Ladoga- und Ancylustransgression. — *C. R. Soc. Géol. de Finlande*, 15, S. 138—178.
- 1943, Itämeren historia uusimpien Itä-Karjalassa suoritetujen tutkimusten valossa. — *Terra*, n:o 3—4, S. 122—127.
- KILPI, S., 1937, Das Sotkamo-Gebiet in spätglazialer Zeit. — *Diss.* Helsinki. — *Bull. Comm. géol. Finlande*, 117, S. 1—118.
- KOLBE, R. W., 1925, Über das Vorkommen von Salzwasserdiatomeen im Binnenlande. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 43, S. 80—86.
- KRASSKE, G., 1937, Spät- und postglaziale Süßwasser-Ablagerungen auf Rügen. II. Diatomeen aus den postglazialen Seen auf Rügen. — *Arch. Hydrobiol.*, 31, S. 38—53.
- 1943, Zur Diatomeenflora Lapplands. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 61, H. 3, S. 81—88.
- LUNDQVIST, G., 1927, Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen. — *Die Binnengewässer*, 2, S. 1—124.
- 1940, Zur Mikroskopie der Binnenseesedimente. — *Verh. Intern. Ver. theor. u. angew. Limnologie*, 9, S. 111—144.
- u. THOMASSON, H., 1923, Diatomacéekologi och kvartärgeologi. — *Geol. Fören. Förhandl.*, 45, S. 379—385.
- LUTHER, H., 1938, Algen aus dem westlichen Enare in Lappland. — *Memor. Soc. F. Fl. Fenn.*, 14, S. 54—62.
- MÖLDER, K., 1937, Die rezente Eunotienflora Finnlands. — *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo*, 8, n:o 7, S. 1—29.
- 1938, Die rezente Diatomeenflora Estlands. — *Ibid.*, 12, n:o 2, S. 1—64.
- 1939, Einige neue Diatomeen aus Finnland. — *Ibid.*, 11, n:o 3, S. 18—22.
- 1943, Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht. — *Ibid.*, 18, n:o 2, S. 1—204. — *Bull. Comm. géol. Finlande*, 127, S. 1—204.
- 1943 a, Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen. — *Geol. d. Meere u. Binnengew.*, Bd. 6, H. 2, S. 148—240.

- MÖLDER, K., 1943 b, Die regionale Verteilung der Seetypen in Estland. — Arch. Hydrobiol., 39, S. 403—414.
- »— 1944, Karelisches Eismeer im Lichte der fossilen Diatomeenfunde. — Bull. Comm. géol. Finlande. 16.
- »— 1944 a, Klimaschwankung auf Grund der fossilen Diatomeen in Südfinnland. — Ibid. 16.
- SAURAMO, M., 1940, Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan. — 286 s. Porvoo—Helsinki.
- SCHULTZ, P., 1926, Die Kieselalgen der Danziger Bucht. — Bot. Arch., 13, S. 149—327.
- VÄLIKANGAS, I., 1926, Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. — Acta Zool. Fenn., 1, S. 1—298.
- »— 1933, Über die Biologie der Ostsee als Brackwassergebiet. — Verh. Intern. Ver. theor. u. angew. Limnologie, 6, S. 62—112.
- WILLER, A., 1931, Vergleichende Untersuchungen an Strandgewässern. — Ibid., 5, S. 197—231.

ÜBER DIE BEZIEHUNG EINIGER MOORPFLANZEN ZU DER GRUNDWASSERHÖHE

Von

O. V. LUMIALA.

Wenn ich bei meinen in den vergangenen Jahren ausgeführten Mooruntersuchungen die Standortbedingungen der Moorpflanzen zu analysieren versucht habe, hat sich meine Aufmerksamkeit immer mehr der Bedeutung des Grundwasserstandes und seiner Schwankungen als Standortfaktors und ihrem Einfluss bei der Einstellung der Niveaulage der Beständen und der Pflanzengesellschaften zugewandt. Diese Bedeutung des Grundwassers als Standortfaktor ist an sich nichts Neues, denn es haben ja schon zuvor viele Forscher besonders darauf hingewiesen (z. B. MALMSTRÖM 1923, KOTILAINEN 1927, GAMS und RUOFF 1928, METSÄVAINIO 1931, MULTAMÄKI 1936 und PAASIO 1941). Trotz aller früheren Betonung des Sachverhalts ist das Grundwasser nebst Höhenstand und Variationsamplitude nicht Gegenstand gleich intensiver Untersuchung wie die übrigen wesentlichen Standortfaktoren geworden. Obgleich schon MALMSTRÖM (1923) mit seinen genauen Messungen das Abhängigkeitsverhältnis einiger Moorpflanzen von der Höhe des Grundwasserspiegels nachgewiesen und ihr Verhalten zu seinen Schwankungen klargelegt sowie dadurch den Weg zur Beobachtung dieses Standortfaktors gezeigt hat, haben sich fast alle späteren Erforscher der Standortfaktoren der Moorpflanzen mit okularen Schätzungen der Feuchtigkeits- und Trockenheitsansprüche der Arten zufrieden gegeben. Trotzdem derartige okulare Beobachtungen oft ein sogar sehr treffendes Bild geben und z. B. bei der ökologischen Gruppierung der Arten auch beträchtlich helfen, bestehen auf ihrer Grundlage meines Erachtens weder Möglichkeiten, zu einer objektiven Auffassung von dem Verhalten der verschiedenen Arten gegenüber diesem Faktor zu gelangen, noch lässt sich ein durchaus zuverlässiges ökologisches System gewinnen.

Dass die Beobachtung der Grundwasserhöhe an den Standorten der Artbeständen und Gesellschaften auf diesem Stand verharret ist, hat hauptsächlich daran gelegen, dass der Grundwasserstand an den Moorstandorten sowohl während der Vegetationsperiode als auch in den verschiedenen Jahren sehr erheblich wechselt und es dadurch schwer erscheint, überhaupt solche Werte zu bestimmen, die für die Klärung der gegenseitigen Lage der verschiedenen Artbeständen und Pflanzengesellschaften von Bedeutung wären. Da jedoch sowohl bei den Artbeständen als auch bei den Pflanzengesellschaften auf der Mooroberfläche eine bestimmte Niveauhöhe und

Zonation zu erkennen ist, die von keinen anderen Faktoren als vom Grundwasser abhängig zu sein scheint, hat man trotz allem danach zu streben, auch diese Frage zu lösen, und dabei kommt es darauf an, den Beobachtungen nach möglichst exakten Werten zu streben.

Beachten wir in diesem Zusammenhang die Bedeutung, die dem Grundwasserstand für den Humifizierungsvorgang des aus den Moorsoziationen entstehenden Torfes zukommt. Es ist offenbar, dass der Grundwasserstand, der zugleich eine Art Isolierungsebene zwischen einer sauerstoffreichen und einer sauerstoffarmen Torfschicht ausmacht, vielleicht sogar entscheidend auf die Geschwindigkeit wie auch den allgemeinen Gang der Torfhumifizierung einwirkt. In der Torfschicht oberhalb dieses Niveaus geht Verwesung vor sich, aber unterhalb desselben mögen die Prozesse der Torfveränderung, Fäulnis und Vermoderung, an die Vorgänge (BÜLOW 1929) zu unvollständiger Zersetzung von Pflanzenresten in sauerstoffarmen Zustand (Vertorfung) grenzen. Wie die Bohrungen erwiesen haben, ist bei den in den verschiedenen Moorschichten anzutreffenden Torfarten und ihren Humifizierungsgraden im allgemeinen eine grosszügige Parallelität zwischen dem aus hydrophilen Soziationen bestehenden und dem rohen Torf sowie demgegenüber zwischen dem aus schwach hydrophilen Soziationen und dem humifizierten Torf zu erkennen. Da das sogar noch bei verhältnismässig alten Torfen (z. B. in dem Moor Hirvineva in Parkano, Satakunta, findet sich in ca. 6.5—7.0 m Tiefe ganz roher Torf) wahrgenommen werden kann, ist es klar, dass die Veränderungen, die bei der Humifizierung des Torfes eintreten, grösstenteils herrühren aus der Zeit, in der der Torf sich in seinem Entstehungsstadium, d. h. im unmittelbaren Einflussbereich des Grundwasserspiegels befindet, und dass die Veränderungen, die im Torfe vor sich gehen, nachdem er in den Wirkungsbereich des Grundwasserspiegels und besonders des sauerstoffarmen Grundwassers gelangt ist, sehr unbedeutend sind (vgl. BÜLOW 1929 und LÜDI 1930). Es scheint also einleuchtend, dass auch für die Erhellung der Humifizierungsvorgänge im Torf die Beobachtung des Grundwasserstandes wertvolles Material beizubringen vermag.

In einem früheren Aufsatz habe ich die Bedeutung des Grundwassers als Standortsfaktor ein wenig behandelt und dabei bemerkt, dass es gewissermassen durch Vermittlung zweier getrennter Teilfaktoren auf die Zusammensetzung der Pflanzendecke einwirkt. Als diese Teilfaktoren habe ich den allgemeinen relativen Stand des Grundwasserspiegels und seine Bedeutung für die Pflanzenarten sowie auf der anderen Seite die vegetationszeitlichen Schwankungen dieses Grundwasserstandes und ihre Bedeutung dargestellt. Ich habe angeführt, dass der mehr oder weniger stabile Grundwasserstand eine Zonation der Pflanzenarten und -soziationen in erster Linie gemäss dem für die normalen Lebensfunktionen der Individuen notwendigen Wasserbedarf und Wasserzufuhrvermögen bewirkt, während die Schwankungen des Grundwasserspiegels wiederum eine Zona-

tion verursachen, je nachdem jede Art periodische Dürre oder submerse Verhältnisse verträgt (LUMIALA 1944). Mit diesen zwei Wirkungsweisen des Grundwassers verbinden sich ferner, wenn auch gewiss in erheblich unwesentlicherer Bedeutung, der mechanisch-dynamische Einfluss der Grundwasserströmungen sowie die während der Grundwasserstandschwankungen an der Mooroberfläche vor sich gehende Sedimentation. Ersterer mag in beachtlicheren Masse nur in verhältnismässig abschüssigen Gehänge- oder in Aapamooren und letztere auf solchen Mooren wirksam sein, mit deren Grundwassersteigung bei Niederschlägen eine Zirkulation des Oberflächenwassers und eine Sedimentation des grösstenteils von letzteren mitgebrachten Materials im Niveau des normalen Grundwasserspiegels und oberhalb desselben verbunden sind.

Bei den moorpflanzenökologischen und vorwiegend im Zusammenhang mit wirtschaftlicher Nutzung der Moore ausgeführten Untersuchungen ist so gut wie ausschliesslich dem Verhalten der Soziationen und Siedlungen sowie der Moortypen gegenüber den Schwankungen des Grundwasserspiegels in der Vegetationsperiode Aufmerksamkeit zugewandt worden (z. B. HESSELMAN 1909, MALMSTRÖM 1923, 1931, KOTILAINEN 1927, LUKKALA 1929, 1936, METSÄVAINIO 1931 und MULTAMÄKI 1936); dagegen bin ich im Schrifttum keineswegs genaueren Werten von Beobachtungen über das Verhalten der Arten und Soziationen zu dem konstant bleibenden Grundwasserstand begegnet. (In diesem Zusammenhang ist es vielleicht begründet zu bemerken, dass Verf. infolge der gegenwärtig bestehenden Verhältnisse keine Gelegenheit gehabt hat, das einschlägige Schrifttum in dem Umfange, wie es wünschenswert gewesen wäre, kennenzulernen.)

Die obengenannte, in gewisser Hinsicht einseitige Beobachtung ist teilweise durch die benutzten Verfahren der Grundwassermessung bedingt gewesen. Als solche haben die in den Torf eingegrabenen Grundwasserbrunnen oder die in das Moor niedergelassenen Holz- und Eisenröhren gedient. Ihr Durchmesser ist in allgemeinen so gross gewesen, dass es notwendig gewesen ist, eine Zeitlang (von einigen bis zu 24 Stunden) zu warten, bis angenommen werden konnte, dass der Grundwasserspiegel in der Messvorrichtung sein Normalniveau eingenommen hatte. Diese Langsamkeit der Verfahren hat wiederum ihrerseits bewirkt, dass man die Beobachtungen über den Grundwasserstand auf Dauerprobestellen anzustellen und sich auch dabei mit verhältnismässig wenigen Beobachtungen zu begnügen gesucht hat. Auf der anderen Seite besteht ein Vorteil dieser Verfahren darin, dass man für die vegetationszeitlichen Schwankungen gute und zuverlässige Werte erhält und die Fehlermöglichkeiten bei den Messungen selbst sehr gering bleiben.

Sucht man dagegen für pflanzenökologische und biologische Untersuchungen Material von Grundwasserständen in Moorstandorten zu sammeln, so ist das Beobachten schneller und elastischer zu gestalten, so dass man bei der Ausführung der Siedlungsanalysen neben der Beobachtung

den übrigen Standortfaktoren und in ungefähr gleicher Zeit auch für die Grundwasserstände brauchbare Werte beibringen kann. LUKKALA hat bei seinen Untersuchungen eine hohle, an ihren unteren Ende sich verjüngende, im Diameter ca. 3 cm messende Eisenröhre benutzt, die an der Analysenstelle in den Boden geschlagen und in der $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Anbringung der Vorrichtung die Bestimmung ausgeführt worden ist (LUKKALA 1929, S. 8). VILJANEN (1934) hat sich einer sehr genauen und praktischen Vorrichtung zur Grundwassermessung bedient. Da die Untersuchungsergebnisse dieses jungen, begabten Moorforschers, »Eräiden Pohjois-Suomen eutrofisten rimpisoiden kasvillisuudesta ja kasvilaajeista» (Über Vegetation und Pflanzenarten einiger nordfinnischen eutrophen Rimpi-Moore), wegen seines Todes unveröffentlicht geblieben sind, sei die von ihm benutzte Methode hier beschrieben. Der Grundwassermesser besteht aus einer 90 cm langen Messingröhre mit einem Durchmesser von 5 cm und mit 2.5 mm dicker Wandung. Der untere Teil der Röhre ist von ca. 20 cm Höhe an versehen mit Löchern, die einen Durchmesser von ca. 3 mm haben. Dieser Messer wird befestigt an einem gewöhnlichen Moorbohrer, der durch den Torf bis in den Mineralboden gedrückt wird. Aus dieses Messungsverfahrens erfordert eine gewisse Zeit, bevor der Grundwasserspiegel im Messer sein Normalniveau einnimmt — wie lange das dauert, hat VILJANEN nicht angegeben. Er hat festgestellt, dass diese Vorrichtung für die im Zusammenhang mit den Vegetationskartierungen der Rimpi-Moore von ihm angestellten Grundwasserstandbestimmungen sehr brauchbar ist.

Die vorwiegend auf Dauerprobestellen benutzten Torfbrunnen-, Eisenröhren- und Holzröhrenverfahren brauchen hier nicht beschrieben zu werden (s. z. B. HESSELMAN 1909, MALMSTRÖM 1931 und MULTAMÄKI 1936; der letztgenannte hat die früheren Methoden immer weiter entwickelt, so dass sie stets grösseren Anforderungen der Genauigkeit und der Praxis entsprechen).

Wie oben bemerkt, sind die bisherigen Beobachtungsergebnisse geeignet, das Verhältnis der Pflanzenarten und Soziationen entweder zu einer bestimmten Grundwasserhöhe im Beobachtungsaugenblick (VILJANEN 1934) oder ihr Verhältnis zu den vegetationszeitlichen Schwankungen zu erforschen. Dagegen gibt es keine genaueren Werte dafür, wie weit die Amplitude jeder Art ist unter Verhältnissen, in denen der Grundwasserstand während der Vegetationsperiode mehr oder weniger konstant bleibt.

Verfasser ist bei seinen Untersuchungen dazu gekommen, auch die letzten Beziehungen zu beobachten. Die Moorufer, die den Untersuchungen über die supra-aquatische Verwachsung als Gegenstand gedient haben, sind nämlich nach den Beobachtungen Standorte, an denen der mit dem See- oder Teichwasser in unmittelbarem Zusammenhang stehende Grundwasserspiegel sich während der ganzen Vegetationsperiode so gut wie konstant erhält. Wenn Niederschläge und Hochwasser eintreten, hebt sich der ganze Schwingrasen mit dem steigenden Wasserspiegel, und in

längeren Trockenperioden sinkt er wieder in entsprechendem Masse. Auf diesen Standorten ist es also möglich, die Amplitude der wichtigsten Moorarten in bezug auf den \pm konstanten Grundwasserstand festzulegen, indem man einfach den Grundwasserstand der oberen und unteren Grenze der meistens schön und regelmässig hervortretenden Zonen bestimmt.

Bei den Grundwassermessungen habe ich einen offenbar an LUKKALAS (1929) Messungsvorrichtung erinnernden Apparat benutzt, der sich leicht transportieren lässt. Er besteht aus einer 60 cm langen, an ihrem unteren Ende langsam sich verschmälernden Messingröhre, deren Durchmesser $2\frac{1}{2}$ cm beträgt und deren ca. 1 mm dicke Wände in ihrer ganzen Länge mit 2 mm weiten Löchern versehen sind. An ihrem oberen Ende befindet sich ein messingener Gewindedeckel, mit dem die Vorrichtung verschlossen werden kann und der die im Innern vorhandene Glasröhre schützt. Am oberen Ende sitzen ferner zwei kleine Zapfen, die das Einschieben der Röhre in den Torf und das Herausziehen aus diesem erleichtern (Abb. 1). Die Messingröhre enthält eine ebenso lange, mit einer Zentimeterskala versehene Glasröhre mit einem Durchmesser von 7 oder 8 mm. Bei der Messung habe ich den Apparat wenigstens einen halben Meter von dem

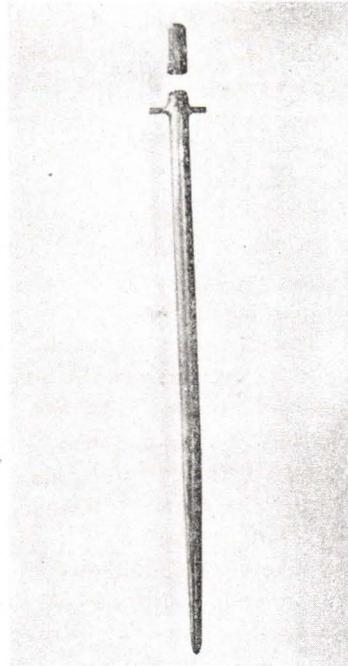


Abb. 1.

gestossen, dass das obere Messerende, das dem O-Punkt der in der Messingröhre enthaltenen Glasröhre entspricht, in das Niveau der Sprossspitzen der lebendigen Moosdecke gekommen ist. Bei der Bestimmung des Grundwasserstandes wird das obere Ende der Glasröhre mit dem Finger verschlossen, wobei sie als Pipette wirkt, danach wird die Glasröhre herausgehoben und die Höhe des in der Röhre befindlichen Wasserspiegels an der Zentimeterskala abgelesen. Kontrollversuche haben gezeigt, dass die Vorrichtung schon ca. 5 min., nachdem sie in den Torf gesteckt worden ist, ein zuverlässiges Resultat gibt. Über die durch die Messungsmethode verursachten Beobachtungsfehler sei angeführt, dass sie je nach der Grösse der Öffnung der benutzten Glasröhre einen etwas zu grossen (bei der von mir benutzten Röhre um 0.2 cm) Wert gibt; er lässt sich als konstanter Fehler bei der Anwendung der Ergebnisse leicht berichtigen. Bei den für die hydrophilen Moorsoziationen ausgeführten Messungen, bei denen das Gewicht des Forschers auf der Mooroberfläche die Torf-

schicht niederdrückt und den Grundwasserspiegel im Verhältnis zum Niveau des Moospolsters entsprechend hebt, ist bei der Ausführung der Bestimmungen Vorsicht geboten. An derartigen Stellen habe ich den Apparat schnell niedergebracht, mich weit genug von der Messungsstelle entfernt und, als ich die Messung vorzunehmen ging, die Glasröhre aus möglichst weiten Abstand und schnell herausgezogen, wobei kein Fehler entstanden ist. Ferner ist zu bemerken, dass bei mittelmässig und stark wasserhaltigen Torfen (B_3-5) die Messung auch schon schneller als in 5 Minuten ausgeführt werden kann und die Fehlermöglichkeiten im allgemeinen verhältnismässig gering sind, aber bei humifizierten Torfen mit einer etwas länger andauernden Einstellung des Grundwassers auf sein Normalniveau zu rechnen ist. Im Sommer 1943 fand ich Gelegenheit, die mittels der Vorrichtung erlangten Ergebnisse durch die von MULTAMÄKI angewandte Methode zu kontrollieren, und dabei konnte ich feststellen, dass die beiden Verfahren bei sorgfältiger Messung zu durchaus übereinstimmenden Ergebnissen führten.

Ich habe es als begründet erachtet, in diesem Zusammenhang die durch meine Grundwassermessungen von mir erhaltenen Ergebnisse zu veröffentlichen, da sie zunächst für das hier darzustellende ökologische System der wichtigsten, bei meiner genannten Arbeit in Frage kommenden torfbildenden Moorpflanzen das Gerippe ausmachen (vgl. z. B. VON POST und GRANLUND 1926, BÜLOW 1929, LÜDI 1930) und da sich für eine Veröffentlichung des Primärmaterials im Zusammenhang mit meiner eigentlichen Arbeit wohl keine Möglichkeiten bieten werden.

Zugleich halte ich es für motiviert, hier die wichtigsten Ergebnisse meines Freundes T. VILJANEN über die Amplitude gewisser Moormoose in bezug auf die Schwankungen des Grundwasserspiegels zu veröffentlichen. Es sei angeführt, dass sein Material in Nordfinnland in dem Gebiet Tervola—Kittilä—Savukoski—Salla in den Sommern 1930—33 gesammelt worden ist. Seine Ergebnisse seien hier in Form eines Verzeichnisses angeführt:

	Gesamtamplitude	Mittlere Amplitude	Relative mittlere Höhe
<i>Drepanocladus revolvens</i>	0— 2 cm	2.0 cm	1.0 cm
<i>Scorpidium scorpioides</i>	+5—13 »	4.8 »	3.1 »
<i>Sphagnum subsecundum</i>	+1—10 »	3.0 »	4.8 »
<i>Calliergon trifarium</i>	+3—12 »	3.6 »	5.1 »
<i>Cinclidium stygium</i>	—1—13 »	3.5 »	6.9 »
<i>Catoscopium nigratum</i>	—3—11 »	8.0 »	7.0 »
<i>Drepanocladus intermedius</i>	0—15 »	6.5 »	7.7 »
<i>Bryum ventricosum</i>	—4—14 »	2.5 »	8.7 »
<i>Drepanocladus badius</i>	+4—17 »	8.8 »	9.2 »
<i>Campylium stellatum</i>	—1—20 »	11.0 »	10.5 »
<i>Paludella squarrosa</i>	—4—25 »	10.3 »	10.8 »
<i>Sphagnum subnitens</i>	—1—28 »	8.0 »	12.1 »

	Gesamtamplitude	Mittlere Amplitude	Relative mittlere Höhe
<i>Sphagnum angustifolium</i>	—10—18 cm	6.0 cm	14.5 cm
<i>Dicranum Bonjeani</i>	—5—27 »	6.1 »	14.5 »
<i>Sphagnum Warnstorffii</i>	—2—30 »	11.1 »	16.1 »
<i>Campthoecium trichoides</i>	—5—30 »	9.1 »	17.7 »
<i>Aulacomnium palustre</i>	—13—37 »	10.0 »	21.1 »
<i>Sphagnum fuscum</i>	—7—70 »	27.5 »	31.7 »
<i>Dicranum Bergeri</i>	—17—54 »	10.8 »	32.4 »
<i>Sphagnum acutifolium</i>	—17—72 »	24.0 »	33.0 »

Als Erklärung zu obigen Verzeichnis sei bemerkt, dass die Werte der Gesamtamplitude die Grenzwerte der an acht verschiedenen Untersuchungsstellen erhaltenen Beträge und die Werte der mittleren Amplitude Mittelwerte der Amplituden dieser Untersuchungsstellen sind.

Mein eigenes Material, das ich in acht verschiedenen Beobachtungsgebieten in verschiedenen Gegenden Finnlands (SW-Finnland: Gemeinde Pohja, — SE-Finnland: Sortavala, Kirjavalahi, — östliches Mittelfinnland: Gebiet westlich vom Pielisjärvi, — westliches Mittelfinnland: Gemeinde Pihtipudas, — N-Finnland: Kuusamo, Lutto, Tuntsa und Fischerhalbinsel) gesammelt habe, ist in der Tabelle 1 wiedergegeben. Dieses Material umfasst grösstenteils die für verschiedene Arten festgestellten Beobachtungswerte bei den Grundwasserständen +50—30 cm, doch besteht die Absicht, besonders auf trockeneren Niveaus als —30 cm weiteres Material zur Klärung der Optima zu gewinnen. Desgleichen sollen vorwiegend die Beobachtungen über die mesotraphenten und eutraphenten Arten überhaupt vervollständigt werden.

In erster Linie auf meine eigenen, oben besprochenen Grundwasserbeobachtungen gestützt, unter Berücksichtigung der entsprechenden Beobachtungen von VILJANEN (1934) und METSÄVAINIO (1931) sowie von MALMSTRÖM (1923 und 1931) wie auch unter Benutzung der in bekannten Mooruntersuchungen angegebenen Wasserstoffionenkonzentrationswerte, die ich aus den Primärmaterialien gemäss derselben Darstellungsweise wie die Grundwasserbeobachtungswerte umgeordnet habe, habe ich für die in meiner eigenen Arbeit in Frage kommenden wichtigsten, an der Torfbildung beteiligten und in den Soziationen charakteristischen Moorarten ein ökologisches System aufzustellen versucht. Ihm haben die entsprechenden Systeme von GAMS und RUOFF (1928), NORDHAGEN (1928) und PAASIO (1941) zugrunde gelegen. Um ein besseres Bild von den Wasserstoffionenkonzentrationsschwankungen zu gewinnen, habe ich ausserdem die pH-Werte berücksichtigt, die von OLSEN (1925), KOTILAINEN (1927), TUORILA (1928), METSÄVAINIO (1931), BRENNER (1931), LINKOLA (1933), VILJANEN (1933), KIVINEN (1935), RENKONEN (1935), APINIS und LACIS (1936), BRUNZA und POVILAITIS (1936) sowie PANKAKOSKI (1939) dargestellt, worden sind.

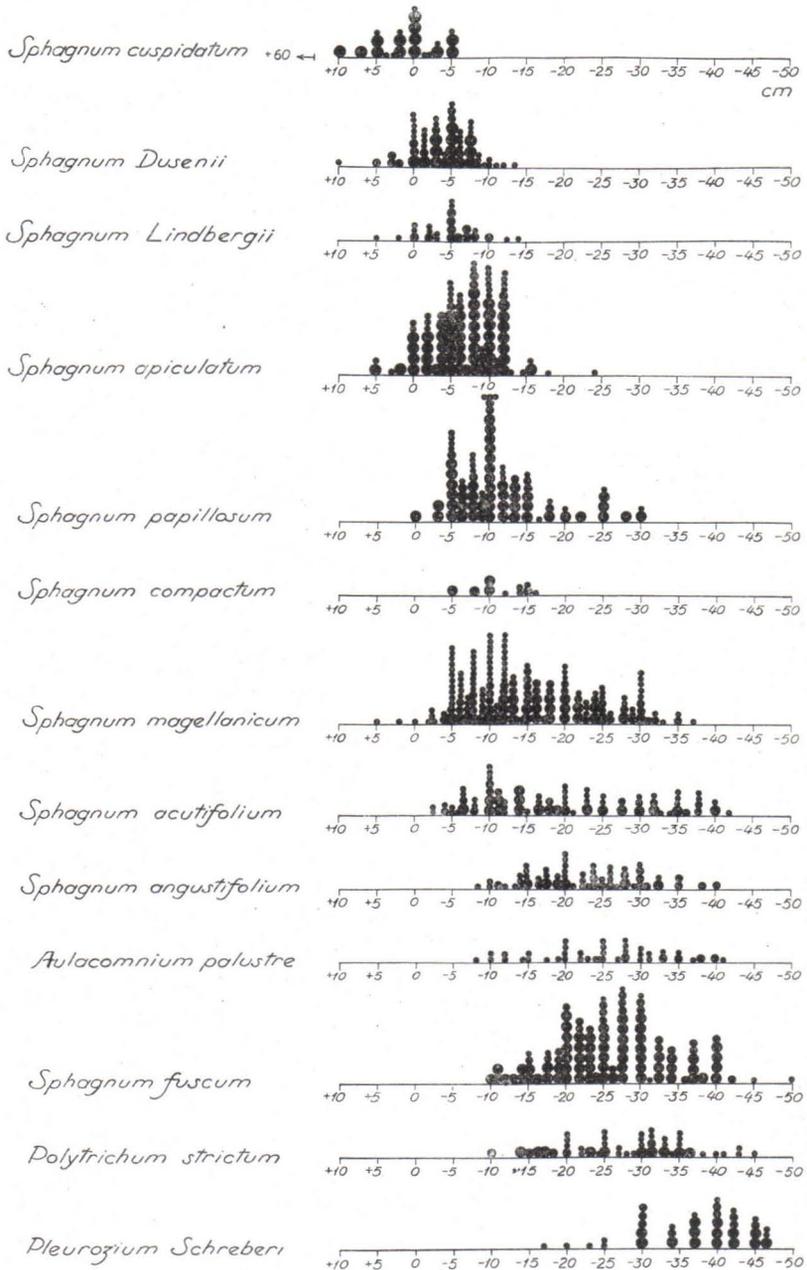
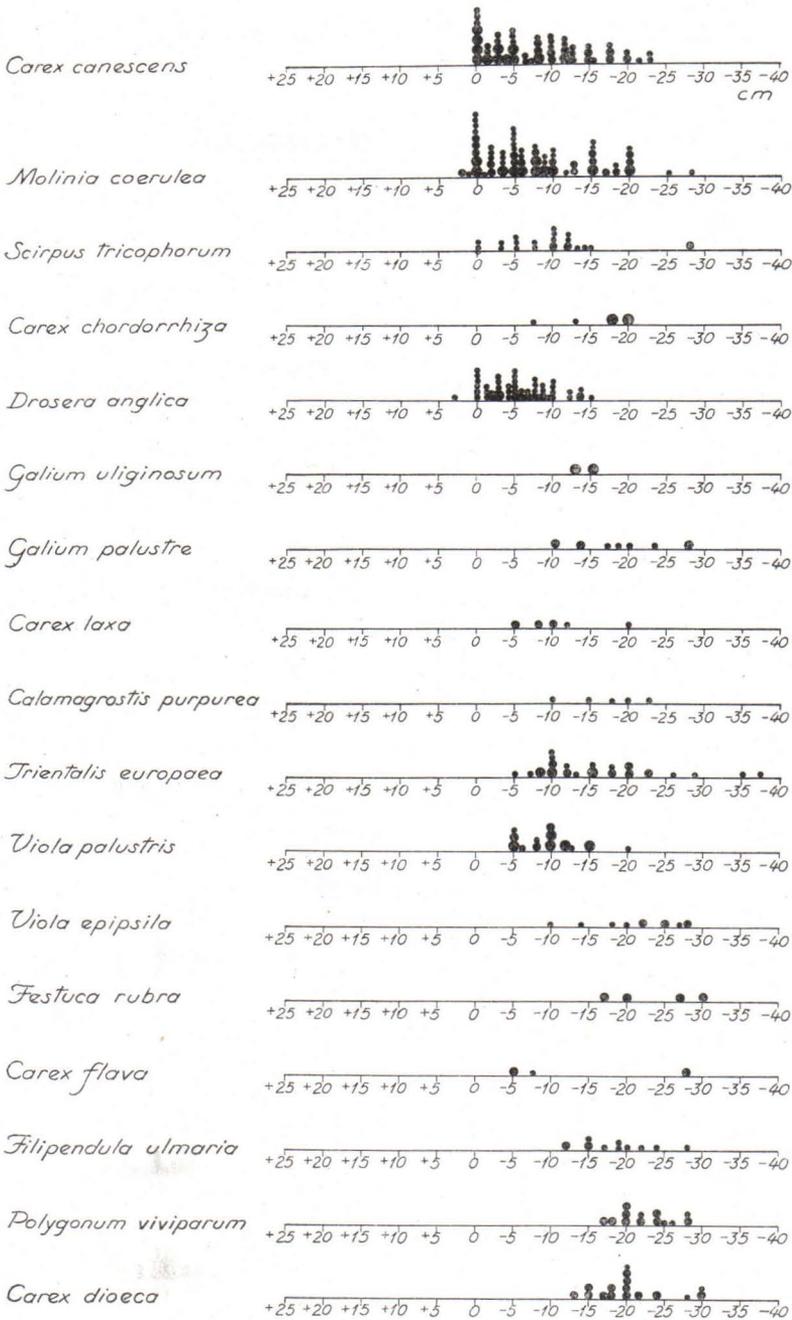


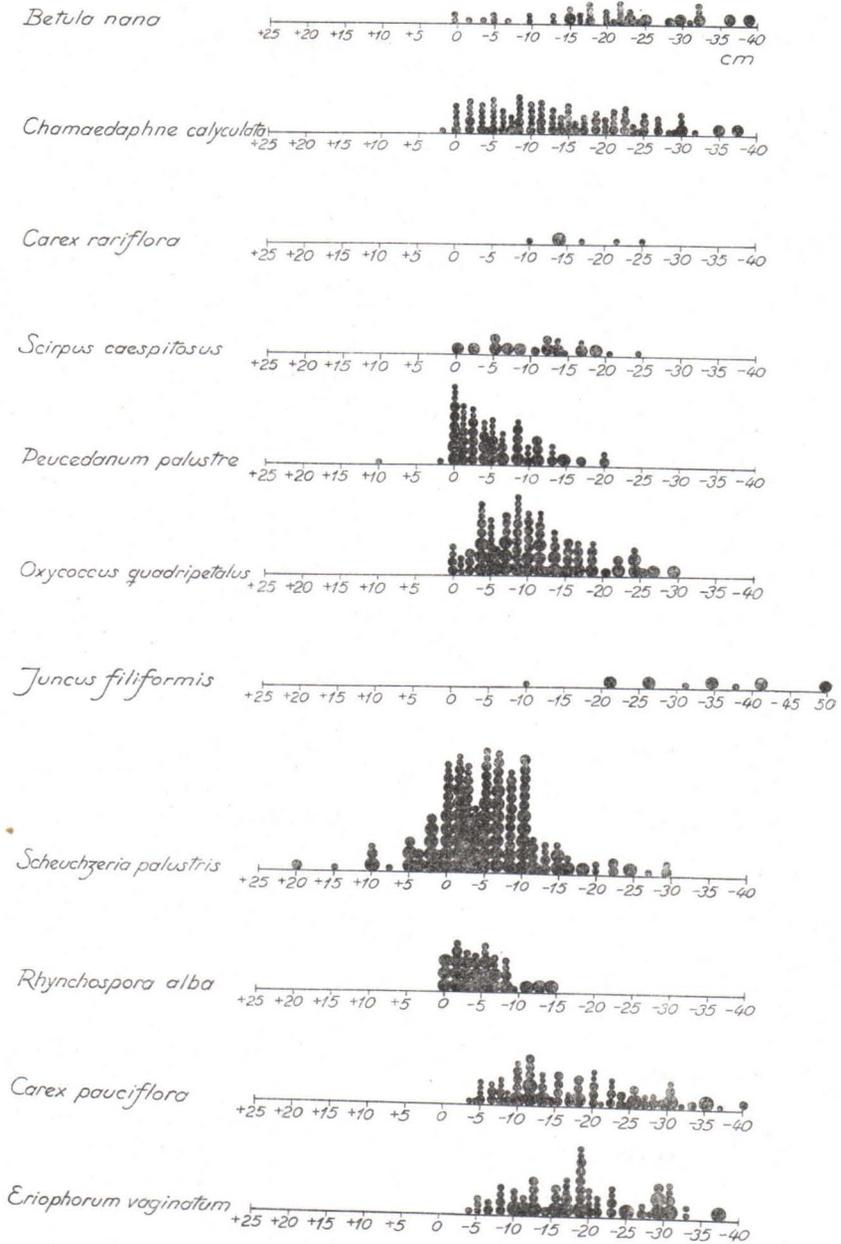
Tabelle 1. Die Beobachtungen von Beziehungen einiger soziologisch charakteristischen und wichtigsten torfbildenden Moorpflanzen zu der \pm konstanten Grundwasserhöhe. Die Ziffern bedeuten die Lage des Grundwassers oberhalb der limnetelmatischen Bodenoberfläche (+) oder unterhalb der Sprossspitzen-niveau des lebenden Moospolsters (-). Der grosse Punkt darstellt bei den Pflanzen der Feldschicht eine Dichtigkeit von 4—5, bei den Pflanzen der

Tab. 1. (Forts.)

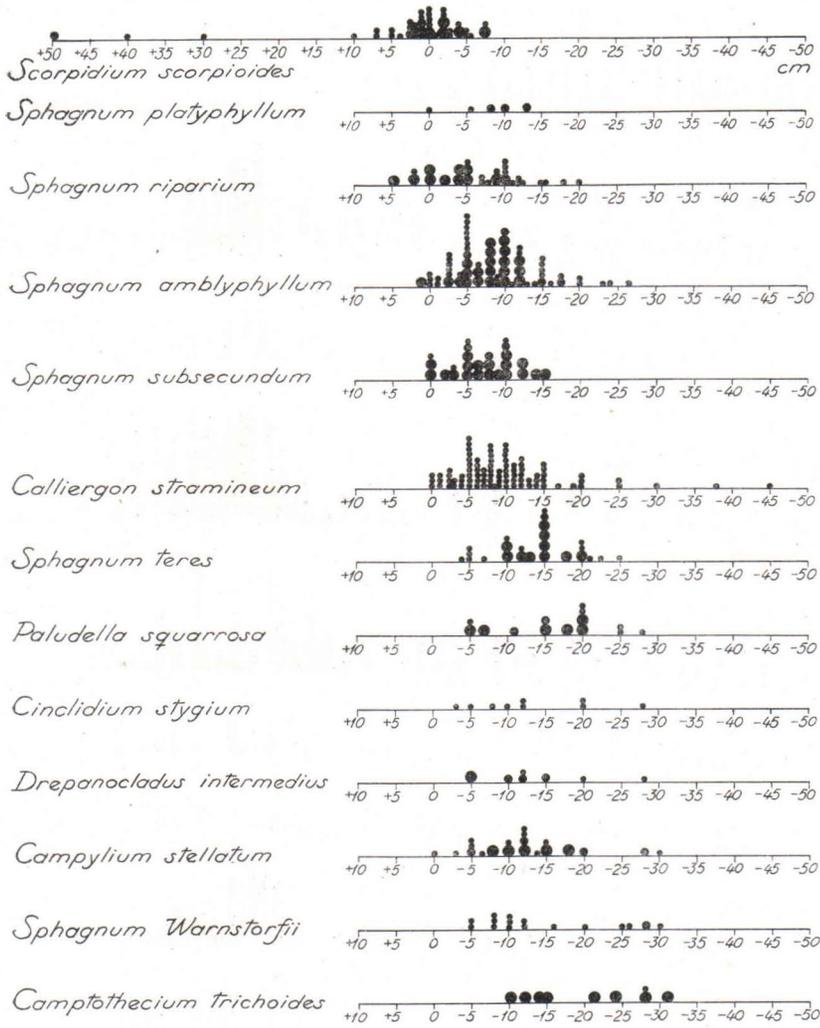


Bodenschicht ein Deckungsprozent von 100—60, der Mittelgrosse eine Dichtigkeit 3 bzw. Deckungsprozent 59—30, der kleine Punkt Dichtigkeit 2—1 bzw. Deckungsprozent 29—1. Die Ziffern 1—5 sind Werte in der von mir gebrauchten Skala (abgeänderte NORRLINSche Skala, vgl. LUMIALA 1939).

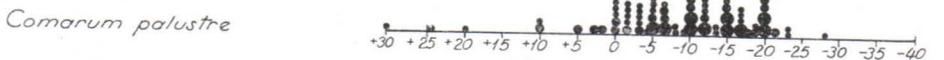
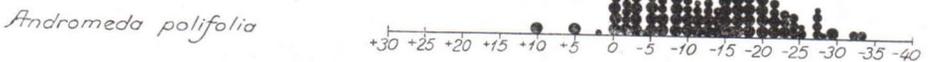
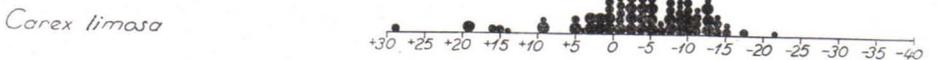
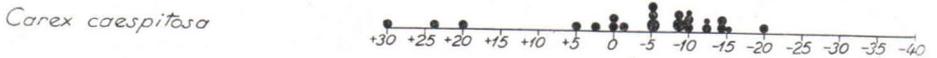
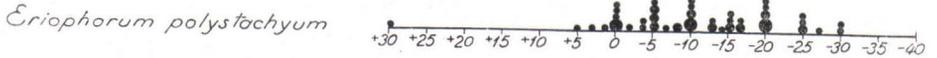
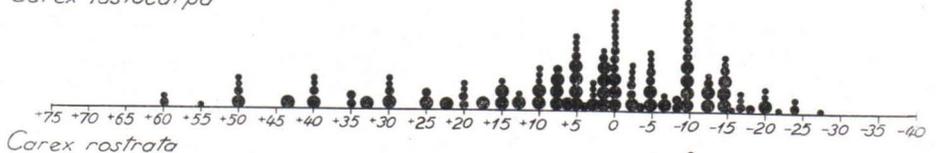
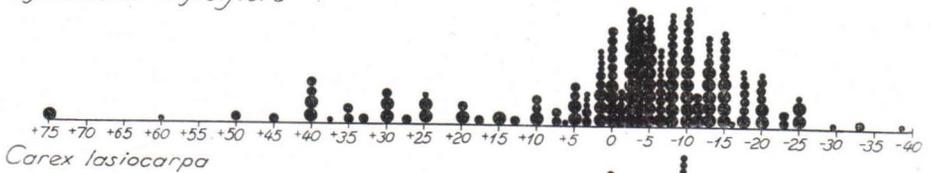
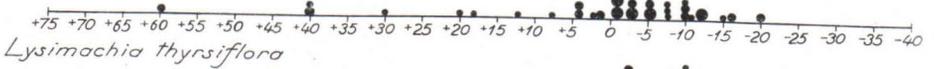
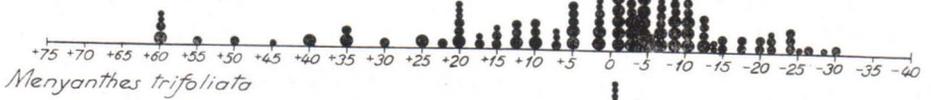
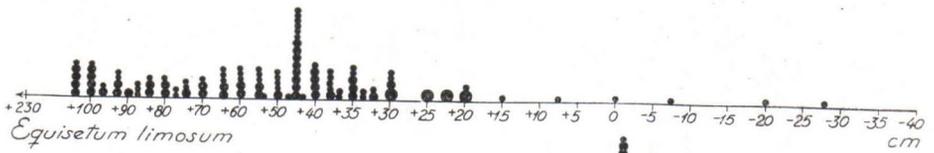
Tab. 1. (Forts.)



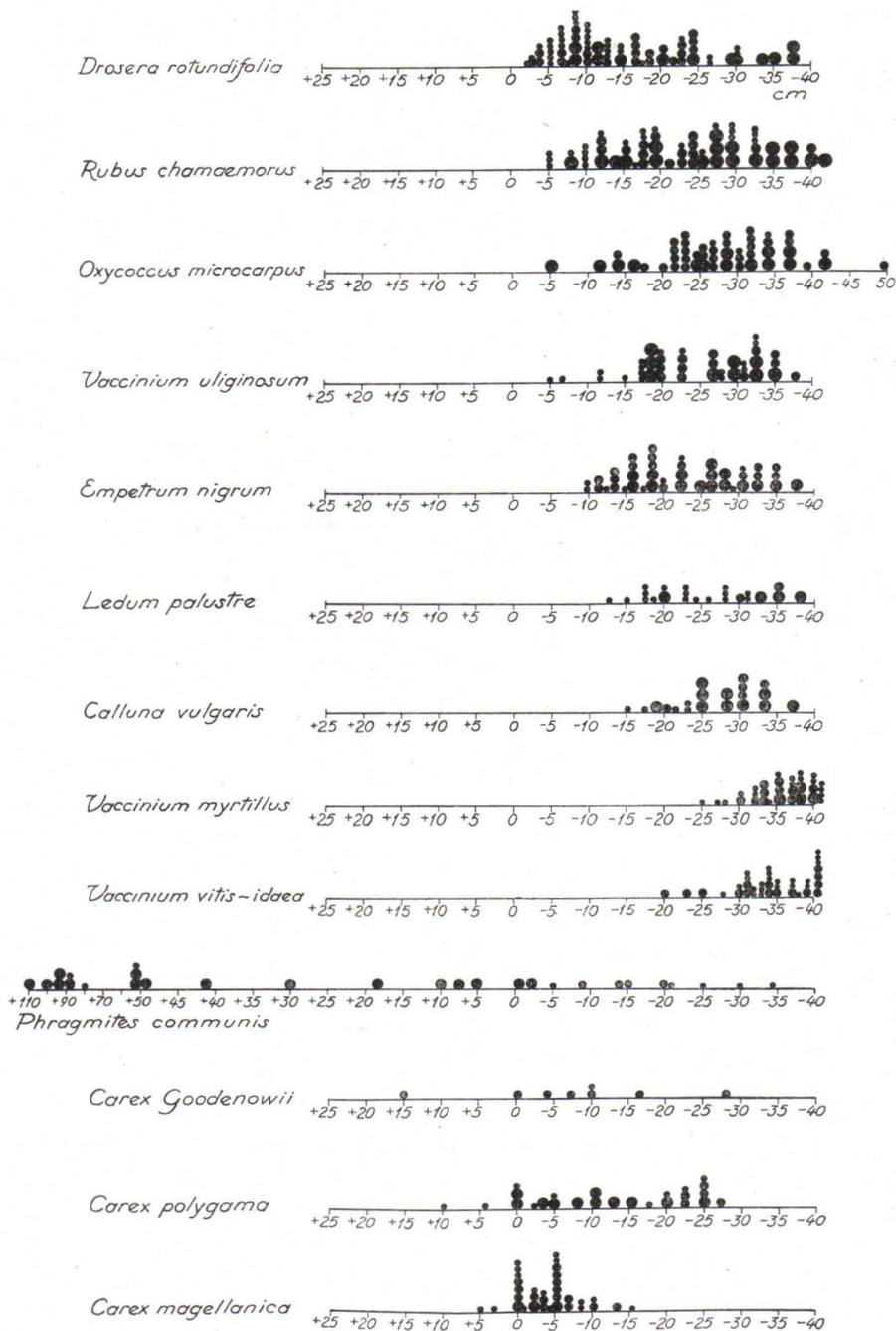
Tab. 1. (Forts.)



Tab. 1. (Fcrts.)



Tab. 1. (Forts.)



Bodenschicht:			
	Serie der oligotraphenten Arten	Serie der mesotraphenten Arten	Serie der eutraphenten Arten
Wasser- pflanzen	<i>Drepanocladus tricophyllus</i>	<i>Drepanocladus procerus</i> <i>Drepanocladus tundrae</i> <i>Drepanocladus exannulatus</i> <i>Calliergon megalophyllum</i> <i>Fontinalis hypnoides</i> <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Sphagnum inundatum</i>	—
Indifferente Arten	—	—	—
Äusserst hydrophile Arten	<i>Drepanocladus fluitans</i> <i>Sphagnum cuspidatum</i> <i>Sphagnum Dusenii</i> <i>Sphagnum Lindbergii</i>	<i>Scorpidium scorpioides</i> <i>Sphagnum platyphyllum</i> <i>Sphagnum riparium</i>	<i>Calliergon Richardsonii</i>
Mässig hydrophile Arten	<i>Sphagnum apiculatum</i> <i>Sphagnum papillosum</i>	<i>Sphagnum amblyphyllum</i> <i>Sphagnum subsecundum</i> <i>Calliergon stramineum</i> <i>Sphagnum teres</i> <i>Paludella squarrosa</i>	<i>Cinclidium stygium</i> <i>Drepanocladus intermedius</i> <i>Campylium stellatum</i> <i>Sphagnum contortum</i>
Schwach hydrophile Arten	<i>Sphagnum compactum</i> <i>Sphagnum magellanicum</i> <i>Sphagnum acutifolium</i> <i>Sphagnum angustifolium</i>	—	<i>Oncophorus Wahlenbergii</i> <i>Sphagnum Warnstorfi</i> <i>Campithecium trichoides</i>
Sehr schwach hydrophile Arten	<i>Aulacomnium palustre</i> <i>Sphagnum fuscum</i> <i>Polytrichum strictum</i> <i>Pleurozium Schreberi</i>	—	—

Tabelle 2. Ökologisches System der soziologisch charakteristischen und wichtigsten torfbildenden Moorpflanzen, die in supra-aquatischer Verwachsung teilzunehmen wahrgenommen sind.

Feldschicht:			
Serie der eurytraphenten Arten	Serie der oligotraphenten Arten	Serie der mesotraphenten Arten	Serie der eutraphenten Arten
<i>Sparganium</i> spp. <i>Nuphar luteum</i> <i>Nymphaea candida</i> <i>Nuphar pumilum</i>	—	<i>Potamogeton</i> spp. <i>Myriophyllum</i> spp. <i>Utricularia</i> spp. <i>Nymphaea alba</i> <i>Nymphaea tetragona</i>	—
<i>Equisetum limosum</i> <i>Menyanthes trifoliata</i> <i>Lysimachia thyrsiflora</i> <i>Carex lasiocarpa</i> <i>Carex rostrata</i> <i>Eriophorum polystachyum</i> <i>Carex caespitosa</i> <i>Carex limosa</i> <i>Andromeda polifolia</i> <i>Comarum palustre</i> <i>Betula nana</i> <i>Chamaedaphne calyculata</i>	—	<i>Phragmites communis</i> <i>Carex polygama</i> <i>Carex Goodenowii</i> <i>Carex magellanica</i> <i>Carex canescens</i> <i>Molinia coerulea</i>	—
—	<i>Scheuchzeria palustris</i>	—	—
<i>Carex rariflora</i> <i>Carex rotundata</i> <i>Scirpus caespitosus</i> <i>Peucedanum palustre</i> <i>Oxycoocus quadripetalus</i>	<i>Rhynchospora alba</i>	<i>Scirpus tricophorum</i> <i>Carex chordorrhiza</i> <i>Drosera anglica</i> <i>Galium uliginosum</i> <i>Galium palustre</i>	<i>Carex flava</i> <i>Epilobium palustre</i> <i>Eriophorum latifolium</i>
<i>Juncus filiformis</i>	<i>Carex pauciflora</i> <i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>Carex laxa</i> <i>Calamagrostis purpurea</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>
—	<i>Drosera rotundifolia</i> <i>Rubus chamaemorus</i> <i>Oxycoocus microcarpus</i> <i>Vaccinium uliginosum</i> <i>Empetrum nigrum</i> <i>Ledum palustre</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<i>Trientalis eutopaea</i> <i>Viola palustris</i> <i>Viola epipsila</i> <i>Festuca rubra</i>	<i>Tofieldia palustris</i> <i>Bartschia alpina</i> <i>Polygonum viviparum</i> <i>Carex dioeca</i>

Das ökologische System hat sich so ergeben, wie es in Tabelle 2 dargestellt ist.

Es sei bemerkt, dass auch dieses nur der Entwurf zu einem ökologischen System ist, in dem die Lagebestimmung gewisser Arten infolge unvollständiger Beobachtungswerte unsicher geblieben ist. Das betrifft vor allem *Calliergon stramineum*, *Peucedanum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Carex magellanica*, *Drosera anglica*, *Galium*-Arten, *Viola*-Arten und *Eriophorum latifolium*. Desgleichen dürften *Drepanocladus procerus*, *Drepanocladus tundrae* und *Drepanocladus exannulatus* wohl in die Gruppe der Indifferenten der mesotraphenten Reihe aufzunehmen sein. Die unter den Wasserpflanzen genannten *Sparganium* spp. bedeuten *Sparganium affinis* und *S. Friesii*, *Potamogeton* spp. *Potamogeton natans* und *P. perfoliatus*, *Myriophyllum* spp. in erster Linie *Myriophyllum alterniflorum* und *Utricularia* spp. *Utricularia vulgaris* sowie *U. intermedia*.

Die Darstellung dieses Entwurfes ist gewissermassen eine vorläufige Mitteilung. Nähere Begründungen für die Unterbringung der verschiedenen Arten im System werden später in anderem Zusammenhang folgen.

Die Übersetzung des Manuskriptes ins Deutsche hat Frau Dr. MARTA RÖMER besorgt.

LITERATURVERZEICHNIS.

- APINIS, ARV. and LACIS, L. — 1936. Data on the Ecology of Bryophytes II. Acidity of the Substrata of Musci. *Acta Horti Bot. Univ. Latviensis*, Bd. IX/X, N:o 1/3, S. 1—95.
- BRUNDZA, K. und POVILAITIS, BR. — 1936. Die Vegetation. In: Kamanos. Geologiskai botaniska studija. Z. u. Akademijos mokomojo personalo kolektyvo. Zemes ukio Akademijos Metrastis, X, N:o 3—4, S. 184—252. (Mit deutscher Referat.)
- BÜLOV, KURD, v. — 1929. Allgemeine Moorgeologie. Handbuch der Moorkunde, Bd. 1, S. 1—308. Berlin.
- GAMS, H. und RUOFF, SELMA — 1929. Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlaubruches. *Schriften der Phys.-ökon. Ges. zu Königsberg in Pr.*, 66, S. 3—192.
- HESSELMAN, H. — 1909. Försumpningsfrågan i Berättelse öfver den botaniska afdelingens verksamhet år 1906—1908 etc. *Medd. från Statens skogsförsöksanstalt* N:o 6, S. 32—43. (Mit deutscher Referat.)
- KIVINEN, ERKKI — 1935. Über Elektrolytengehalt und Reaktion der Moorwässer. *Maatalouskoel. maatutkimusosasto, agrogeol. julk.*, 38, S. 1—71.
- KOTILAINEN, MAUNO, J. — 1927. Untersuchungen über die Beziehung zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. *Wissenschaftl. Veröff. des finnischen Moorkulturver.*, N:o 7, S. 1—219.
- LINKOLA, K. — 1933. Regionale Artenstatistik der Süßwasserflora Finnlands. *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo*, 3, N:o 5, *Not. Bot.* 2, S. 3—13.
- LUKKALA, O. J. — 1929. Über die dicke der Torfschicht und die Neigungsverhältnisse der Mooroberfläche auf verschiedenen Moortypen. *Acta forest. Fenn.* 34, N:o 16, S. 1—16.
- 1936. Neljännesvuosisadan kokemuksia Jaakkoinsuon koeojitusalueelta. *Metsätietoa* II, 1, S. 33—56.
- LUMIALA, O. V. — 1939. Etwas über das Vorkommen der *Arctostaphylos alpina* (L.) Spr. in der *Regio silvatica* im Tuntsagebiet (Ks. Salla). *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo*, 11, N:o 3, S. 1—4.
- 1944. Über die Standortsfaktoren bei den Wasser- und Moorpflanzen und ihrer Untersuchung. *Ann. Acad. Scient. Fenn.*, Ser. A. 4 (Im Druck.)
- LÜDI, WERNER — 1930. Die Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie. In *ABDERHALDEN: Handb. der biol. Arbeitsmeth.*, Abt. XI, Teil 5, H. 3, S. 527—728.
- MALMSTRÖM, CARL — 1923. Degerö Stormyr. En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning över ett nordsvenskt myrkomplex. *Medd. från Statens skogsförsöksanst.*, 20, N:o 1, S. 1—176. (Mit deutscher Referat.)
- 1931. Om faran för skogsmarkens försumpning i Norrland. En studie från Kulbäcklidens och Roklidens försöksfält. *Ibid.*, 26, N:o 1, S. 1—126. (Mit deutscher Referat.)
- METSÄVAINIO, KAARLO — 1931. Untersuchungen über das Wurzelsystem der Moorpflanzen. *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo*, 1, S. 1—422.

- MILJAN, A. — 1933. Vegetationsuntersuchungen an Naturwiesen und Seen im Otepärischen Moränengebiet Estlands. I. Acta et Comment. Univ. Tartuensis, B, 25, N:o 5, S. 1—139.
- MULTAMÄKI, S. E. — 1936. Über den Grundwasserstand in versumpften Waldböden vor und nach der Entwässerung. V. Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten. Finnland, Juni 1936. Mitteilung 4 A, S. 1—12.
- NORDHAGEN, ROLF — 1928. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. I. Die Vegetation. Skrifter utg. av Det Norske Videnskap. Akad. I Oslo, Mat.-Naturv. Klasse, 1927, N:o 1, S. 1—612.
- OLSEN, CARSTEN — 1921. Studier over Jordbundens Brintionenkonzentration og deres Betydning for Vegetationen, saerlig for Plantefordelingen i Naturen. Medd. Carlsberg Lab., 15, S. 1—160.
- RENKONEN, OLAVI — 1935. Über das Verhalten der Wasserpflanzen zur Reaktion in einigen Gewässern Mittelfinnlands. Ann. Univ. Turkuensis, Ser. A, 4, N:o 2, S. 1—44.
- PAASIO, ILMARI — 1941. Zur pflanzensoziologische Grundlage der Weissmoortypen. Acta Forest. Fenn., 49, N:o 3, S. 1—84.
- PANKAKOSKI, ANTERO — 1939. Ekologis-kasvistollisia tutkimuksia Hiisjärven luonnonpuistossa. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 10, N:o 3, S. 1—154. (Mit deutscher Referat.)
- POST, L. VON och GRANLUND, E. — 1925. Södra Sveriges torvtillgångar. I. Sver. Geol. Unders. Arsb. 19; 2, Ser. C, N:o 335, S. 1—126.
- TUORILA, PAULI — 1928. Wirkung der Kalziumkarbonat- und Schwefelsäurezugaben auf die Azidität von verschiedenen Torfarten. Wissenschaft Veröff. des finnischen Moorkulturver., N:o 8, S. 1—75.
- VILJANEN, TUURE — 1934. Eräiden Pohjois-Suomen eutrofisten rimpisoiden kasvillisuudesta ja kasvilajeista. S. 1—90. (Manuskript.)

EIN SEEHUNDFUND AUS RUUKKI UND DIE SALZ-
WASSERKONZENTRATIONSSCHWANKUNGEN DES
WASSERS IN DIESER GEGEND WÄHREND DER POST-
GLAZIALZEIT AUF GRUND FOSSILEN DIATOMEEN-
FLOREN

VON
MARTTI SALMI

INHALTSVERZEICHNIS.

	seite
Fund und Fundort	166
Baumpollenprofil	167
Das Vorkommen der einzelnen Diatomeenarten und -varietäten.	169
Die Schwankungen in der Salzkonzentration des Wassers	179
Die geologische Zeitbestimmung und die Fundstelle des Seehundes	184
Literaturverzeichnis	187

FUND UND FUNDORT.

In der ersten Hälfte dieses Jahres machte der Kustos des Zoologischen Museums der Universität in Helsinki, Dr. phil. OLAVI KALELA, der Geologischen Landesanstalt Mitteilung über einen Knochenfund, der beim Tonheben in der Nähe des Bahnhofes Ruukki gemacht worden war. Die Knochen, ein rechter Oberarmknochen, 6 Brustwirbel sowie einige Rippenstücke, sind nach den Anleitungen von Dr. KALELA von seiten der A.-G. Siikajokilaakson Metsä OY. in Verwahr genommen und dem Museum zugeschickt worden. Dr. KALELA hat sie dann als Überreste der Ringelrobbe, *Phoca hispida* SCHÄFFER, festgestellt. Mit der geologischen Bearbeitung des Fundes ist dann Verfasser dieses betraut worden.

Der Fund ist mustergültig in Verwahr genommen, denn noch sind die Knochen an vielen Stellen von der ursprünglichen Bodenschicht umgeben, so dass sie sich in situ in der Ablagerung fanden, in die sie einst eingebettet worden sind. Dadurch liessen sich von den Knochen genügend Bodenproben gewinnen, die bei der Ausführung der geologischen Altersbestimmung notwendig gewesen sind.

Um die geologische Altersbestimmung des Fundes möglichst zuverlässig ausführen zu können, bat ich die A.-G. Siikajokilaakson Metsä OY. nach meinen Anleitungen am Fundort eine Bodenprobenserie zu entnehmen, die von der Bodenoberfläche an so tief wie möglich unter das Fundniveau reicht. Ich bat in der Probenserie die Tiefe der Fundstelle möglichst genau zu bezeichnen; ausserdem erbat ich genauere Angaben über Lage und Höhe des Fundortes.

Als Ergebnis meiner Bitte erhielt ich dann auch eine 3 m hohe Bodensäule, die in der Nähe der Fundstelle entnommen worden war, da man diese selbst bereits weggeschaufelt hatte. Die Bodensäule ist aus der Wand einer zweistufigen Tongrube derart entnommen worden, dass ihr obere Teil, 170 cm, aus der hinteren Stufe, deren Abstand von der Fundstelle der Knochen ca. 8 m beträgt, erhalten worden ist. Der untere Teil der Säule stammt aus der unteren Stufe, deren Abstand von der Fundstelle ca. 3 m ausmacht. Das Fundniveau der Knochen war bei 2.6 m an der Bodensäule vermerkt. Nach den Angaben derer, die die Bodensäule entnommen haben, sind an der Fundstätte zuvor ca. 30 cm Torf von der Bodenoberfläche weggeräumt worden. Er fehlt also in der Probe. Wenn er berücksichtigt wird, liegt die Fundtiefe der Knochen nach den erhaltenen Angaben 2.9 m unter Gelände.

Der Fundort liegt nördlich der Station Ruukki von dem Eisenbahnkilometerpfahl 706 ca. 250 m nach Norden und von dort ca. 400 m direkt nach Osten. Ferner berichteten die Personen, die den Fund geborgen hatten, dass an der genannten Stelle die Rückenhöhe des Eisenbahngleises ca. 48.3 m ü. M. betrage und der Fundort ca. 4.3 m niedriger liege. Als Höhe des Fundortes ergibt sich somit ca. 44 m und als Fundniveau ca. 41 m ü. M.

BAUMPOLLENPROFIL.

Aus der übersandten Bodensäule sind für mikroskopische Untersuchungen Proben in 10 cm Abständen entnommen worden, abgesehen von der mitgeteilten Strecke der Knochenfundstelle, an der die Proben in 5 cm Abständen aufeinanderfolgen. Am linken Rand des Diagrammes 1 sind die Bodenarten nebst ihren Signaturen eingetragen. Zuerst liegt zunächst eine dünne Schicht Grobdetritusgyttja, und von da an setzt sich bis zum Grunde eine ununterbrochene Tonschicht fort. In der feuchten Bodensäule lassen sich in der Tonablagerung deutliche Farbunterschiede erkennen. Oben, bis in 1.4 m Tiefe, ist sie grau, aber von da an abwärts, bis 2.4 m, ist der Ton dunkler, fast schwarzer Sulfidton, der beim Trocknen grau wird. Im Ton des unteren Teils der Probenreihe wechseln dunkle und graue Streifen miteinander ab.

Über alle Proben der Bodensäule sind unter Anwendung des üblichen HF-Verfahrens Pollenanalysen ausgeführt worden. Die Analyseergebnisse sehen wir in Form eines Kolumnendiagrammes auf Diagr. 1 (s. Erklärungen). Auf Grund des Fichtenfeldes kann sogleich ausgesagt werden, dass der obere Teil des Diagrammes von 0.4 m an aufwärts zum Nachlitorina gehört. Nach den postglazialen Sedimenten am Ängermanelf hat man überzeugend berechnen können, dass dort die entsprechende Verhäufung der Fichte gleich nach dem Litorina eintritt, zeitlich ca. 1000 v. Chr. entsprechend (FROMM 1938). Ferner hat man feststellen können, dass jene Zeit des Allgemeinwerdens der Fichte im gesamten Bereich des Bottnischen Meerbusens gleichzeitig eingetreten ist (LUMIALA 1939, SAURAMO 1939 und 1940). Auf Grund des Fichtenfeldes lässt sich mit Sicherheit auch gar nichts anderes aussagen. Wir stellen nur fest, dass das ununterbrochene, wenn auch spärliche litorinazeitliche und das vorherige Auftreten vom normalen etwas abweichend ist. Ist doch meistens das litorinazeitliche Vorkommen der Fichte unzusammenhängend, ja sogar auch fehlend. Eine Erklärung dafür bieten die Tonsedimente, die verhältnismässig tiefes Wasser voraussetzen. Die Erfahrung lehrt, dass das Wasser die Sedimentation der Pollen in gewisser Masse sortiert und in den Wassersedimenten namentlich Nadelholzpollen anreichert.

Auf Grund des Kiefernfeldes suchen wir die Datierung des Diagrammes weiter fortzusetzen. Das reichliche Auftreten der Kiefer bei 3 m in Probe

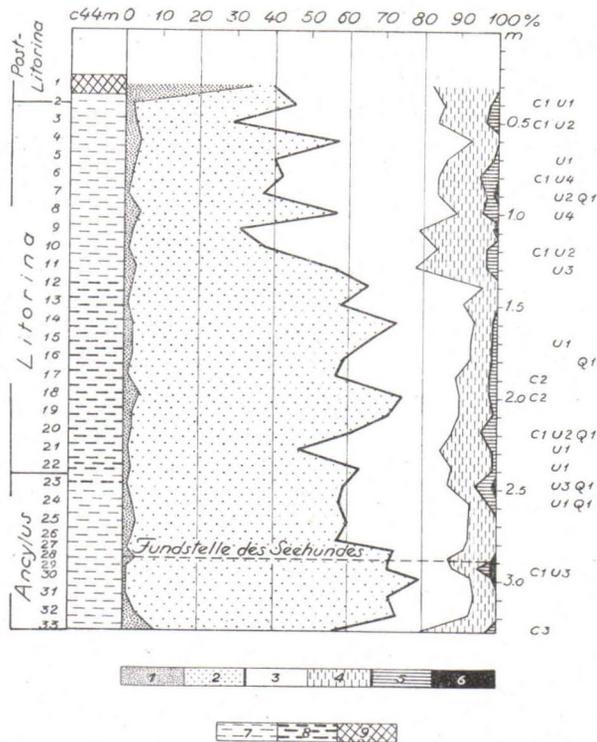


Diagramm 1. Pollendiagramm und Sedimentprofil aus Ruukki. — Zeichenerklärungen: 1 = *Picea*, 2 = *Pinus*, 3 = *Betula*, 4 = *Alnus*, 5 = edle Laubbäume (ohne *Tilia*), C₁ = *Corylus* 1 %, U = *Ulmus*, Q = *Quercus*, 7 = grauer Ton, 8 = Sulfidton und 9 = Grobdetritusgyttja. Die Ziffern am links = Probennummern und am rechts = Tiefe in Metern.

30 und zu ihren beiden Seiten weist auf das im ganzen Lande bekannte Kiefernmaximum zur Zeit der Ancylustransgression hin. Ein Vergleich mit FROMMS (1938) Generaldiagramm, an dessen Kiefernfeld das Ruukki-Diagramm in seiner Ganzheit stark erinnert, stützt diese Datierung. Die Grenze zwischen Ancylus und Litorina ist auf Grund des Kiefernfeldes bei 2.4—2.5 m (Proben 22—23) unterzubringen, wo in diesem Feld ein leichter, kurz andauernder Anstieg liegt, ein ähnlicher, wie er in SAURAMOS (1940, S. 149) Generaldiagramm an entsprechender Stelle vorkommt. Zu gleicher Zeit setzt auch das einheitliche Auftreten der edlen Laubbäume ein, das gerade als Anzeichen des Litorinabeginns gilt. In diesen Zusammenhang ist auch den Sedimenten Aufmerksamkeit zuzuwenden, denn von dieser Stelle an aufwärts haben wir es mit homogenem, dunklem Sulfidton zu tun. Nach Hyyppä (1935 b) sind in Tyrnävä, also in nächster Nähe von Ruukki, vom Beginn des Litorina bis zum Beginn der historischen Zeit dunkle Tone entstanden.

Im Kiefernfeld ist das Minimum bei 1.1 m auffallend und in FROMMS Generaldiagramm fällt die entsprechende Stelle auf den Zeitpunkt 2000 v. Chr. Etwas tiefer als diese Stelle, von 1.4 m an aufwärts, beginnt die Erle schnell zuzunehmen. Der entsprechende *Alnus*-Anstieg setzt in FROMMS Diagramm ca. 2500 v. Chr. ein. An dieser Stelle hört auch der dunkle Ton auf, der seinerseits auf die veränderten Verhältnisse zu jenem Zeitpunkt hinweist. Über die Pollenanalysen sei ausserdem angeführt, dass *Hippophäe*-Pollen sich in den Proben 17 und 24 sowie *Myrica*-Pollen in den Proben 7, 12 und 25 vorkommen, je ein Korn in jeder Probe.

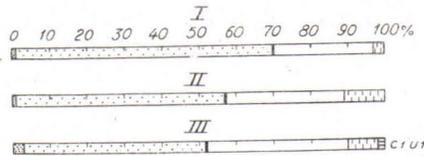


Diagramm 2. Baumpollenanalysen aus den Knochen entnommenen Sedimenten (s. Erklärungen Diagr. 1).

DAS VORKOMMEN DER EINZELNEN DIATOMEENARTEN UND -VARIETÄTEN.

Weiter stützen und präzisieren lässt sich die Datierung durch die Diatomeenuntersuchung, deren man sich in diesem Fall neben der Pollenuntersuchung vom Grunde des Profils bis zu seiner Oberfläche bedienen kann, da alle Proben Wassersedimente sind. Aus den Proben sind insgesamt 144 Diatomeenarten und -varietäten bestimmt worden (Tabelle 1). Aus der Tabelle 1 ist zu ersehen, dass sie grösstenteils in nur wenigen Proben und auch in diesen nur spärlich auftreten. Nur 26 Arten kommen in zehn oder mehr Proben vor und erreichen grössere Individuenzahlen.

Die Diatomeen sind bekanntlich empfindliche Indikatoren gegen die ökologischen Veränderungen. Auf die in Diagramm 3 dargestellte Weise nach KOLBE (1927) und MÖLDER (1943) gruppiert, spiegeln sie die Schwankungen im Salzgehalt des Wassers sehr deutlich wieder. Aus dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die stärkste Frequenz der Süsswasserdiatomeen in seinem unteren Teil, vom Grunde bis Probe 23, liegt. An derselben Stelle und auch noch bei Probe 22 begegnen wir dem reichlichsten Auftreten der Süss- und Brackwasserdiatomeen. Der gemeinsame Betrag der beiden genannten Diatomeengruppen in allen Proben des unteren Teils beläuft sich auf über 70 %, so dass die Sedimente dieses Teils praktisch als Süsswassersedimente gelten können. Bei Probe 21 nehmen die Salzwasserdiatomeen plötzlich auf die Hälfte der in der Probe enthaltenen Diatomeen zu. Ihre Zunahme geschieht auf Kosten der Süsswasser- sowie der Süss-

und Brackwasserdiatomeen. Besonders die Süßwasserdiatomeen nehmen ab, und auch später ist ihr Vorkommen gering, abgesehen von der obersten Probe. In Probe 20 vermindern sich jedoch die Salzwasserdiatomeen wieder ungefähr auf die der vorhergehenden Probe entsprechende Menge, aber die Brackwasserformen vermehren sich jetzt ihrerseits und steigen auf fast 50 % der in der Probe enthaltenen Diatomeen. Obgleich die Menge der Salzwasserdiatomeen nach Probe 21 schnell sinkt, bedeutet die an dieser Stelle eintretende Veränderung dennoch eine Steigerung im Salzgehalt des Wassers im Vergleich zum unteren Teil des Diagrammes, denn der gemeinsame Betrag der Salz- und der Brackwasserformen steigt von da an über 50 % und beläuft sich zwischen den Proben 21 und 12 auf 55—65 %.

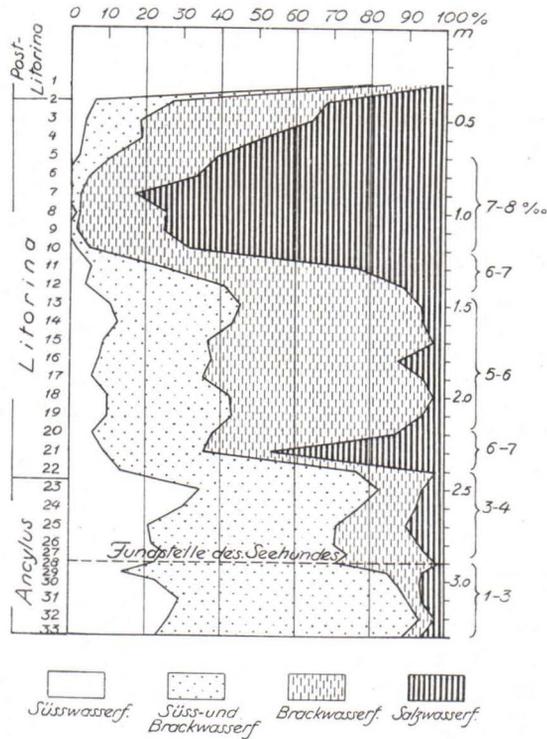


Diagramm 3. Verteilung der ökologischen Diatomeengruppen im Vertikalprofil.

Von Probe 11 an beginnt ein anderer Anstieg der Salzwasserdiatomeen, der stärker als der vorhergehende ist und sein Maximum von 82 % in Probe 7 erreicht. Von da an beginnen sie wieder gegen die oberen Proben hin abzunehmen. Die in den Proben 23—20 eintretende Veränderung der Diatomeenflora weicht von der später in der 11 und den nächsten Proben zu beobachtenden insofern wesentlich ab, als bei jener Veränderung das

Süss- in Salzwasser übergeht, während bei dieser der Salzgehalt des bereits zuvor ausgesprochen salzigen Wassers wächst. Infolgedessen kann es als sicher gelten, dass der Übergang des süßen Wassers in salziges in der Entwicklungsgeschichte der Ostsee den Wandel des Ancylussees in das Litorinameer bedeutet, besonders wenn wir uns daran erinnern, dass auf Grund des Pollendiagrammes jener Zeitpunkt in die Gegend der Proben 22—23 fällt. Obgleich der rasche Anstieg der Salzwasserdiatomeen sich bei Probe 21 vollzieht, ist die Grenze zwischen Ancylus und Litorina etwas tiefer als sie zu ziehen. Aus Tabelle 1 geht hervor, dass in Probe 22 die Anzahl der Diatomeenarten bedeutend geringer ist als in den darüber und darunter gelegenen Proben. Diese Abnahme der Arten lässt sich dadurch erklären, dass, nachdem das salzige Wasser diese Stelle erreicht hat, die auf die Schwankungen des Salzgehaltes am empfindlichsten reagierenden Diatomeen zugrunde gehen, und darauf beruht die gelegentliche Artenarmut, bevor ein neuer, den veränderten Verhältnissen angepasster Diatomeenbestand sich zu entwickeln vermag. Demgemäss ist die Grenze zwischen Ancylus und Litorina nach den Diatomeen in die Gegend der Proben 22—23 zu verlegen oder also an die Stelle, wohin sie auch auf Grund des Pollens zu gehören scheint.

Lernen wir die in Tabelle 1 dargestellten Diatomeen kennen, so ersehen wir, dass die als typische ancyluszeitliche Diatomeen geltenden Arten ausschliesslich in den untersten Proben vorkommen oder ihr Auftreten in diesen am reichlichsten ist. Als solche angeführt seien hier *Amphora ovalis* und *v. pediculus*, *Campylodiscus noricus v. hibernica*, *Cymatopleura elliptica*, *Epithemia Hyndmanni*, *Eunotia Clevei*, *Gyrosigma attenuatum*, *Melosira arenaria* und *Stephanodiscus astrea*. Zur Veranschaulichung sind über ihr Auftreten die Diagramme 4 und 5 gezeichnet worden. In jenem sind *Amphora ovalis* und *v. pediculus* und in diesem die übrigen der eben angeführten Arten zusammengestellt.

Aus Diagramm 4 ist zu ersehen, dass das hauptsächlichste Auftreten der Art *Amphora* vom Grunde an bis Probe 22 liegt, wonach sie sich rasch vermindert und in Probe 20 völlig fehlt. Zwischen den Proben 19—10 ist sie nur noch mit 10—25 $\frac{0}{100}$ vertreten, um weiter aufwärts wiederum auszubleiben, abgesehen von ein paar Proben, in denen sie spärlich vorkommt. Das reichlichste und zusammenhängende Auftreten der Varietät hört in Probe 23 auf.

In Diagramm 5 ist das Vorkommen der Diatomeen dem der vorhergehenden sehr ähnlich. Am reichlichsten finden auch sie sich im unteren Teil des Diagrammes bis Probe 23, von der an aufwärts sie rasch abnehmen, wonach sie mit Ausnahme zweier unbedeutenden Vorkommen bei Probe 13 aufhören. Von den im Diagramm dargestellten Diatomeen sind *Gyrosigma attenuatum*, *Stephanodiscus astrea* sowie *Melosira arenaria* oberhalb Probe 20 anzutreffen.

Tab. I. (Forts.)

Analysiert K. MÖLDER	Nummern der													
	1 ‰	2 ‰	3 ‰	4 ‰	5 ‰	6 ‰	7 ‰	8 ‰	9 ‰	10 ‰	11 ‰	12 ‰	13 ‰	14 ‰
<i>M. exigua</i> LEWIS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. Smithii</i> (THWAITES) W. SMITH	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. » v. amphicephala</i> GRUN.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	15	5
<i>M. » v. lacustris</i> GRUN.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. Juergensi</i> AGARDH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Navicula humerosa v. lata</i> MÖLDER	—	10	—	—	—	—	—	—	5	—	5	—	—	—
<i>N. subsalina</i> DONK.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia granulata</i> GRUN.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. tryblionella</i> HANTZSCH.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—
<i>N. » v. debilis</i> (ARNOTT) A. MAYER	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stephanodiscus dubius</i> (FRICKE) HUST.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Synedra pulchella</i> KÜTZ.	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	15	25 55
<i>S. tabulata</i> (AGARDH) KÜTZ.	15	230	220	110	35	30	20	25	45	40	175	55	75	100
<i>Thalassiosira baltica</i> (GRUN.) OST- TENFELD	120	170	230	200	235	255	115	190	165	160	220	335	250	165
<i>Salzwasserformen</i>														
<i>Achnanthes brevipes</i> AGARDH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Campylodiscus clypeus</i> EHR.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. clypeus v. bicostata</i> W. SMITH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. echeneis</i> EHR.	—	—	5	—	—	—	—	—	—	5	—	—	30	5
<i>Coscinodiscus excentricus</i> EHR.	5	120	125	160	255	160	210	215	150	140	—	—	—	—
<i>C. excentricus v. fasciculata</i> HUST.	—	—	40	85	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. lineatus</i> EHR.	—	—	—	—	60	95	75	65	70	20	—	—	—	—
<i>C. nitidus</i> GREG.	—	—	—	—	—	20	15	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. radiatus</i> EHR.	—	45	70	185	145	370	520	450	500	455	15	—	—	—
<i>C. sp. fragm.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diploneis interrupta</i> (KÜTZ.) CLEVE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>D. litoralis</i> (DONK.) CLEVE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. notabilis</i> (GREV.) CLEVE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. Smithii</i> (BRÉB.) CLEVE	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	5	10	—
<i>D. » f. rhombica</i> MERE- SCHKOWSKY	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
<i>D. Stroemi</i> HUST.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	10	—	5
<i>Grammatophora marina</i> (LYNGBYE) KÜTZ.	20	140	115	50	25	5	—	15	15	45	190	50	30	—
<i>G. oceanica</i> (EHR.) GRUN.	—	10	—	—	—	—	—	—	—	15	15	—	—	—
<i>Hyalodiscus scoticus</i> (KÜTZ.) GRUN.	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	5	10	—
<i>Melosira moniliformis</i> AGARDH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
<i>M. nunmuloides</i> (DILLW.) AGARDH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. varians</i> AGARDH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. Westii</i> W. SMITH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Navicula humerosa</i> BRÉB.	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
<i>N. peregrina</i> (EHR.) KÜTZ.	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	5	10
<i>N. » f. minor</i> KOLBE	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5
<i>Rhopalodia gibberula</i> (EHR.) O. MÜLL.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Surirella ovalis</i> BRÉB.	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
<i>S. ovata</i> KÜTZ.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. striatula</i> TURPIN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> GREG.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	—	—	—

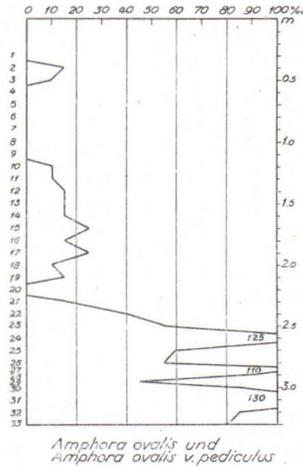


Diagramm 4.

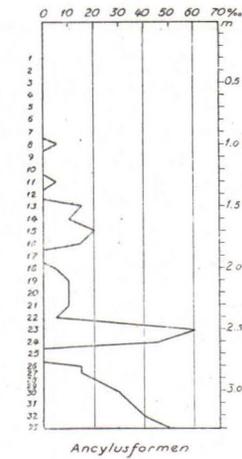


Diagramm 5.

Die entschiedene Verminderung dieser Ancyclusformen vollzieht sich nach den Diagrammen 4 und 5 gleich nach Probe 23, so dass auch sie es stützen, die Grenze zwischen Ancyclus und Litorina zwischen die Proben 22 und 23 zu verlegen.

Ausser den oben dargestellten Süsswasserdiatomeen seien noch *Diploneis elliptica*, *Epithemia argus*, *E. turgida* v. *granulata* und *Melosira ambigua* angeführt, deren reichlichstes Auftreten in Ruukki ebenfalls im Ancyclus liegt. Gleichartige Süss- und Brackwasserformen sind *Cocconeis pediculus*, *Epithemia zebra* und v. *porcellus*, *Navicula platystoma* und *N. tuscula* sowie die Brackwasserformen *Amphora perpusilla*, *Epithemia turgida* v. *Westermanni* und *Melosira Jürgensi*.

In Tabelle 1 stellen wir ferner fest, dass die als typische Litorinaformen geltenden Salzwasserdiatomeen auch in Ruukki wie die *Coscinodiscus*- und *Grammatophora*-Arten sowie *Melosira Westii* nur oberhalb Probe 21 auftreten, die zwei ersten von ihnen am reichlichsten jedoch erst von Probe 12 an aufwärts (vgl. BACKMAN und CLEVE-EULER 1922). *Campylodiscus echeneis*, *Diploneis interrupta*, *D. Smithii*, *Melosira moniliformis* und *Navicula peregrina*, die gewöhnlich den Typenarten des Litorina zugezählt werden, kommen in Ruukki auch in den ancycluszeitlichen Sedimenten verhältnismässig reichlich vor. Das Auftreten der zwei letztgenannten von ihnen beginnt indes erst ganz am Ende des Ancyclus.

Von den am reichlichsten anzutreffenden Brackwasserformen erscheinen *Mastogloia Smithii* und v. *amphicephala*, *Synedra pulchella* und *S. tabulata* auch vom späten Ancyclus an. Dagegen beginnt das Auftreten von *Thalassiosira baltica* erst mit Probe 21. An Süss- und Brackwasserformen

genannt seien *Rhoicosphenia curvata* und *Rhopalodia gibba* sowie an Süßwasserformen *Melosira granulata* und *Stephanodiscus astraea*, die sowohl in süßem als auch in salzigem Wasser gedeihen.

DIE SCHWANKUNGEN IN DER SALZKONZENTRATION DES WASSERS.

Im folgenden suchen wir durch die Diatomeen die Schwankungen in der absoluten Menge des Salzgehalts des Wassers in der Gegend von Ruukki im Ancyclus und Litorina darzulegen. Als Vergleichsgrundlage sei vorwiegend MÖLDERS (1943 a) Untersuchung benutzt: »Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht«. Zur Beleuchtung der Ausführungen sind über das Auftreten einiger in den Sedimenten von Ruukki am reichlichsten anzutreffenden und zu verschiedenen ökologischen Gruppen gehörenden Diatomeen Diagramme gezeichnet worden.

MÖLDER hat die ökologischen Bedingungen von *Epithemia turgida* v. *Westermanni* verhältnismässig sicher umreißen können, daher ist sie gut als Ausgangspunkt unserer Betrachtung geeignet. Nach ihm erfolgt ihre optimale Entwicklung bei 5—7 ‰ Salzgehalt des Wassers. Bei über 7 ‰ ist sie noch spärlich, dagegen bei unter 3.5 ‰ Salz enthaltendem Wasser völlig fehlend. Aus Diagramm 6 ist zu entnehmen, dass sie in Ruukki am meisten in der Litorinazeit vorkommt, ihr eigentliches Auftreten endet bei Probe 11. Ein anderes, kleineres Vorkommen liegt bei der Ancyclusregression.

Aus demselben Diagramm sind auch die Mengen von *Epithemia turgida* und *Thalassiosira baltica* zu ersehen. Letztere setzt sogleich zu Beginn des Litorina ein, und ihr Optimum liegt unverkennbar im Bereich des Brackwassers. Nach MÖLDER verträgt sie kein Wasser mit einem Salzgehalt von weniger als 5 ‰, und ihr Optimum ist ca. 7 ‰. Auf Grund dieser Art liegt der Salzgehalt des Wassers in Ruukki vor dem Litorina unter 5 ‰.

Das Maximum von *Epithemia turgida* fällt in die Zeit der Litorinatransgression. Ihr Optimum ist in der Gegend von Helsinki 1—2 ‰ (MÖLDER 1943 b). Die Art verträgt offenbar einen starken Wechsel des Salzgehalts, da sie bei der reichlichsten Frequenz von *Thalassiosira baltica*, deren Optimum bei ca. 7 ‰ liegt, noch verhältnismässig häufig anzutreffen ist.

Nach *Epithemia turgida* v. *Westermanni* beläuft sich der Salzgehalt des Wassers zu Beginn der Ancyclusregression auf ca. 3.5 ‰, aber während der Ancyclusregression ist er deutlich geringer gewesen. Darauf weist auch vor allem dies hin, dass die Süßwasserdiatomeen zu jener Zeit ihre höchste Frequenz erreichen, wie wir aus Diagramm 3 ersehen haben. Das Optimum vieler darin dargestellten Diatomeen liegt zwischen 1 und 3 ‰.

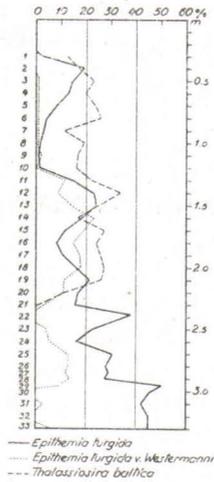


Diagramm 6.

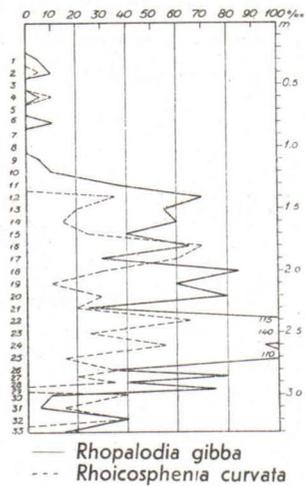


Diagramm 7.

Amphora ovalis und auch *v. pediculus* (Diagr. 4) stehen während der Ancylostregression in ihrem Maximum. In der Pojo-Bucht beläuft sich das Optimum der Art auf ca. 3.5 ‰, und diese verträgt noch einen Salzgehalt von 7 ‰. In Ruukki mag ihr Optimum jedoch 2—3 ‰ ausmachen.

Süss- und Brackwasserformen sind durch *Rhopalodia gibba* und *Rhoicosphenia curvata* (Diagr. 7) vertreten. Nach MÖLDER beläuft sich der höchste Salzgehalt, den sie noch vertragen, auf ca. 7 und 6.5 ‰. Bei beiden ist die Amplitude des Salzgehalts weit. Erstere Art tritt am reichlichsten zur Zeit der Ancylostregression auf, deren Salzgehalt ihrem Optimum entsprechen dürfte, der ca. 3—4 ‰ betragen mag. *Rhoicosphenia curvata* konzentriert sich vorwiegend auf den Bereich des Brackwassers. Ihr Optimum ist offenbar etwas höher als das der vorhergehenden Art, wahrscheinlich ca. 5 ‰. In ihrem Auftreten mit den genannten Arten gut übereinstimmend scheinen *Mastogloia Smithi* und *v. amphicephala* zu sein (Diagr. 9).

Synedra tabulata (Diagr. 8) ist eine typische Brackwasserdiatomee, wie auch aus diesem Diagramm zu ersehen ist. Als Optimum ihres Auftretens erwähnt MÖLDER 6—7 ‰, welche Werte auch in Ruukki gut zuzutreffen scheinen. Oben haben wir bereits auf Grund des Auftretens mancher Diatomeen festgestellt, dass die Gegend der Proben 12—11 einem Salzgehalt von ca. 6—7 ‰ entspricht, und diese Art bestätigt das ihrerseits in sehr überzeugender Weise. Ihr reichlichstes Auftreten liegt an Stellen, an denen die meisten der obengenannten Diatomeen ganz fehlen oder spärlich vorkommen. Vergleichen wir ihr Vorhandensein mit Diagramm 3, so erkennen wir, dass sie die Stellen umrandet, an denen die Salzwasserdiatomeen am reichlichsten sind.

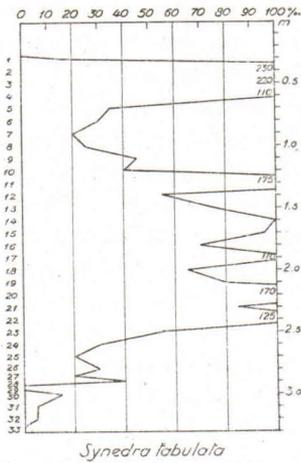


Diagramm 8.

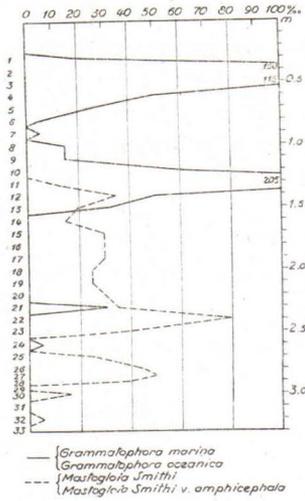


Diagramm 9.

Auf die Stellen, wo *Synedra tabulata* in ihrem Optimum steht, scheint sich das Vorkommen zweier *Grammatophora*-Arten zu konzentrieren, wie aus Diagramm 9 zu ersehen. Die Arten sind empfindlich gegen die Schwankungen im Salzgehalt des Wassers, und sie gehört zu den Salzwasserdiatomeen. Als ihr Optimum hat auf Grund des Obigen 7 ‰ salzhaltiges Wasser zu gelten. Offenbar vertragen sie keinen höheren Salzgehalt als diesen, aber auch keinen niedrigeren als 6 ‰. Demgemäss entspricht die Gegend von Probe 21 einem Salzgehalt von 6—7 ‰. Bei der Sedimentation der Proben 11—4 hat der Salzgehalt des Wassers ca. 7 ‰ betragen.

Die Salzwasserdiatomeen *Coscinodiscus exentricus* und *C. radiatus* (Diagr. 10) weichen stark von den oben dargestellten ab. Wie wir erkennen, hat sich das beträchtlichste Auftreten der Art konzentriert auf eine Stelle zwischen den Proben 10—4, die von allen übrigen eben genannten Diatomeen gemieden zu sein scheinen. Sie gehört ebenfalls zu den gegenüber den Salzwasserschwankungen empfindlichen Arten. Nach Obigem kommen wir zu dem Ergebnis, dass ihr Optimum 7—8 ‰ beträgt, vielleicht sogar mehr. Sie gedeiht noch bei 6 ‰ (Probe 21), aber kaum noch bei geringerem Salzgehalt.

Auf Grund des Obigen erhalten wir als Ergebnis (s. Diagr. 3), dass in der Gegend von Ruukki zur Zeit der Ancylostergression die Konzentration des Salzgehalts im Wasser 1—3 ‰ sowie zur Zeit der Ancylostergression 3—4 ‰ betragen hat. Zu Beginn des Litorina, bei Probe 21, steigt der Salzgehalt des Wassers plötzlich auf 6—7 ‰, um bald auf 5—6 ‰ zu sinken. Bei den Proben 12—11 steigt der Salzgehalt wieder, und zwar auf 6—7 ‰, und bei den Proben 10—5 beträgt er 7—8 ‰, vielleicht noch mehr. In den oberen Sedimenten fällt der Salzgehalt wieder rasch.

Nach WITTING (1936) beläuft sich der Salzgehalt im Wasser des Bottnischen Meerbusens gegenwärtig vor der Mündung des Kalajoki, also nahe Ruukki, auf ca. 3 ‰ oder ungefähr denselben Betrag, wie er nach dem oben gesagten dort am Ende der Ancylostergression bestanden hat. Oberflächenwasser mit einem Salzgehalt von über 7 ‰ ist gegenwärtig in der Ostsee erst südlich Gotland anzutreffen und Tiefenwasser von gleichem Salzgehalt etwas weiter nördlich. Es ist interessant festzustellen, dass nach EKMAN (1933) in der Litorinazeit der Salzgehalt des Wassers südlich Öland und Gotland 13 ‰, in der Gegend von Stockholm 10 ‰ und am weitesten entfernt im Bottnischen Meerbusen 8 ‰ betragen hat oder dasselbe, was sich nach Obigem als höchster Salzgehalt in der Gegend von Ruukki in der Litorinazeit ergibt. Leider habe ich EKMANS Untersuchung nicht näher kennenlernen können. Die hier dargestellten Angaben sind aus der Veröffentlichung von GISLEN (1941) entlehnt.

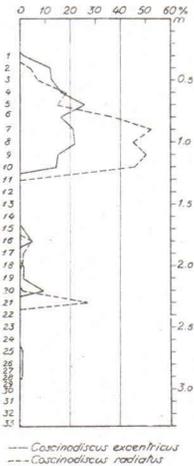


Diagramm 10.

Bei den in der Gegend von Ruukki eingetretenen Schwankungen im Salzgehalt des Wassers wendet sich unsere Aufmerksamkeit vor allem dem grossen Salzgehalt des Wassers bei Probe 11 zu, wo er wahrscheinlich höher als zu Beginn der Litorinazeit ist. Als seine Urheberin kommt am ehesten die in jener Zeit eingetretene Transgression in Frage.

Aus Südfinnland kennt man wenigstens sechs in der Litorinazeit vor sich gegangene Transgressionen, von denen allen Uferanzeichen angetroffen worden sind. Aus Pohjanmaa dagegen sind keine Uferanzeichen von nach dem Litorina I eingetretenen Transgressionen bekannt. Nach SAURAMO sind dort die späteren Litorinatransgressionen als Verlangsamung der Regression und als Zunahme der Salzgehalt bevorzugenden Diatomeen wahrzunehmen (SAURAMO 1940).

In Diagramm 3 für Ruukki geht zu Beginn des Litorina eine deutliche Steigerung der Salzwasserdiatomeen bei Probe 21 vor sich. Oben ist festgestellt worden, dass sie auf einer Zunahme im Salzgehalt des Wassers beruht, die in diesem Fall offenbar durch die Transgression LI verursacht worden ist. Eine andere, noch stärkere Mehrung der auf Salzgehalt angewiesenen Diatomeen beginnt bei Probe 11, auch in diesem Fall beruht sie auf einer Steigerung im Salzgehalt des Wassers und bedeutet wohl also auch eine Transgression. Andere entsprechend geartete Veränderungen der Diatomeenflora scheinen in der Gegend von Ruukki im Verlaufe der Litorinazeit nicht eingetreten zu sein. Jetzt kommt es darauf an herauszustellen, welche der späteren litorinazeitlichen Transgressionen so stark gewesen ist, dass die durch sie bewirkte Zunahme im Salzgehalt der Ostsee auch im innersten Teil des Bottnischen Meerbusens wahrnehmbar gewesen ist.

MUNTHE unterscheidet im Ostseebereich nur zwei Litorinatransgressionen, L 1 und L 2, von denen die erste nach ihm ca. 4500 v. Chr. und die andere ca. 2500 v. Chr. stattgefunden hat. Auch hat er die Tiefe der dänischen Sunde erforscht und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass im Öresund der Wasserstand an dessen Schwelle während L 1 4 m und zur Zeit von L 2 5 m höher als gegenwärtig gewesen ist (MUNTHE 1940).

GISLEN (1941) hat über die im Litorina wie auch gegenwärtig durch die dänischen Sunde strömenden Wassermassen Berechnungen angestellt. Er berechnet, in der Litorinazeit habe jene 4—5 m höher als heute gelegene Wasserbedeckung auf der Öresundschwelle eine so starke Erweiterung des Sundes im Gefolge gehabt, dass durch ihn eine doppelt so grosse Brackwassermenge wie gegenwärtig aus der Ostsee hat einströmen können. Selbst wenn man berücksichtigt, dass infolge der geringeren Niederschlagsmenge der Wärmezeit in der Litorinazeit um ca. 10 % Süßwasser als heute in die Ostsee eingeflossen ist, sind damals durch den Öresund jedenfalls bedeutend grössere Brackwassermassen als gegenwärtig geströmt. Die Folge davon ist gewesen, dass durch die Belte damals als Oberflächenwasser weniger Ostsee-Brackwasser als heute geflossen ist; dadurch wiederum ist bewirkt worden, dass durch sie als Tiefenströmung in grösseren Mengen als gegenwärtig salziges Ozeanwasser in die Ostsee hat gelangen können. Diese Menge ist nach GISLENS Berechnungen so beträchtlich gewesen, dass sie ausgereicht hat, den Salzgehalt der Ostsee auf einen doppelt so hohen Betrag wie den gegenwärtigen zu steigern.

Da nach GISLENS Berechnungen ein Tiefenunterschied von 4—5 m im Öresund so stark auf den Salzgehalt des Ostseewassers eingewirkt hat, erscheint es möglich, dass dieser auch durch einen Tiefenunterschied von 1 m im Öresund zur Zeit von L 1 und L 2 in gewissen Masse beeinflusst worden ist. Ferner ist anzuführen, dass nach MUNTHE (1940) auch in den Belten die Wasserbedeckung während L 2 grösser als zur Zeit von L 1 und zu beiden Zeitpunkten grösser als heute gewesen ist.

Nach GRANLUNDS (1932, S. 169) Diagramm ist die Niederschlagsmenge gleich zu Beginn des Litorina ca. 100 mm geringer und die Temperatur deutlich höher als gegenwärtig gewesen. Um die Wende der atlantischen und der subborealen Zeit, ca. 2500 v. Chr., ist die Niederschlagsmenge noch geringer und die Temperatur gleichzeitig in ihrem Maximum gewesen. Zu den beiden genannten Zeitpunkten ist die Verdunstung offenbar grösser als gegenwärtig und ca. 2500 v. Chr. grösser als zu Beginn des Litorina ausgefallen, der schon an sich infolge der reichlicheren Verdunstung in den Schwankungen des Salzgehaltes der Ostsee sich hat bemerkbar machen können. Ausserdem hat das in den dänischen Sunden bewirken können, dass durch sie damals mehr Salzwasser als zu anderen Zeiten in die Ostsee geflossen ist.

Die Stelle der Proben 12—11 in Diagramm 3 bedeutet den Beginn der zweiten im Litorina eingetretenen Zunahme der Salzwasserdiatomeen, und

in Diagramm 1 beginnt an derselben Stelle der schnelle *Alnus*-Anstieg, der in FROMMS (1938) Generaldiagramm dem Jahr 2500 v. Chr. entspricht. Wie oben bereits angeführt, kommt MUNTHES L 2 ebenfalls dem Jahr 2500 v. Chr. gleich, und auf denselben Zeitpunkt fällt auch in GRANLUNDS Diagramm die Grenze zwischen atlantischer und subborealer Zeit. Demgemäss kann es als durchaus begründet gelten, dass in Ruukki die betreffende Steigerung im Salzgehalt des Wassers ca. 2500 v. Chr. eingetreten ist, denn die auf Grund von FROMMS Diagramm erlangte Zeitbestimmung hat als zuverlässig zu gelten, da sie sich auf genaue Zählungen von Sedimentwarven gründet. Desgleichen kann es als erwiesen gelten, dass jener Zeitpunkt MUNTHES Transgression L 2 entspricht, denn seine Zeitbestimmungen gründen sich auf archäologische Forschungen. MUNTHES L 2 ist wiederum in HYYPPÄS Chronologie am ehesten neben L III zu stellen, als dessen Alter er auf Grund von ÄYRÄPÄÄS (1930) archäologischen Untersuchungen ca. 2700 v. Chr. ermittelt (HYYPPÄ 1935 a). Demgemäss entspricht jene in der Gegend von Ruukki festgestellte Zunahme der Salzgehalt bevorzugenden Diatomeen in Finnland am ehesten der III. Transgression der Litorinazeit.

Nach den obigen Ausführungen weisen die Tiefenverhältnisse der dänischen Sunde zur Zeit von L 2, die wiederum in Ruukki der Zeit der zweiten im Litorina eingetretenen Zunahme der Salzwasserdiatomeen entspricht, darauf hin, dass damals in reichlicheren Mengen salziges Wasser als zur Zeit von L 1 in die Ostsee hat einströmen können, und da gleichzeitig auch die Verdunstungsmenge damals am grössten gewesen ist, ist es sehr wahrscheinlich, dass die genannten Faktoren gemeinsam den Salzgehalt des Ostseewassers so sehr beeinflusst haben, dass er noch in Ruukki zur Zeit von L 2 um $1-2\text{‰}$ höher als während L 1 gewesen ist. Im nördlichen Teil der Ostsee mag das einem Unterschied von $2-4\text{‰}$ entsprechen.

DIE GEOLOGISCHE ZEITBESTIMMUNG UND DIE FUNDSTELLE DES SEEHUNDES.

Danach suchen wir die Einbettungszeit des in Ruukki aufgefundenen Seehundes herauszustellen. Zu diesem Zweck sind über die an den Knochen haftenden Bodenproben einige Pollen- und Diatomeenanalysen gleicherweise wie über die Proben der Bodensäule ausgeführt worden. Zunächst betrachten wir das Ergebnis der Diatomeenanalysen (s. Tabelle 1, Proben I, II und III). Die beste Auffassung von dem Charakter der in diesen Proben enthaltenen Diatomeenflora gewinnen wir, wenn wir die Diatomeen in ihnen in ökologische Gruppen einteilen (S. 185), wie es in Diagramm 3 geschehen ist. Da wir nicht festlegen können, in welcher Reihenfolge die von den Knochen genommenen Proben in vertikaler Richtung unterzubringen sind, und wir ebensowenig ihrem gegenseitigen Abstand wissen, stellen wir im

folgenden die nach drei Proben berechneten Mittelwerte dar. So gruppieren sich die Diatomeen dar von den Knochen genommenen Proben folgendermassen:

Süsswasserformen	11.5 %
Süss- und Brackwasserformen	61.0 %
Brackwasserformen	23.0 %
Salzwasserformen	4.5 %
	100.0 %

In Diagramm 3 lassen sich die erhaltenen Werte zweifellos im Bereich des *Ancylus* unterbringen. Die beträchtliche Menge der Süss- und Brackwasserformen wie auch ihr mit den Süsswasserformen gemeinsamer Betrag von 72.5 % sind dem übrigen Diagrammteil fremd. Nach den Brackwasserformen kann der Fund wiederum nicht im *Ancylus* unterhalb der Probe 28 untergebracht werden, und auf Grund der Süss- und Brackwasserformen entfällt er am besten auf Probe 29, wohin er auch gemäss den Süsswasserformen gehört. Die Salzwasserdiatomeen lassen eine Gleichsetzung des Fundes ebensogut mit Probe 28 wie auch mit 29 zu.

Über die Proben sind auch Pollenanalysen ausgeführt worden, deren Ergebnisse wir in Diagramm 2 (S. 169), für jede der drei Proben gesondert, gezeichnet sehen. Vergleicht man die Pollenzusammensetzung der Proben I—III mit Diagramm 1, so sind in ihnen gewisse Züge zu erkennen, die dafür sprechen, dass der Fund an dieselbe Stelle im Profil gehört, wo er oben auf Grund der Diatomeen untergebracht worden ist. Zunächst stellen wir fest, dass in den Proben I und II Pollen edler Laubbäume völlig fehlen, dagegen enthält Probe III in spärlichen Mengen sowohl *Corylus* als auch *Ulmus*, so dass sie auf die Proben 29—26 hinweisen. Dahin passen sie auch nach den Kiefernpollen am besten. Probe I verweist am ehesten auf die Gegend der Proben 27—29 und die Proben II und III, die etwas weniger Kiefernpollen enthalten, in den Bereich der Proben 26—27.

Sowohl nach den Diatomeen- auch nach den Pollenuntersuchungen ist die Fundstelle der Seehundüberreste in die Gegend der Proben 26—29 zu verlegen. Aus dem Obigen wissen wir, dass nach der Mitteilung derer, die den Fund geborgen haben, die Knochenfundtiefe 2.9 m beträgt; diese lässt sich unbehindert zwischen den genannten Proben unterbringen. Somit können wir diese Stelle im Diagramm mit voller Sicherheit als den Zeitpunkt der Seehundeinbettung betrachten. Daraus ergibt sich, dass das Leben des Seehundes von Ruukki um die Wende der *Ancylustransgression* und *-regression* ca. 6000 v. Chr., also vor ca. 8000 Jahren, erloschen ist.

BACKMAN (1936) sowie BACKMAN und CLEVE-EULER (1937) haben an Hand von Diatomeen bestimmt, dass die höchste Grenze des *Litorina* in

Haapavesi und Kårsämäki 95 m ü. M. liegt. Auf Grund der Ergebnisse ihrer und anderer Forscher hat SAURAMO (1938) die 100 m-Isobase des Litorinameeres parallel zur Küste des nördlichen Teils des Bottnischen Meerbusens und ca. 60—70 km landeinwärts gezeichnet. Von da aus extrapolierend, erhält er als Höhe des ältesten Litorina in der Gegend von Oulu ca. 110 m. Ruukki liegt ungefähr mitten zwischen diesen beiden Isobasen, so dass die höchste Litorinagrenze dort bei ca. 105 m liegt.

Danach setzen wir HYYPPÄS (1937) Relationsdiagramm so weit fort, bis sein LI das 105 m-Niveau schneidet, das also der höchsten Litorinagrenze in Ruukki entspricht. Dabei erhalten wir als Betrag von A II in der Gegend von Ruukki 144 m. A II bedeutet nach HYYPPÄ den Beginn der Ancylustransgression und andererseits den Zeitpunkt der Seehundeinbettung. Daraus erhalten wir des weiteren als Tiefe des Wassers, das zur Zeit der Einbettung des Seehundes bestanden hat, in Ruukki ca. 103 m (144 m—41 m). Zur Zeit von Litorina I hat die Wassertiefe dort ca. 63 m (105 m—42 m) und während L III nur noch 9 m (51 m—42 m) betragen.

Hiermit danke ich den Herren Doz. Dr. phil. E. HYYPPÄ, Dr. phil. K. MÖLDER und Mag. phil. O. V. LUMIALA für viele das vorliegende Thema betreffende und zur Förderung desselben beigetragene Besprechungen.

Dr. K. MÖLDER hat ausserdem die Diatomeen und Mag. phil. ESTER UUSAAARI die Baumpollen analysiert. Die Übersetzungsarbeit hat Dr. phil. MARTA RÖMER ausgeführt. Allen obengenannten und ebenso allen diesen, die bei der vorliegenden Untersuchung irgendwie behilflich gewesen sind, will ich meinen besten Dank aussprechen.

LITERATURVERZEICHNIS.

- BACKMAN, A. L., 1936, Berichtigung zur Clypeusgrenze in Simo und Käräsämäki. Soc. Scient. Fennica, Comm. Biol., V. 2, S. 1—4.
- und CLEVE-EULER, ASTRID, 1922, Die fossile Diatomeenflora in Österbotten. Acta For. Fenn. 22, S. 1—73.
- und CLEVE-EULER, ASTRID, 1937, Om Litorinagränsen i Haapavesi och diatomacéfloran på Suomenselkä. Acta Soc. F. Fl. Fenn., 60, S. 209—244. (Mit deutsch. Referat).
- FROMM, E., 1938, Geochronologisch datierte Pollendiagramme und Diatomeenanalysen aus Ängermanland. Geol. Fören. förh., 60, S. 365—381.
- GISLEN, TORSTEN, 1941, Problem kring Östersjön. Sv. geogr. Årsbok, S. 49—84, Lund. (Mit deutscher Zusammenfassung.)
- GRANLUND, ERIK, 1932, De svenska högmossarnas geologi. Sver. Geol. Unders., Årsbok 26, N:o 1, S. 1—193.
- EKMAN, S., 1933, Biologische Geschichte der Nord- und Ostsee. Tierwelt der Nord- und Ostsee, Lief. 23, T. Ib., Leipzig.
- HYYPÄ, ESA, 1935 a, Kivikautinen asutus ja rannan siirtyminen Helsingin seudulla. Deutsches Referat: Die Steinzeitliche Besiedlung und die Verschiebung des Ufers in der Gegend von Helsinki. Vorläufige Mitteilung. Terra, 47: 1, S. 31—47.
- 1935 b, Tyrnävän kaasuesiintymä. Deutsches Referat: Das Erdgasvorkommen von Tyrnävä. Suomen Kemistilehti A, N:o 4, S. 1—8, Helsinki.
- 1937, Post-Glacial Changes of Shore-Line in South Finland. Bull. Comm. géol. Finlande. 120, S. 1—225.
- KOLBE, R. W., 1927, Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebiets. Pflanzenforschung, 7, S. 1—146.
- LUMIALA, O. V., 1939, Das Moor Vanhalammensuo (Kuusamo, Korvasvaara). Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo, 12, N:o 3, S. 1—16.
- MUNTHE, HENR., 1940, Om Nordens, främst Baltikums, senkvartära utveckling och stenåldersbebyggelse. K. Sv. Vet. Ak. Handl., Ser. 3, Bd. 19, N:o 1, S. 1—242. Stockholm.
- MÖLDER, KARL, 1943 a, Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo, 18, N:o 2, S. 1—204. — Bull. Comm. géol. Finlande. 127, S. 1—204.
- 1943 b, Rezente Diatomeen in Finnland als Grundlage quartärgeologischer Untersuchungen. Geologie der Meere und Binnengewässer, Bd. 6, H 2, S. 148—240.
- SAURAMO, MATTI, 1938, Ein harpunterter Seehund aus dem Litorinat Nordfinnlands. Quartär, Bd. I, S. 26—35. Berlin.
- 1939, The mode of the land upheaval in Fennoscandia during Late-Quaternary time. Compt. Rend. Soc. Géol. Finl., 13, N:o 3, S. 1—26.
- 1940, Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan. S. 1—286. Porvoo — Helsinki.
- WITTING, ROLF, 1936, Ympäröivät meret. Suomen maantieteen käsikirja. S. 261—278. Helsinki.
- ÄYRÄPÄÄ (EUROPAEUS), A., 1930, Die relative Chronologie der steinzeitlichen Keramik in Finnland, I und II, Acta Archeologica Vol. I, Tasc. 2 und 3. København.

DIE BODENBILDUNGEN DES MUHOS-SEDIMENTS BEI KIEKSI

VON

THORD BRENNER

(Mit 1 Figur im Text)

Im Finnlandheft der Geologischen Rundschau (Band XXXII, 1941, Heft 4/5, S. 535—549) berichtet der Verfasser über die Entdeckung eines für unsere nordischen Verhältnisse einzig dastehenden Sediments unter der Überschrift »Ein ungewöhnliches Kalk-Schlammsteinsediment von Muhos in Mittelfinnland«. Das Sediment kann mit vollem Recht als ungewöhnlich betrachtet werden, weil es aus einem wenig weit diagenetisch vorgeschrittenem Kalkschlammsteinsediment besteht und eine Mächtigkeit von über 500 m sowie eine Verbreitung von mehreren Meilen innerhalb des flachen und niedrigen Küstengebietes südlich und südöstlich der Stadt Uleåborg (Oulu) aufweist. In jener Abhandlung wurde die Vermutung ausgesprochen, dass das Sediment mesozoischen Alters wäre, u. a. weil in der Gegend ein Belemnit in einer Sandgrube ¹⁾ gefunden wurde.

Eine geologische Bildung von der Beschaffenheit, wie sie hier in Rede steht, kann selten innerhalb kurzer Zeit nach ihrer Entdeckung ganz erschöpfend beschrieben und bekannt werden. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Kenntnis von so gut verborgenen und so mächtigen Bildungen wie die in Frage kommenden vor allem aus ökonomischen Gründen nur allmählich vervollständigt werden kann. Jeder neue Einblick in diese Verhältnisse ist daher wertvoll. Als der Verfasser im Oktober 1942 gelegentlich eines kurzen Besuchs auf dem Pyhäkoski-Kraftwerkbau bei Leppiniemi und zugleich auf einer kleinen Exkursion längs den Ufern des Uleå-Flusses (Oulujoki) einen bemerkenswerten Fund machte, der im gewissen Grade unsere Kenntnisse von den in Frage kommenden Bildungen erweitert, legte er der Geologischen Gesellschaft in Finnland auf ihrer Sitzung am 10. Dezember 1942 die Resultate seiner dabei gemachten Beobachtungen vor.

In dem genannten Aufsatz in der Geologischen Rundschau, Seite 537, schreibt der Verfasser: »Von Leppiniemi stromabwärts, etwa 1 km weit, fließt der Strom durch Gebiete, wo Urgebirgsgrund sichtbar ist. Die Ufer sind steil, aber nehmen etwas an Höhe ab. Stromabwärts verschwindet

¹⁾ THORD BRENNER: Ett belemnitfynd vid Kankari plattformväxel. Bull. Comm. géol. Finlande. 119, S. 20, 1937.

der Felsgrund. Der Strom durchfließt dabei eine Grenze zwischen zwei schon früher beobachteten Landschaftstypen, nämlich einen nördlichen, wo der Gebirgsgrund stellenweise zutage tritt, und einem südlichen, wo meilenweit nur quartäre Bildungen zu sehen sind». In dem letzteren Gebiet ist das Schlammsteinsediment angetroffen worden, und es hat sich ergeben, dass der Urgebirgsgrund dort, wenigstens an einer Stelle, ca. 500 m tief liegt. Den Platz der genannten Grenze hatte der Verfasser nicht Gelegenheit aufzusuchen, bevor das Obige niedergeschrieben wurde. Dieses Ver-säumnis wurde jedoch durch den eben erwähnten Besuch an Ort und Stelle im Oktober 1942 wieder gutgemacht. Was dabei zutage kam, bestätigt und ergänzt die früheren Vorstellungen.

Bei dem Hof Kieksi (siehe Fig. 1) am rechten Ufer des Uleå-Flusses, ungefähr 1.5 km stromabwärts von Leppiniemi, verläuft die obengenannte

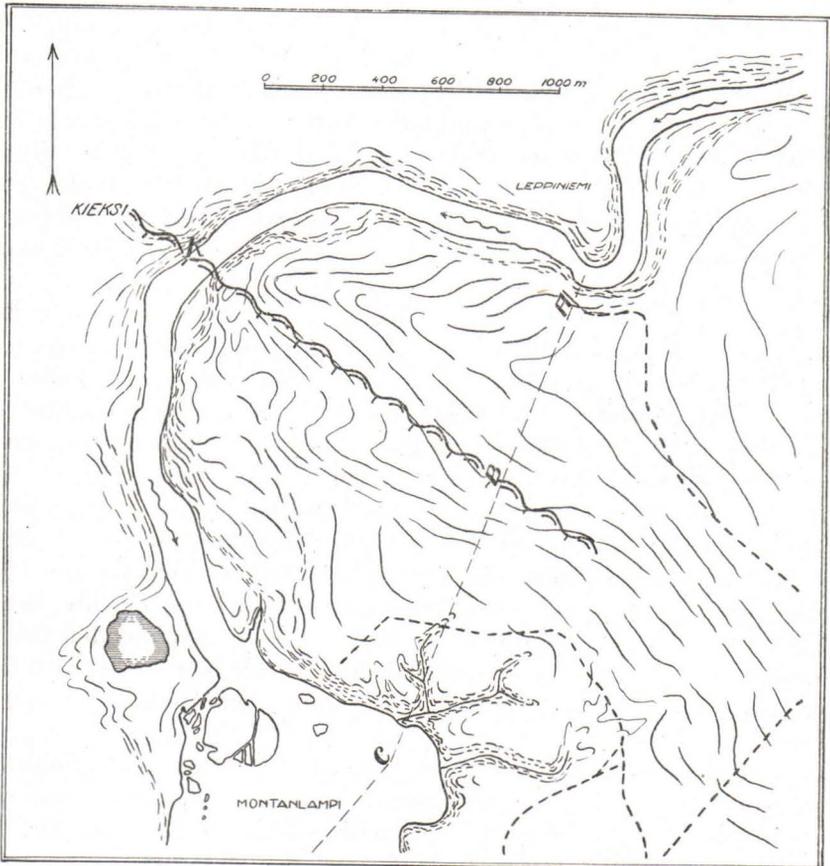


Fig. 1. Planskizze über den Uleå-Fluss zwischen Leppiniemi und Montanlampi nebst Umgebung. A—B—C untersuchtes Profil (vgl. Geol. Rundsch., loc. cit., S. 539). K = Kieksi-Konglomerat. Die wellenförmige Linie zwischen B und K deutet die nordöstliche Begrenzung des Muhos-Sediments an.

Grenze, die sowohl topographisch als auch in allgemein geographischer Hinsicht die nördlichen Gebiete von den südlichen trennt.

Das nördliche Gelände ist höher gelegen, und oberhalb der steilen, 20 m bis 25 m hohen Flussböschungen ist es in weiter Erstreckung im grossen und ganzen eben. Das relativ gleichmässige Relief des Urgebirges unter der recht dünnen Bodendecke gibt dem Gelände sein Gepräge. Der rechte Flusshang zwischen Leppiniemi und Kieksi besteht in der Hauptsache aus Urgebirge, ungleichmässig auserodiert, bald mit tiefen Ravinen, bald steil in den Fluss abfallend. Bald gibt es einen schmalen blockreichen Uferstreifen, wo man sich bewegen kann, bald machen die steilen Abhänge das Vorwärtskommen längs dem Ufer unmöglich. Oberhalb der Uferhänge durch feuchten Tannen- und Kiefernwald führt ein unbedeutender Fahrweg von Leppiniemi nach Kieksi und weiter südwärts.

In der Gegend des Hofes Kieksi tritt die Veränderung im Gelände schon darin hervor, dass der genannte Weg, nachdem er die südliche Waldgrenze verlassen hat, recht steil nach Südwesten abfällt. Die gleichgerichteten Abhänge sind bebaut, und zwischen den Bodenkulturen in dem kleinhügeligen Gelände liegen Erlen- und Birkenhaine mit üppigerer Vegetation als weiter nördlich. Die steilen Flussböschungen am rechten Ufer gehen gerade vor dem Hof Kieksi stromabwärts schnell in flache Hänge über, jedoch hier und dort mit einige Meter hohen, steileren Flussböschungen, die in lose Bodenarten eingeschnitten sind. Das Urgebirge ist hier nicht sichtbar.

Diese topographische Grenze kann am Flusshang mit einer Genauigkeit von einigen Metern festgelegt werden. Gleich an und nordöstlich derselben, also dort, wo der Fluss von steilen, felsigen Abhängen begrenzt ist, steht im Steilhang ein Sandsteinkonglomerat an. Wir nennen es nach dem benachbarten Hofe das **Kieksi-Konglomerat**.

Auf einer ca. 30 m langen Strecke längs dem Fluss ist das Konglomerat sichtbar, und am Ufer liegen grössere und kleinere abgestürzte Blöcke desselben. Die Mächtigkeit des Konglomerates in dem Steilhang des Flusses beträgt 8 bis 10 m. Es ist deutlich gelagert, und die Schichtfolgen fallen gegen Süden mit 30°. Innerhalb des Konglomerates gibt es lagerweise verschieden grobe Teile. Die grobkörnigen Partien sind ausgeprägt polymikt, sowohl mit Rücksicht auf die Grösse der Bestandteile als auch mit Rücksicht auf seine petrographische Beschaffenheit. Die grössten Steine haben höchstens die Grösse eines Gänseeies. Die Schichtung tritt in erster Linie durch das Vorhandensein von dichten, sogar bis einige Dezimeter dicken Schichten hervor. Sie sind aus feinsandigem und schlammigem Material zusammengesetzt. Eine dieser feinsandigen Schichten war verbogen. Oft ist auch innerhalb der einheitlicheren, grobkörnigen Partien eine gewisse Schichtung angedeutet, die durch parallele Lagen der flachen und länglichen Steine gekennzeichnet ist. Sowohl abgerundete Steine als auch solche mit scharfen Kanten kommen vor. Die Masse zwischen den

grösseren Steinen ist ihrer Korngrösse nach sandartig, und die Festigkeit, die dieses Bindemittel dem Konglomerat verleiht, ist bald grösser, bald geringer. Überhaupt zersplittert und zerteilt sich jedoch das Konglomerat leicht, wenigstens in grössere Blöcke. Die Steine des Konglomerates sind in ihrem Hauptbestandteil granitisch und gneisartig, aber auch schieferartige und einige basische Stücke wurden angetroffen. Die Farbe des Konglomerates ist rostbraun; besonders die Farben der feinkörnigen Partien nähern sich dem schokoladenbraun.

Die jetzt geschilderten Eigenschaften beziehen sich auf den Fund, der bei dem direkt gegen den Fluss liegenden Abhang gemacht wurde. Höher hinauf ist das Gelände hauptsächlich mit Erde bedeckt. Doch wurde in dem obengenannten Weg, der an dem Hof Kieksi vorbei wieder südvärts führt, eine kleine Felsplatte wie eine Schwelle angetroffen, da wo der Weg steiler nach Süden abzufallen anfängt. Diese Stelle liegt ca. 20 m über dem Wasserspiegel des Flusses und in ungefähr 150 m Abstand vom Flussufer und dem Hauptfundort des Konglomerates. Die Stelle ist also mit Rücksicht auf die Geländeverhältnisse zu dem nördlichen, höher gelegenen Gebiet zu rechnen. Die Farbe dieser Felsplatte ist schwarz, und diese besteht aus einem Konglomerat mit schwarzer, sandiger Zwischenmasse und bis hühnereigrossen Steinen aus Granit und Gneis. Für die Zwischenmasse bestimmte ich den Glühverlust. Nachdem eine Probe auf 110°C erhitzt worden war und 0.5 % Wasser abgegeben hatte, verlor sie beim Glühen und unter starkem Rauchgeruch weitere 7.3 % an Gewicht, während eine andere Probe als entsprechende Werte 0.35 % Wasser und danach 4.12 % Gewichtsverlust bei grösserer Hitze ergab. Der Glührückstand war von heller Farbe und erwies sich als Quarzsand. Wir notieren, dass diese Proben offenbar 4.12—7.3 Gewichts-% brennbare kohlehaltige Stoffe enthielten.

An keiner Stelle war der direkte Kontakt zwischen den jetzt beschriebenen Konglomeraten und dem nordwärts anstehenden Granit sichtbar. Das Flussufer und die Abhänge sind innerhalb einer ca. 75 m langen Strecke von den nördlichsten sichtbaren Konglomeratpartien flussaufwärts teilweise mit Erde bedeckt, teilweise durch eine reichliche Vegetation verborgen. Jenseits dieses Intervalles tritt der in diesem Landesteil gewöhnliche rötliche, teils aplitische, teils mittelkörnige und teils gneisartige Granit auf. Sein Verhältnis zu den übrigen Felsarten der Gegend lässt sich daraus erklären, dass zahlreich vorkommende Bruchstücke amphibolitischer und saurerer Schiefer in Granit eingebettet liegen. Der Urgebirgsgrund ist durch Risse und Brüche in mehreren Richtungen äusserst stark zerklüftet. Besonders zwei Dislokationsrichtungen geben sich in der Gegend zu erkennen, teils dadurch, dass sie in ihrem Verlauf die Richtung der Felswände gegen den Fluss bestimmen, teils dadurch, dass die Zerklüftung im Kleinen in diesen Richtungen erfolgt ist. Diese zwei Disloka-

tionsrichtungen sind ungefähr N 50°—60°W und N 80°E bis E—W. Von ihnen ist die erstere in diesem Zusammenhang von Bedeutung, die letztere wird besser sichtbar am oberen Laufe des Pyhäkoski. Wir machen jetzt schon darauf aufmerksam, dass die Verbindungslinie von dem Punkte (B, vgl. Planskizze Fig. 1), wo bei den Bohrungen ¹⁾ im Profil A—B—C der Urgebirgsgrund am südlichsten angetroffen wurde, bis an den jetzt beschriebenen Fundort des Kieksi-Konglomerates in der Richtung N 54°W verläuft, also parallel mit der im Urgebirgsgrund hervortretenden ersten Dislokationsrichtung.

Wie bereits in dem obengenannten Aufsatz hervorgehoben, sprechen die Verhältnisse am Punkt B dafür, dass der Urgebirgsgrund gegen Süden von Bruch- und Gleitflächen begrenzt sei. Die Geländeverhältnisse in der Umgegend von Kieksi deuten gleichfalls an, dass der nördliche Teil des Urgebirgsgrundes im Gegensatz zu den Verhältnissen südlich der oben geschilderten Grenze relativ hoch liegt. Auch hier sind wahrscheinlich Dislokationen vorgekommen, wobei die südlicheren Teile eine tiefere Lage eingenommen haben als die nördlichen. Dabei ist das jetzt sichtbare Konglomerat bei Kieksi auf der Nordseite der Verwerfungszone geblieben, die voraussichtlich bedeutende stratigraphische Höhenunterschiede in den Hangenden des Konglomerates markiert. In Übereinstimmung damit spricht die allgemein vorkommende rotviolette Farbe in den lehmigen Kulturböden südwestlich Kieksi dafür, dass die feinkörnigen stratigraphisch höher gelegenen Ablagerungsfolgen des Muhos-Sediments südlich der Grenze nahe der Erdoberfläche liegen. Ich stelle mir also vor, dass das Kieksi-Konglomerat eine Bodenbildung des Muhos-Sediments ist, das sowohl am Fluss als auch am Weg an dem Urgebirgsgrund hängen blieb, als die verschiedenen Teile im Verhältnis zueinander verschoben wurden, und dass ferner seine südlichen Gegenstücke jetzt tief, unter hunderte Meter mächtigen Kalkschlammsteinsedimenten liegen.

In Fig. 1 sind die Punkte B und K durch eine wellenförmige Linie verbunden. Dadurch soll der Verlauf dieser Verwerfungszone und gleichzeitig die ungefähre nördliche Begrenzung des Muhos-Sediments angedeutet werden. Diese Vorstellung von der Richtung der Verwerfung wird auch durch die topographischen Verhältnisse in den Gegenden südöstlich Kieksi und der linken Ufer des Uleå-Flusses bestätigt. Flussaufwärts längs diesem Ufer trifft man hier und da Urgebirgsgrund an, jedoch etwas spärlicher als auf der entgegengesetzten Seite des Flusses. Schon einige hundert Meter nordöstlich dieser Stelle, wo die angenommene und hier oft genannte Grenze dieses Ufer trifft, befindet sich die am weitesten südwestlich vorkommende Blosslegung des Urgebirges. Von diesen Gegenden gegen Süden und Südwesten sind die Steilhänge des Ufers in glazifluviale Bildungen

¹⁾ Siehe die Profilzeichnung in dem genannten Aufsatz in der Geol. Rundsch. loc. cit., S. 539.

eingeschnitten. Diese gehören zu einem ziemlich flachen Zug wahrscheinlicher Randosebildungen, die in der Richtung ca. N 70°—80°E verlaufen, gerade südlich Leppiniemi, und den Uleå-Fluss schräg überqueren, dessen rechtes Ufer sie ca. 800 bis 1 000 m südlich Kieksi erreichen. Durch diesen Sand- und Kieszug wird die Topographie verwirrt, die, wenn dieser Zug nicht da wäre, wahrscheinlich im Gelände hervorträte und die dabei ausschliesslich von der angenommenen, zwischen den Punkten K und B verlaufenden Verwerfungszone abhängig wäre. Trotzdem können gewisse Charakterzüge im Relief in Zusammenhang mit einer fortlaufenden Dislokationsrichtung N 54°W gebracht werden. Die Höhenkurven des Geländes auf der Südostseite des genannten Kieszuges verlaufen hauptsächlich konform mit dieser Richtung, und das Gelände senkt sich gegen Südwesten. Diese Verhältnisse können innerhalb mehrerer Kilometer südöstlich von Punkt B (vergl. Planskizze in Geol. Rundsch., loc. cit.) beobachtet werden. Auch in diesen Gegenden der höher gelegenen nordöstlichen Teile kommt das Urgebirge in Form von gneisigem Granit zum Vorschein, während man innerhalb der südwestlichen tiefliegenden Gegenden keinen Felsgrund angetroffen hat.

Die Richtung der Verbindungslinie zwischen den Punkten K und B, die topographischen Charakterzüge und die im Felsgrund weiter nördlich festgestellten Zerklüftungsrichtungen sprechen sämtlich dafür, dass im Urgebirgsgrund Anlagen zu Dislokationen in der Richtung N 54°W vorkommen und dass die nordöstliche Grenze des Muhos-Sediments parallel mit ihnen verläuft.

Ausser den Andeutungen, die früher über die Verbreitung des Muhos-Sediments nach Westen hin gemacht wurden, soll noch folgendes hervorgehoben werden.

In den Gegenden südwestlich des Hofes Kieksi, besonders in der westlichen Fortsetzung des obengenannten Kieszuges, ca. 1.5 km von Kieksi, wo man bei dem staatlichen Strassenbau kleine Kieseinschnitte angelegt hat, sind zahlreiche Konglomeratblöcke angetroffen worden. Sie sind überhaupt von derselben Art wie an dem Steilufer bei Kieksi. Dort waren sowohl grobkörnige Konglomerate als auch feinkörnige arkoseartige Sandsteine vertreten. Zwischen den gröberen Steinen im Konglomerat liegt oft sehr stark versteinertes feines Material. Die Konglomeratblöcke deuten also eine Diagenese an, die weiter vorgeschritten ist als die bei Kieksi. Wenn diese Konglomeratblöcke von einer dem Fundplatz bei Kieksi analogen Stelle oder, mit anderen Worten, aus unmittelbarer Nähe der Verwerfungslinie stammen, wäre unter Berücksichtigung der Bewegungsrichtung des Landeises ihr Ursprung einige Kilometer nordwestlich Kieksi zu suchen.

Die rote Farbe, die an mehreren Stellen in den losen Ablagerungen, wie z. B. in den Kulturböden südwestlich des Hofes Kieksi, festgestellt

worden ist, darf als gutes Indizium dafür betrachtet werden, dass ein Sediment vom Typus des Muhos-Sediments in der Nähe vorkommt. Nach der Bewegungsrichtung des Landeises in dieser Gegend zu urteilen, kann man dabei annehmen, dass die Grenze dieses Sediments gegen das Urgebirge zunächst im Gelände nördlich von dem Punkt verlaufen muss, wo die rote Farbe vorkommt. Es wurde so z. B. nachgewiesen, dass der Kies in der Sandgrube von Pikkarala roten Schlamm enthält, der sich leicht ausspülen lässt, so dass das Tagwasser in der Gegend deutlich rotgefärbt ist. Diese Sandgrube liegt ca. 12 km in westnordwestlicher Richtung von Kieksi, ca. 2 Meilen von der Küste entfernt und dabei nur einige Kilometer seitlich, d. h. südwestlich der Fortsetzung der Linie zwischen Punkt B und Kieksi.

Nach mündlicher Mitteilung von Prof. P. Eskola hat man vor einigen Jahren in der Gegend von Uleåborg ein Konglomeratstück entsprechender Art angetroffen. In Richtung N 54°W von Kieksi verläuft die angenommene Grenzlinie unmittelbar südlich der Stadt Uleåborg, so dass z. B. das Gelände der Fabrik Nuottasaari südlich dieser Linie liegt. Bei der Untersuchung des Baugrundes für die dortige grosse Zellulosefabrik habe ich vor mehreren Jahren rotgefärbte Lehme angetroffen, aber keinen Felsgrund. Im Stadtgebiet von Uleåborg dagegen tritt Felsgrund zutage. Die Grenze ist also auch hier ziemlich genau festgelegt, und Tatsachen sprechen dafür, dass die Richtung der Grenze N 54°W noch in diesen Gegenden besteht.

Die Fortsetzung derselben Linie zielt weiter hinaus gegen den Bottnischen Meerbusen, in die Gegend zwischen Malören und Sandskär auf der schwedischen Seite der Reichsgrenze. Auf Malören, das einige Kilometer südwestlich von dieser Linie liegt, hatte Fredholm (1885)¹⁾ Konglomeratblöcke angetroffen, über deren Alter man später verschiedene Angaben gemacht hat. Teils hat man jotnisches (GEIJER), teils permisches (LARSSON) Alter angenommen. Durch diese Überlegung wird auch die Frage des Zeitpunktes der Entstehung des Beckens des Bottnischen Meerbusens und seine Begrenzung mit in die Diskussion einbezogen. Dabei müssen wir die Aufmerksamkeit unter anderem dem Verlauf der Strandkonturen im Grossen zuwenden. Man fragt sich, ob es Zufall ist, dass die Küstenlinie zwischen Wasa und Uleåborg parallel mit dem Schärensaum zwischen Skellefteå und Luleå und ausserdem noch mit der Küstenstrecke von Umeå nach Nordosten verläuft und dass diese Küstenstrecken im rechten Winkel gegen die angenommene Dislokationsrichtung durch Kieksi liegen. Ebenso fragt man sich, ob es einen nachweisbaren Grund dafür gibt, dass die Küstenstrecke, die von Skellefteå mit zunächst südöstlicher

1) WALTER LARSSON: Zur Kenntnis der alkalinen ultrabasischen Ganggesteine des Kalixgebiets, Nordschweden. Sveriges geologiska undersökning, Ser. C, N:o 456, Stockholm 1943, S. 38.

Richtung streicht, gerade einen mit der genannten Grenzlinie parallelen Verlauf nimmt.

Die Annahme, dass das Kieksi-Konglomerat und die weiter südwärts angetroffenen Blöcke von verhältnissmässig weit diagenetisch entwickelten Konglomeraten und Sandsteinen zu dem diagenetisch wenig vorgeschrittenen Schlammsteinsediment gerechnet werden müssen, stützt sich hauptsächlich auf Beobachtungen der Geländebeziehungen. Wahrscheinlichkeitsgründe sprechen dafür, dass eine fortlaufende Grenze vorkommt, die Gegenden, in denen das Urgebirge bloss oder unter quartären und rezenten Bildungen liegt, von solchen trennt, in denen die Ablagerungen, die nicht zum Urgebirge gehören, entsprechend liegen. Inwieweit die Sedimenttypen ausserhalb des Urgebirgsgeländes, d. h. z. B. das Kieksi-Konglomerat und das Kalkschlammsteinsediment von Muhos, auf andere Weise geologisch zusammengehören als gerade insofern, als sie nicht dem Urgebirge zuzurechnen sind, kann in diesem Stadium nicht entschieden werden. Das Kieksi-Konglomerat hat gewisse Charakterzüge, auf Grund deren man es zu den jotnischen Bildungen rechnen kann. Es gibt aber auch grosse Abweichungen von diesen. Die rote Farbe kommt bekanntlich bei Sedimenten sehr verschiedener Zeitalter häufig vor und ist daher kein Beweis in irgendeiner Richtung. Ebensowenig gibt die variierende Diagenese des Konglomerates einen sicheren Anhalt bei der Schätzung ihrer Altersstellung. So verlockend es auch erscheint, sich auf Spekulationen einzulassen, ob das Muhos-Sediment und vor allem seine eben geschilderten Bodenbildungen zeitlich mit dem Jotnium Finnlands oder den Mesozoikum Schwedens zusammenfallen, ja sogar ob für die Annahme einer inneren Zusammenhörigkeit zwischen diesen beiden früher bekannten Ablagerungstypen Voraussetzungen beständen, so möchte ich dennoch hier von derartigen Betrachtungen absehen. Der Belemnitenfund darf jedoch auf keinen Fall vergessen werden. Die sporadischen Angaben, die bis jetzt über das Muhos-Sediment gemacht worden sind, werden, hoffe ich, die Forscher zu weiteren exakten Ermittlungen darüber anspornen.

Uusia jäseniä Suomen Geologiseen Seuraan valitaan kahden jäsenen ehdotuksesta.

Seuran julkaisut ilmestyvät sarjassa *Bulletin de la Commission géologique de Finlande*, ja jaetaan

1. kaikille jäsenille,
2. niille, jotka saavat mainitun sarjan,
3. laitoksille ja yhdistyksille, jotka haluavat julkaisujen vaihtoa.

Suomen Geologisen Seuran osoite on Helsinki, Bulevardi 29.

Medlemmar i Geologiska Sällskapet i Finland inväljas på förslag av två av Sällskapets medlemmar.

Sällskapets publikationer utgivas i serien *Bulletin de la Commission géologique de Finlande* och utdelas till

1. Sällskapets medlemmar,
2. personer, som fått mottaga nämnda serie,
3. institutioner och sammanslutningar, vilka önska träda i skriftutbyte med Sällskapet.

Geologiska Sällskapet i Finland adress är Helsingfors, Bulevarden 29.

Pour devenir membre de la Société géologique de Finlande on doit être présenté par deux membres.

Les publications de la Société seront éditées dans la série *Bulletin de la Commission géologique de Finlande* et seront distribuées

1. aux membres de la Société,
2. aux personnes ayant reçues la présente série,
3. aux institutions et aux associations désirant entrer en échange des publications.

S'adresser à la Société géologique: Bulevardi 29, Helsinki.
