

Bulletin de la

# Commission Géologique

de Finlande

N:o 220

Zur spätquartären Entwicklung  
Südost-Finnlands

von Veikko Valovirta



Geologinen Tutkimuslaitos • Otaniemi 1965

Bulletin de la Commission Géologique de Finlande N:o 220

ZUR SPÄTQUARTÄREN ENTWICKLUNG  
SÜDOST-FINNLANDS

VON

VEIKKO VALOVIRTA

MIT 44 ABBILDUNGEN UND 2 TABELLEN IM TEXT UND 4 BEILAGEN

GEOLOGINEN TUTKIMUSLAITOS  
OTANIEMI 1965

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit soll die Kenntnisse der spätquartären Entwicklung des Südost-Finnlands erweitern. Dazu wurden im Raume östlich vom Fluss Kymijoki, zwischen der Salpauselkä-Randbildungen und dem Finnischen Meerbusen 33 Moore stratigraphisch-, pollen-, makrofossilien- und diatomeenanalytisch untersucht. Besonderes Gewicht wurde auf die Vorgänge im Baltikum, auf die Geschichte der Wälder und auf den Werdegang der Moore gelegt.

Die nacheiszeitliche Landhebung und die Verschiebung der Strandlinie sind die wichtigsten Grundfaktoren der Entwicklung des Untersuchungsgebiets. Die Intensität der Landhebung ist dort so gering gewesen, dass die Änderungen des Wasserspiegels im Weltmeer und in der Ostsee in den Moorablagerungen als deutliche Regressions- und Transgressionsschichten zu sehen sind. Diese Schichten haben als wahrnehmbare Horizonte zur Klärung der spätquartären Entwicklung des Gebiets beigetragen.

## INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung .....	2
Vorwort .....	5
Einleitung .....	7
Untersuchungsmethoden .....	11
Feldarbeiten .....	11
Makrofossilienanalyse .....	11
Pollenanalyse .....	12
Diatomeenanalyse .....	14
Beschreibung des Untersuchungsgebiets .....	15
Stratigraphische Untersuchungen .....	19
Gebiet Luumäki .....	19
Gebiet Miehikkälä .....	26
Gebiet Virolahti .....	40
Gebiet Sippola .....	48
Gebiet Vehkalahti .....	59
Untersuchungsergebnisse .....	70
Ostseestadien im Untersuchungsgebiet .....	70
Der Baltische Eisse und das Yoldiameer .....	70
Der Ancylussee .....	73
Das Litorinameer .....	75
Die Geschichte der Wälder .....	77
Jüngere Dryaszeit .....	77
Präboreal .....	77
Boreal .....	79
Frühatlantikum .....	80
Spätatlantikum .....	81
Subboreal .....	82
Subatlantikum .....	83
Die Entwicklung der Moore .....	88
Spätglazial .....	89
Vorwärmezeit .....	90

Wärmezeit .....	91
Nachwärmezeit .....	92
Schlusswort .....	92
Schrifttum .....	95

## VORWORT

Die Anregung zu der vorliegenden moorstratigraphischen Untersuchung hat mir Herr Professor Dr. Väinö Auer gegeben. Hierfür sowie für seine Mitwirkung bei der Wahl des Themas und des Untersuchungsgebiets bin ich ihm grossen Dank schuldig. Zugleich danke ich auch dem Leiter des Geologischen und Paläontologischen Instituts der Universität Helsinki, Herrn Professor Dr. Joakim Donner sowie Herrn Professor Dr. Veikko Okko für die vielen förderlichen Ratschläge, die sie mir für meine Arbeit erteilt haben.

Die Feldarbeiten habe ich in den Jahren 1956—59, 1961 und 1963—64 ausgeführt, als von Seitens der Geologischen Forschungsanstalt in der Gegend von Hamina und Taavetti Bodenkartierungsarbeiten vorgenommen wurden. Die Pollen-, Makrofossilien- und Diatomeenanalysen sind hauptsächlich im Laboratorium der Geologischen Forschungsanstalt gemacht worden, wo auch das diesbezügliche Material aufbewahrt ist.

Dem Vorstand der Geologischen Forschungsanstalt, Herrn Dr. Professor Vladi Marmo möchte ich meinen besten Dank für sein gütiges Entgegenkommen bei meiner Arbeit sowie für die Genehmigung, die Untersuchung im Bulletin der Anstalt erscheinen zu lassen, zum Ausdruck bringen. Ferner gedenke ich mit Wärme des emeritierten Vorstands der Anstalt, Herrn Professor Dr. Aarne Laitakari, und danke ihm für das Wohlwollen, mit dem er meine Arbeit mit Makrofossilien verfolgt hat.

Ganz besonderen Dank schulde ich dem Vorstand der Abteilung für Bodenforschung, Herrn Professor Dr. Esa Hyyppä, dafür, dass ich als sein Untergebener und unter seiner sachkundigen Leitung meine Forschungsaufgaben durchführen durfte. Prof. Hyyppä hat mich bei meiner Arbeit vielseitig unterwiesen und mir insbesondere in Fragen der Strandverschiebung viele wertvolle Hinweise gegeben.

Das Paläobotanische Laboratorium des Geologischen Instituts der Universität Oulu ist mir in den Jahren 1962—64 zur Verfügung gestanden, und dort konnte ich einen Teil vom Pollen- und Makrofossilienmaterial analysieren. Hierfür bin ich dem Vorstand des genannten Institut, Herrn Professor Dr. Juhani Seitsaari, ausserordentlich dankbar.

Herr Dozent Dr. Martti Salmi, Staatsgeolog der Abteilung für Bodenforschung an der Geologischen Forschungsanstalt, hat meine Arbeit mit Mooren von Anfang an verfolgt. Seine vielseitigen Kenntnisse auf dem Gebiet der Moorkunde sind weitgehend auch meiner Untersuchung zugute gekommen, wofür ich sehr dankbar bin. Desgleichen danke ich auch Herrn Dozent Dr. Kalevi Virkkala für die gemeinsamen Fahrten und Exkursionen sowie für die lehrreichen Gespräche über die finnische Quartärgeologie.

Herrn Dr. phil. Karl Mölder möchte ich besonders für die Bereitwilligkeit danken, mit der er die für meine Untersuchung erforderlichen Diatomeen analysiert und klassifiziert hat. Dank schulde ich ihm auch für die häufigen und vielseitigen Erörterungen über die Ökologie der Kieselalgen und die vormaligen Phasen des Baltikums, die meiner Arbeit sehr förderlich gewesen sind.

Bei den Pollenanalysen ist mir Lic. phil. Risto Tynni behilflich gewesen. Bei den Feldarbeiten waren Mag. phil. Mauno Ylinen und Mag. phil. Antti Hyytinen sowie Forschungsassistent Antti Leino meine Gehilfen. Allen ihnen, und auch meinem Sohn Erkki Valovirta will ich an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

Frau Marianne Kahanpää hat den Text in die deutsche Sprache übertragen, und Frau Lyyli Orasmaa hat die Karten und Diagramme gezeichnet. Beiden danke ich bestens für ihre sorgfältige Arbeit.

Schliesslich danke ich noch Herrn Dr. phil. A. L. Backman, meinem Lehrer und Freund, der mich in die Untersuchung der Makrofossilien eingeführt hat, und dessen Kenntnisse über die Verbreitung der Pflanzenarten in der postglazialen Wärmezeit in unserem Lande für meine Arbeit von unschätzbarem Wert gewesen ist.

Geologische Forschungsanstalt, Otaniemi, im Mai 1965

*Veikko Valovirta*

## EINLEITUNG

Die quartärgeologischen Mooruntersuchungen lassen sich in zwei Gruppen einteilen, nämlich die paläophysionomische und die paläobotanische. Die Paläophysionomie erforscht die Struktur der Moorablagerungen und sucht in ihnen nach Gesetzmässigkeiten, die über die postglaziale Entwicklung Aufschluss geben können. Die Paläobotanik wiederum befasst sich mit den in den Moorablagerungen eingebetteten Subfossilien und versucht aufgrund von diesen den Werdegang der Vegetation und des Klimas aufzuklären.

Der Bahnbrecher der paläophysionomischen Forschungsrichtung war Axel Blytt. Nach Blytt (1876) sind die feuchten und die trockenen Perioden für die Einwanderungsfolge der Pflanzenarten und ihre Verbreitung in Norwegen bestimmend gewesen. Diese insulären und kontinentalen Klimaschwankungen haben in den Moorsedimenten Horizonte hinterlassen, die trockene und feuchte Perioden anzeigen. Rutger Sernander (1891, 1894) stellte fest, dass sich mit Blytts Überlegungen auch die stratigraphisch-physionomischen Erscheinungen in den schwedischen Mooren, wie die Trockenhorizonte, die Stubbenlager und die wechselnde Folge verschiedener Pflanzengesellschaften am besten erklären lassen. Die so entstandene Blytt-Sernander'sche Klimaschwankungstheorie bildet auch heute noch das Gerüst der spätquartären Chronologie. Es werden darin folgende Perioden unterschieden: die arktische, die subarktische, die boreale, die atlantische, die subboreale und die subatlantische.

Die frühesten Vertreter der paläobotanischen Forschungsrichtung suchten nach in den Mooren erhalten gebliebenen makroskopischen Pflanzenresten. Aufgrund von diesen teilte Japetus Steenstrup (1842) die auf den Rückzug des Inlandeises folgende Zeitspanne in Abschnitte ein, die von verschiedenen Baumarten charakterisiert sind. Die makroskopischen Pflanzenreste, die A.G. Nathorst (1870) in den spätglazialen Tonen von Südschweden gefunden hat, lassen erkennen, dass nach dem Rückzug des Inlandeises zunächst eine arktische Vegetation aufgekommen war, und dass später immer mehr wärmebedürftige Arten in den Vordergrund getreten waren.

Gunnar Andersson hat eine auf der Geschichte der Wälder fussende Chronologie zur Datierung der Moorablagerungen in Schweden angewandt. Seine in Finnland durchgeführten Untersuchungen hat Andersson im Jahre 1898 veröffentlicht. Die von Rafael Herlin (1896) in der Landschaft Satakunta ausgeführten paläontologisch-



pflanzengeographischen Forschungen sowie die von Harald Lindberg auf der Kare-  
lischen Landenge gefundenen subfossilen Grossreste eines *Dryas octopetala*-Bestandes  
stellten eine wesentliche Ergänzung von Anderssons Untersuchungen dar (vgl.  
Lindberg 1898, 1910). In Finnland entspricht die Geschichte der Wälder im grossen  
und ganzen den in Skandinavien gewonnenen Erkenntnissen; auch hier lassen sich  
die Moorablagerungen in die *Dryas*-, *Betula*-, *Pinus*-, *Quercus*- und *Picea*-Periode  
einteilen.

Als man ausgangs des vorigen Jahrhunderts daran ging, den Torf mikroskopisch  
zu untersuchen (Weber 1893, Lindberg 1898, 1899, 1900, Lagerheim 1902 a und b),  
wurde Blütenstaub von Bäumen gefunden. Aufgrund der untersuchten Probenserien  
arbeitete Lennart von Post (1916) ein Pollendiagramm aus, das sofort zur wichtigsten  
Methode der spätquartären Moorforschungen wurde. Die Makrofossilien wurden  
vom Pollen aus ihrer bisherigen Aufgabe, der Datierung von Moorablagerungen  
verdrängt. In der Forschung über die Geschichte der Flora und des Klimas haben  
die Makrofossilien jedoch weiterhin die gleiche Bedeutung wie früher (vgl. z. B. die  
Arbeiten von A. L. Backman).

So wie die Pollenanalysen in den Mooruntersuchungen an die Stelle der makro-  
skopischen Pflanzenreste getreten sind, haben in der Erforschung der Sedimente  
im Baltikum die Diatomeen als Untersuchungsmethode die makroskopischen  
Tierreste verdrängt. Aufgrund von Bändertonen (de Geer 1896 und Sauramo 1923)  
sowie von Molluskenfunden hatten die vier wichtigsten spätquartären Phasen der  
Ostsee ihre Namen erhalten, der Baltische Eisseesee (Munthe 1887), das Yoldiameer  
(Torell 1887), der Ancylussee (Munthe 1902) und das Litorinameer (de Geer 1882).

Mit Hilfe der Diatomeen liessen sich die Verhältnisse, in denen die Sedimente  
des Baltikums zustande gekommen waren, leichter als bisher aufklären (Halden  
1916, 1917, Sundelin 1917, 1919). Indem man die Ökologie rezenter Kieselalgen  
untersuchte, konnte auch an subfossilem Material ermittelt werden, ob das Sedi-  
ment in salzigem oder süssem Wasser, in tiefem Wasser oder in der Litoralregion  
abgesetzt worden war. Die in Finnland durchgeführten spätquartären Untersuchungen  
fussen grossenteils auf subfossilem Kieselalgenmaterial (vgl. Hyypä 1937, Sauramo  
1958).

Die Diatomeen haben nicht nur von den eigenen Phasen der Ostsee in Beziehung  
zum Weltmeer, sondern auch über die Abschnürung gesonderter Becken vom  
Baltikum klaren Aufschluss geliefert, was seinerseits wiederum die Möglichkeiten  
zur Untersuchung der Küstenverschiebung erweitert hat. Auch bei der Erforschung  
der Altersverhältnisse der vormaligen Ufer spielen die Diatomeen eine bedeutsame  
Rolle (vgl. Hyypä 1937).

Die heutigen Begriffe und die Terminologie der spätquartären Chronologie waren  
bereits um die Jahrhundertwende im grossen und ganzen festgelegt. Diese Arbeit  
war aufgrund von Pflanzen- und Tierresten sowie mit Hilfe der heutigen Verbreitung  
von Pflanzenarten und mit stratigraphischen Mooruntersuchungen geleistet worden.  
Die moderne Pollenanalyse hat zusammen mit den Diatomeenuntersuchungen unsere

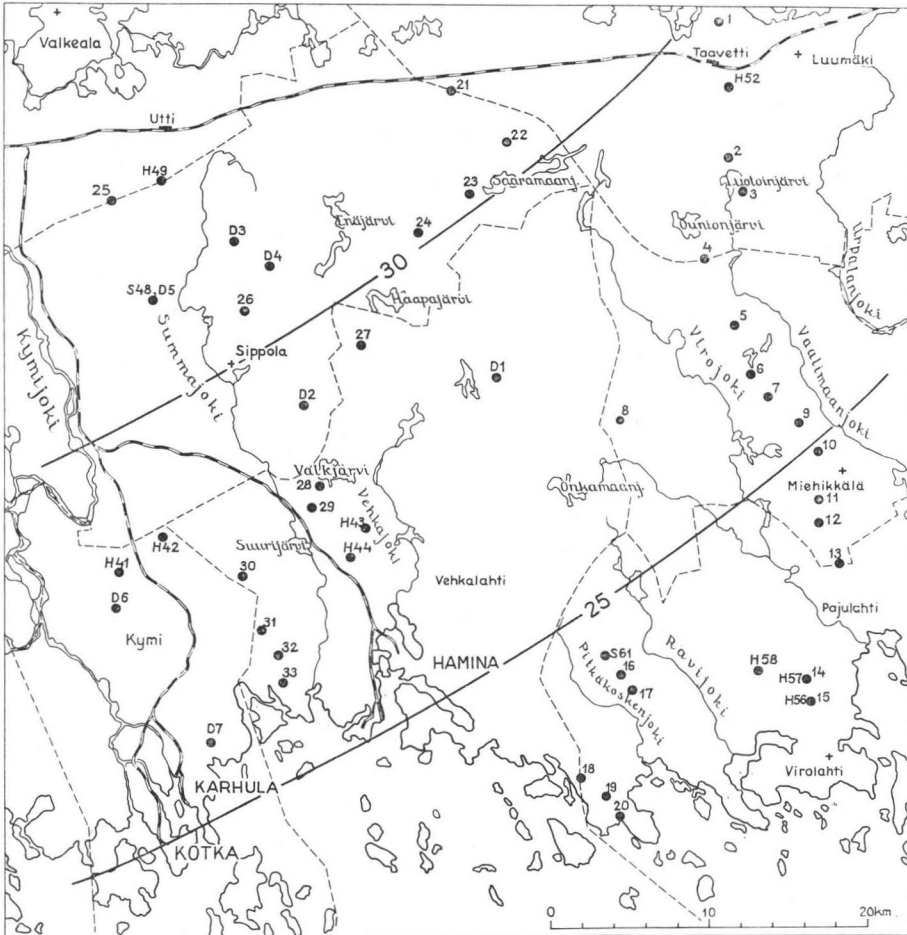


Abb. 1. Übersichtskarte des Untersuchungsgebiets mit verschiedenen Beobachtungsstellen und mit Isobasen des Litorinameeres (nach Hyypä 1963). 1—33 = die vom Verfasser untersuchten Moore, H = Hyypä 1937, D = Donner 1952, S = Salmi 1948 und 1961.

Auffassung von der Entwicklung des Klimas, der Wälder und der Ostsee wesentlich vervollständigt, und insbesondere bei der Erforschung der verschiedenen Perioden der Spätglazialzeit haben die Pollen der Gräser eine wichtige Rolle gespielt.

Die vorliegende Untersuchung hat das Ziel, mit Hilfe der oben beschriebenen Verfahren die Entwicklung von Südostfinnland zu klären. Zu diesem Zweck wurde ein gesondertes Untersuchungsgebiet östlich vom Fluss Kymijoki, zwischen der Salpausselkä-Randmoräne und dem Finnischen Meerbusen gewählt. Bei den Untersuchungen wurde besonderes Gewicht auf die Vorgänge im Baltikum, auf die Geschichte der Wälder und auf den Werdegang der Moore gelegt.

Die Moorablagerungen und die von diesen genommenen Probenserien bildeten das Grundmaterial der Arbeit. Die Moorstratigraphie wurde zur Untersuchung der Entstehung, der Struktur und der Entwicklung der Moore angewandt. Insbesondere für die Erforschung des Abschnürungsprozesses von Moorbecken war die Stratigraphie bedeutsam. Mit Hilfe von Pollenanalysen wurden die Moorlager datiert und die Geschichte der Wälder untersucht. Anhand der Makrofossilien wurden die Entwicklung der Vegetation und die Wandlungen der Lebensbedingungen, wie Vermoorung und Schwankungen der Wassertiefe erforscht. Die Diatomeenanalysen wurden zur Untersuchung der Vorgänge im Baltikum benutzt.

Die bisherigen Untersuchungen in dem fraglichen Gebiet haben sich zuvörderst mit der Strandverschiebung befasst. Hyypä (1937) hat in seiner Untersuchung über Südfinnland zahlreiche vormalige Uferbildungen beschrieben, deren Datierung aufgrund von Pollen- und Diatomeenanalysen die Verschiebung der Küstenlinien in dem betreffenden Gebiet anzeigten. Die höchste Litorinagrenze ist nach Hyypä im Südostteil des Untersuchungsgebiet 22—23 m ü.d.M., und in der südwestlichen Partie 26—28 m ü.d.M. Die Ancylustransgression überstieg in Virolahti 35 m. Im Kirchspiel Sippola erreichte die gleiche Transgression nach Salmi (1948) eine Höhe von ca. 50 m. Salmi (1961) hat auch den höchsten Stand des Litorinameers im westlichen Teil des Kirchspiels Virolahti bestimmt und einen Wert von 24.5 m ü.d.M. erhalten.

Donner (1952) hat vom Westsaum des Untersuchungsgebiets sieben Moorprofile und deren Pollen- und Diatomeenanalysen veröffentlicht sowie ein Relationsdiagramm und eine schematische Darstellung von den Verschiebungen der Strandlinie in diesem Gebiet ausgearbeitet, wo die höchste Litorinagrenze bei 30 m ü.d.M. liegt.

Diese Forschungen haben einen wichtigen und für das Untersuchungsgebiet besonders charakteristischen Zug aufgedeckt: die Intensität der Landhebung ist dort so gering gewesen, dass die Änderungen des Wasserspiegels im Weltmeer und in der Ostsee in den Moorsedimenten als deutlich wahrnehmbare Regressions- und Transgressionsschichten zu sehen sind. Diese Horizonte haben als bedeutsame stratigraphische Anhaltspunkte ausschlaggebend zur Klärung der postglazialen Entwicklung des Untersuchungsgebiets beigetragen.

Die nacheiszeitliche Landhebung und die dadurch bedingte Verschiebung der Strandlinie sind die dynamischen Grundfaktoren der in dem Untersuchungsgebiet geschehenen Entwicklung gewesen. Die Landhebung sowie die Bewegungen des Weltmeers zusammen mit den Schwankungen des Wasserspiegels im Baltikum selbst haben den Verlauf der Strandverschiebung in dem Gebiet bestimmt. Zuvörderst von der Strandverschiebung ist es abhängig, in welche geologische Periode die Herausbildung eines jeglichen Moorbeckens fällt. Die Abschnürung der Moorbecken stellt daher aus der Sicht dieser Untersuchung den wichtigsten spätquartären Vorgang dar.

## UNTERSUCHUNGSMETHODEN

### Feldarbeiten

Aufgrund der im Feld durchgeführten Linienuntersuchungen wurde im Moor die beste Stelle für die Entnahme von Proben ausgesucht. Das Ziel war eine einheitliche Probenserie von der Oberfläche bis hinunter auf den Mooruntergrund. Nicht selten wurden die Untersuchungen jedoch auf die Gegend des Abschnürungsniveaus beschränkt, weil diese Entwicklungsphase für die Untersuchung am bedeutsamsten war. Den schwach humifizierten und gewöhnlich sehr nassen sowie an Makrofossilien armen *Sphagnum*-Torfen, sowie weiter den spätglazialen Tonsedimenten, die überhaupt keine Makrofossilien enthalten, ist in der vorliegenden Arbeit nur geringe Beachtung geschenkt worden.

Bei den Feldarbeiten wurde zur Untersuchung der Moorablagerungen der Hiller'sche Torfbohrer benutzt. Für die Laboruntersuchungen wurden die Proben mit dem Kolbenbohrer genommen. Mit diesem Bohrer erhält man eine 80 cm lange und einheitliche Probesäule, die genügend Material für die Pollen-, Makrofossilien- und Diatomeenanalysen liefert. Die Stratigraphie des Moores lässt sich aufgrund einer solchen Probenserie exakt darstellen. Besonders wichtig ist es, dass schon im Gelände möglichst genaue Notizen über die noch nicht oxydierte Serie gemacht werden. Zu beachten ist, in welcher Beziehung die Absatzstelle der Bodenart zur freien Wasserfläche oder zum Grundwasser gestanden hat. In dieser Hinsicht sind die Moorablagerungen des Untersuchungsgebiets in limnische, telmatische, semiterrestrische und terrestrische Partien eingeteilt worden. Das Isolationsniveau oder der balti-lakustrische Kontakt, sowie desgleichen der limno-telmatische Kontakt wurden im allgemeinen bereits im Zusammenhang mit der Bohrung festgestellt. Später wurde der erstgenannte Kontakt noch mit Hilfe der Kiesalgen bestätigt. Den Transgressionsschichten, den Trocken- und Vernässungshorizonten, den Bewaldungsphasen, den Kontakten der verschiedengradig humifizierten Lager, dem Wechsel der Torfarten sowie den Kohle- und Ascheschichten wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

### Makrofossilienanalyse

Bei der Analyse der makroskopischen Pflanzenreste wurde die ursprünglich von Andersson (1892) in Gebrauch genommene Methode befolgt. Die frisch konservierten Proben wurden mit 10 %iger  $\text{HNO}_3$ -Lösung behandelt. Nach 24-stündiger Vorbehandlung wurde die Probe in fließendem Wasser gespült, wobei besonders für diesen Zweck angefertigte Gefäße und Siebe benutzt wurden. Die von Humussäuren und Mineralpartikelchen gereinigten Proben wurden in wassergefüllte Gefäße getan, aus denen dann die makroskopischen Pflanzenreste für eingehendere Prüfung und zur Artenbestimmung herausgeholt wurden. Zur Aufbewahrung wurden die Makrofossilien in Glasröhrchen mit glyzerinhaltiger 50 %iger Alkohollösung konserviert.

Die Makrofossilien werden gewöhnlich folgendermassen aufgezählt: Bäume, Sträucher und andere Pflanzenarten des festen Bodens, Moor- und Uferpflanzen sowie eigentliche Wasserpflanzen. Bei der Nomenklatur wurde Hiitonen (1933) befolgt.

Bei der Bestimmung der Makrofossilien sind folgende Publikationen benutzt worden: Andersson 1898, Bertsch 1941, Beijerinck 1947, Jessen 1949, Godwin 1956 sowie Домбровская, Коренева und Тюремнов 1959.

Makroskopische Pflanzenreste wurden ausser als Klimaanzeiger auch noch zur Feststellung des Abschnürungsniveaus und der Wassertiefe angewandt. Das Vorkommen von in seichterem Wasser und am Ufer sowie auf terrestrischem Boden gedeihenden Pflanzenarten in den Moorschichten rechtfertigt Schlussfolgerungen über die Tiefenverhältnisse des Wassers. Manche in Salz- und Brackwasser gedeihenden Pflanzenarten zeigen zugleich die Beschaffenheit des Wassers bezüglich des Salzgehalts an. In der vorliegenden Arbeit kommen folgende halinen Pflanzenarten vor:

*Najas marina* ist eine Pflanze des schwach salzigen Brackwassers an der Ostseeküste. Wächst meistens im Schlamm. Wassertiefe am Standort zwischen 0.6—1.5 m.

*Ruppia maritima* ist eine absolutere Brackwasserart als *Najas marina*. Der Salzgehalt des Wassers schwankt am Standort von *Ruppia maritima* zwischen 3.0 und 4.8 ‰, und die Wassertiefe beträgt 0.1—1.0 m (Luther 1951).

*Ruppia spiralis* ist eine typische Brackwasserart. Am besten gedeiht sie bei einem Salzgehalt von 3.3—5.0 ‰ und in einer Wassertiefe von 0.2—6.0 m (Luther 1951).

*Scirpus maritimus* wächst in schwach salzigem Wasser auf lehm- und sandgemischtem Schlammboden direkt am Wassersaum oder im seichten Wasser.

*Scirpus Tabernaemontanii* ist eine Art der schwach salzhaltigen Ufer, wächst in 0—0.3 m tiefem Wasser, kaum jemals tiefer als 1 m.

*Zannichellia palustris* v. *pedicellata* ist eine untergetauchte Pflanze des Salz- und Brackwassers, die am besten an geschützten Stellen auf Schlammboden in 0.3—0.7 m Tiefe gedeiht.

Die makroskopischen Pflanzenreste sind stets an die durch Pollenanalysen ermittelten geologischen Perioden angeschlossen worden. Auf diese Weise konnte ein zuverlässiges Bild von den vormaligen Vorkommenszeiten der verschiedenen Pflanzenarten und deren Dauer gewonnen werden. Eine Voraussetzung hierfür wiederum war, dass die Proben als zusammenhängende Serien in dichten Probenabständen untersucht wurden.

### Pollenanalyse

Für die Polleanalysen wurden die Proben im Spätsommer oder im Herbst nach der Baumblüte genommen. Die Pollenpräparate wurden in den Wintermonaten bis Ende März vor der neuen Blütezeit der Bäume angefertigt und analysiert, um von aussen her kommenden Pollen zu vermeiden. Zur Auszählung gelangten 150 Baumpollen je Probe, auch im Spätglazial zu durchschnittlich mindest 100.

Aus den organischen Bodenarten wurden die Pollenpräparate nach der KOH-Methode hergestellt. Die minerogenen Bodenarten wurden mit HF behandelt, entweder unter Kochen (vgl. Assarsson und Granlund 1924) oder kalt (vgl. H. Müller 1953).

Die Pollendiagramme wurden in waldgeschichtliche Zeitabschnitte oder Zonen eingeteilt, wie zuerst Jessen (1935) in Dänemark getan hat, und welches System später Firbas (1949) in Deutschland und Godwin (1943) in England befolgt haben. Sauramo (1949 und 1958) sowie Donner (1951, 1952 und 1963) haben diese Zoneneinteilung auf die finnischen Verhältnisse angewandt. Von den 9 Zeitabschnitten gehören die drei ersten zum Spätglazial und die sechs übrigen zur Postglazialzeit. Die in der vorliegenden Arbeit angewandten Zonen sind nach folgenden pollenanalytischen Niveaus bestimmt worden:

**J ü n g e r e D r y a s z e i t (Zone III).** Die Sedimente aus dem Endstadium der Spätglazialzeit sind im allgemeinen stark mineralhaltige Gyttja. Sie enthalten reichlich Pollen von Krautpflanzen (NBP), zuvörderst aus folgenden Familien und Gattungen: *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Empetrum*, *Gramineae*, *Cruciferae*, *Ranunculaceae* und *Rosaceae*. *Artemisia*, *Hippophaë* und *Salix* sind Charakterpflanzen der jüngeren Dryaszeit. Die getrennt aufgeführten NBP wurden in jedem Fall auf 100 BP (Baumpollen) bezogen. *Picea* ist kennzeichnend für diese Zeit. *Pinus* ist stärker vertreten als in der folgenden Zone.

**P r ä b o r e a l (Zone IV).** Der Übergang von den Schichten der jüngeren Dryaszeit zu den postglazialen Lagern macht sich als eine beträchtliche Zunahme sowohl der organischen Stoffe wie auch der Baumpollen geltend. Zugleich nehmen die Pollen der Krautpflanzen ausschlaggebend ab. *Betula* erreicht gegen Mitte dieser Periode das grosse präboreale Maximum. *Alnus*, *Corylus* und *Ulmus* treten gegen Ende der Periode lokal auf.

**B o r e a l (Zone V).** Diese Periode ist charakterisiert von der Vorherrschaft der Kiefer. Wird die Periode in dichtem Probenabstand untersucht, zerfällt sie in Unterzonen, von denen Sauramo (1949) und Donner (1951, 1952) folgende Kennzeichen benutzt haben: die unterste Teilzone Va und die oberste Vc ist durch ein *Pinus*-Maximum charakterisiert, die mittlere Vb durch ein *Betula*-Maximum. *Corylus*, *Ulmus* und *Alnus* fehlen entweder oder treten spärlich wenigstens in den *Pinus*-Maxima auf.

**F r ü h a t l a n t i k u m (Zone VI).** Diese Periode unterscheidet man von der vorherigen am besten aufgrund des Anstiegs der Pollen von *Alnus* sowie *Ulmus* und *Betula*. *Pinus* büsst die für die vorherige Periode charakteristische Häufigkeit ein.

**S p ä t a t l a n t i k u m (Zone VII).** Als Beginn der Periode gilt das kontinuierliche oder ziemlich ununterbrochene Auftreten von *Tilia*. *Alnus* und *Ulmus* gehen an der Zonengrenze VI/VII gewöhnlich zurück. *Picea* ist ziemlich kontinuierlich.

**S u b b o r e a l (Zone VIII).** Die Periode setzt gewöhnlich mit zunehmendem Vorkommen von *Picea* ein, das jedoch unterhalb von 10 % bleibt. Die Unterbrechung der *Ulmus*-Kurve gilt als charakteristisch für die Zonengrenze VII/VIII. *Tilia* ist

kontinuierlich, und *Quercus*-Pollen ist in dieser Periode am reichlichsten. *Betula* übertrifft im allgemeinen *Pinus* bezüglich der Pollenmenge.

S u b a t l a n t i k u m (Zone IX). *Picea* steigt am Anfang der Periode zu ihrem grössten postglazialen Maximum empor. *Pinus* nimmt eingangs zu und wird dominant. Die edlen Laubbäume und zusammen mit diesen *Betula* und *Alnus* verlieren ihre für die drei vorherigen Perioden charakteristische Häufigkeit. Die Zonengrenze VIII/IX wird gewöhnlich am oberen Ende des kontinuierlichen *Tilia*-Vorkommens angesetzt. In den Pollenverhältnissen der Wälder treten eingangs der Periode deutlich die Nadelhölzer in den Vordergrund.

Die Klimaschwankungen, die sich in weiten Gebieten geltend machten, sind in den Pollendiagrammen als Änderungen des Verhältnisses zwischen den verschiedenen Baumarten zu sehen. Derartige Wandlungen im Grossklima gelten als synchrone Vorgänge. So zeigt die rasche Zunahme der Birkenpollen zu Anfang des Präboreals eine Besserung des Klimas und dadurch bedingte gleichzeitige Ausbreitung der Wälder in Nordwesteuropa an (Donner 1951). Die Einteilung des Pollendiagramms in synchrone waldgeschichtliche Zonen fusst ausgesprochen auf den Wandlungen im Verhältnis der Baumarten, die durch die Klimaschwankungen bedingt sind.

Sofern die Pollenkurve einer Holzart nur ganz allmählich einsetzt, kann sie nicht als zuverlässiges pollenanalytisches Niveau gelten. Das Auftreten einer neuen Art in der Lagerfolge beeinflusst wesentlich die Struktur des Pollendiagramms und kann sehr bedeutsam für die Trennung einer bestimmten Zone von den anderen Zonen sein. Eine in einem weiteren Gebiet spürbare Synchronität hat ein solch schwaches Vorkommen nicht. Beim Erstauftreten einer Pflanze spielen stets zahlreiche lokale Faktoren mit, wie die edaphischen Verhältnisse, das Grundwasser, die Nährstoffe, die Vermoorung, der Konkurrenzkampf zwischen den Pflanzen, das lokale Klima (Mikroklima) und sogar noch die mannigfaltigen Schädlinge, wie Aletsee (1959, S. 23) nachgewiesen hat, und worauf Liisa Simola (1963, S. 14—15) bei ihren Erörterungen über das Vorkommen von *Tilia*-Pollen verweist. Fries (1951, S. 98) hat die Mitwirkung der Schnelligkeit der Sedimentation, der Wasserströmung und des Wellengangs und sogar noch den Anteil von sekundären Pollen in den Diagrammen hervorgehoben. In der Regel sind bei langsam vor sich gehender Sedimentation die Änderungen der Pollenverhältnisse schroff. Bei schneller Sedimentation sind die Wandlungen nicht so ausgeprägt.

### Diatomeenanalyse

Bei der Herstellung der Diatomeenpräparate ist die von Mölder (1943) entwickelte Methode befolgt worden, wobei zur Vernichtung der organischen Stoffe konzentriertes (30 %) Wasserstoffsuperoxyd ( $H_2O_2$ ) benutzt wurde. Danach wurden die tonigen Bestandteile ausgeschlämmt und die groben Mineralpartikel dekantiert. Die Proben wurden mit Hyrax am Objektträger befestigt.

Die Kieselalgen wurden in folgende ökologische Gruppen eingeteilt:

1. Salz- und Brackwasserformen.
2. Süß- und Brackwasserformen.
3. Ancyclus-Formen.
4. Epiphytische Formen.
5. Litoralformen.

Die Beschaffenheit des Wassers im Baltikum und die Abschnürungsniveaus sind unter Befolgung der obigen Gruppierung bestimmt worden. Die Diatomeenmengen sind in den Tabellen in Prozent angegeben. Wenn die Anzahl der Diatomeen pro Präparat weit unter 100 blieb, ist die Stückzahl der Diatomeen in Klammern angeführt.

Eine mit der Geschichte der Ostsee verknüpfte Aufgabe ist die Untersuchung der Strandverschiebungen in diesem Gebiet gewesen. Hierbei spielten die Diatomeenanalysen für die Klärung der Abschnürungsvorgänge eine wichtige Rolle. Die Resultate sind in einem Relationsdiagramm (Abb. 43) wiedergegeben, aus dem die Höhenverhältnisse der Schwellen der abgeschnürten Becken sowie die Ausdehnung der Hauptphasen der Ostsee, des Baltischen Eissees, des Yoldiameers, des Ancyclussees und des Litorinameers, in dem Untersuchungsgebiet ersichtlich sind.

Beim Ausarbeiten des Relationsdiagramms wurde der höchste Stand des Litorinameers in diesem Gebiet zugrunde gelegt, den Hyypä (1937) bestimmt und später nachgeprüft hat (Hyypä 1963). Donner (1952) und Salmi (1961) haben sich der für die höchste Litorinagrenze erhaltenen Werte bedient und dieselben zugleich ihrerseits präzisiert. Donner hat die von Sauramo (1934) auf der Insel Suursaari gemachten Beobachtungen über vormalige Uferbildungen und Hyypäs Resultate in Virolahti sowie die von L. Aario (1935) in der Gegend von Helsinki durchgeführten Untersuchungen nebeneinander gestellt (vgl. Donner 1952, Fig. 10, S. 17). Die von Aurola (1938) in Südwestfinnland und von Virkkala (1953) in Askola gemachten Beobachtungen haben mit der Bestimmung der höchsten Litorinagrenze in Südfinnland zu tun, wo sie von den vormaligen Strandflächen am genauesten bekannt ist; sie eignet sich auch am besten als Leitniveau für das das Untersuchungsgebiet repräsentierende Relationsdiagramm.

## BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETS

Das Untersuchungsgebiet liegt in Südostfinnland, in der Provinz Kymi, im Bereich zwischen dem 1. Salpausselkä und dem Finnischen Meerbusen. Im Westen grenzt das Untersuchungsgebiet an den Fluss Kymijoki. Die Flüsse Vaalimaanjoki und Urpalanjoki begrenzen das Gebiet im Osten. Die Gewässer der Flüsse Summajoki, Vehkajoki, Pitkääkoskenjoki, Ravijoki und Virojoki durchschneiden das Gebiet (Abb 1). Im Bereich dieser Gewässer liegen die grössten Lehmbodengebiete.



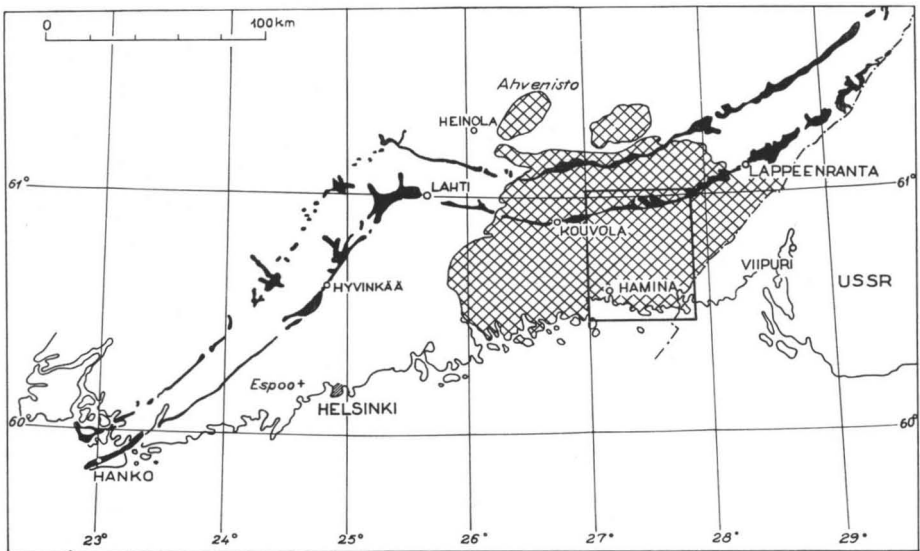


ABB. 2. Das Untersuchungsgebiet (das eingerahmte Gebiet), die Salpausselkä-Randbildungen (schwarz) und die Rapakivi-Gegend (kreuzschraffiert) im südöstlichen Finnland (vgl. Marjatta Okko 1962, Fig. 48, S. 124).

Der Nordpartie des Untersuchungsgebiets verleiht der 1. Salpausselkä das Gepräge (Abb. 2). Sauramo (1958, S. 51) hat den Salpausselkä folgendermassen charakterisiert: »Unter der Bezeichnung Salpausselkä werden die Randmoränen zusammengefasst, die das Landeis bei seinem letzten Rückzug während eines grösseren Haltstadiums aufschüttete, und die als eine im wesentlichen doppelte Guirlande quer durch das ganze südliche Finnland vom Meere im Südwest bis nach Nordkarelien im Nordost verlaufen«. Nach Hyypä (1951) ist der Salpausselkä aus einer glazifluvialen Mittelpartie aufgebaut, aus einer darauf ruhenden dünnen Möränenschicht sowie aus einem weiten Ufersedimentfeld, das sich stellenweise weit ins Vorland vorschiebt, und das weitgehend vermoort ist (vgl. auch Tanner 1933).

Das Gelände fällt vom Salpausselkä ziemlich gleichmässig aus ca. 100 m Höhe zum Meeresspiegel hin ab. Die Höhendifferenz zwischen den Felshügeln und den lehmigen Ebenen beträgt im allgemeinen 20—30 m, und nur im Westteil des Gebiets, in Kannusjärvi, steigen die Höhenunterschiede bis über 40 m an.

Der Felsgrund ist in dem ganzen Gebiet porphyrischer Rapakivigranit, der auch Wiborger Rapakivi genannt wird (Abb. 2). Dieses leicht verwitternde Gestein ist kaliumreich und enthält reichlich Silikat, aber wenig Kalzium und Magnesium. An das Gebiet des Rapakivi, insbesondere an das gesonderte Vorkommen von Ahvenisto, schliessen auch alkalische Gesteine an, wie Gabro-Anorthozitkomplexe und Olivindiabasen (Savolahti 1956).

Die aus dem Gebiet veröffentlichten Bodenkarten von Hamina und Taavetti (Mölder 1958 und 1960) zeigen, dass reichlich kahle Felsen vorkommen. Moräne wird im Gebiet des Kartenblatts von Hamina deutlich spärlicher angetroffen als im Bereich von Taavetti. Glazifluviale Ablagerungen gibt es besonders viel in der südlichen Hälfte des Gebiets. Die vormaligen Stadien des Baltikums haben das Material von den Felsen heruntergespült und Oser eingeebnet sowie auf den Moränen Sand zu ausgedehnten Strandablagerungsfeldern abgesetzt. Die bedeutsamsten Oser sind der Summanharju im südwestlichen Teil des Gebiets, der Onkamaanharju südlich von dem See Onkamaanjärvi sowie der Miehikkälänharju im östlichen Teil des Gebiets.

Die heutige Küstenlinie ist in dem Untersuchungsgebiet charakterisiert von tiefen Buchten, langen Landzungen und Inseln. Die Flusstäler und die Meeresbuchten sowie die Landzungen zwischen den Buchten verlaufen unverkennbar in Richtung Nordwest-Südost. An der Küste sind viele Inseln vorgelagert, aber je weiter man hinauskommt, umso spärlicher werden die kahlen, baumlosen Felsklippen. Kommt man von der offenen See an die Küste heran, so trifft man immer grössere Inseln, die Wasserengen zwischen den Inseln und Halbinseln werden immer enger, und die Vegetation wird üppiger. Die innersten Partien der Buchten und die seichten Wasserengen verlanden. Wo früher Wasserstrassen waren, liegen jetzt ebene Lehmböden, aus denen die reingewaschenen Felsen wie steilwandige Inseln emporragen. Die innersten Teile der langen Meeresbuchten vermooren leicht. Nach der endgültigen Abschnürung bleibt gewöhnlich ein Moor zurück, welchen Vorgang Aario (1932) auch in den Küstenstrichen von Nord-Satakunta nachgewiesen hat.

Die Moore nehmen in dem Untersuchungsgebiet nach der Schätzung von Ilvesalo (1960) etwa 15 % der Bodenfläche ein. Hinsichtlich der Vermoorung gehört das Gebiet am ehesten zu dem im allgemeinen ziemlich schwach vermoorten Gelände zwischen dem südlichen Teil des Gewässerbereichs der Seen Päijänne und Saimaa und dem Finnischen Meerbusen. Auf die Bruchmoore entfallen in diesem Gebiet etwa 35 %, auf die Reisermoore 46 % und auf die Weissmoore etwa 15 % von der gesamten Moorfläche.

Das Untersuchungsgebiet wurde im Hinblick auf die Höhenverhältnisse und die dadurch bedingte Strandverschiebung in fünf Gebiete unterteilt, in denen die Höhe folgendermassen schwankt:

1. Gebiet Luumäki .....	50—100 m
2. Gebiet Miehikkälä .....	25— 50 m
3. Gebiet Virolahti .....	0— 25 m
4. Gebiet Sippola .....	50—100 m
5. Gebiet Vehkalahti .....	0— 50 m

Die Gebiete von Luumäki, Miehikkälä und Virolahti bilden den östlichen Teil des Untersuchungsgebiets, die von Sippola und Vehkalahti den westlichen. In beiden Teilen folgen die verschiedenen Beobachtungsstellen von Norden nach Süden zu aufeinander, m. a. W. vom Salpausselkä her zum Finnischen Meerbusen hin.



ABB. 3. Der Weiher Sivuinlampi im Bereich des Moores Tervalammisuo.

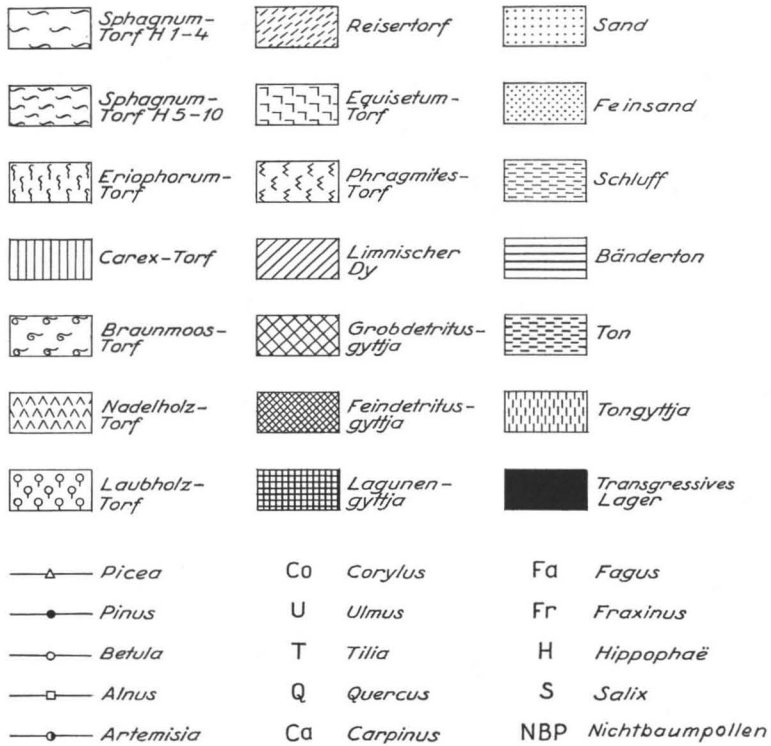


ABB. 4. Die in den Pollendiagrammen benutzten Bezeichnungen (nach Hyypä 1963).

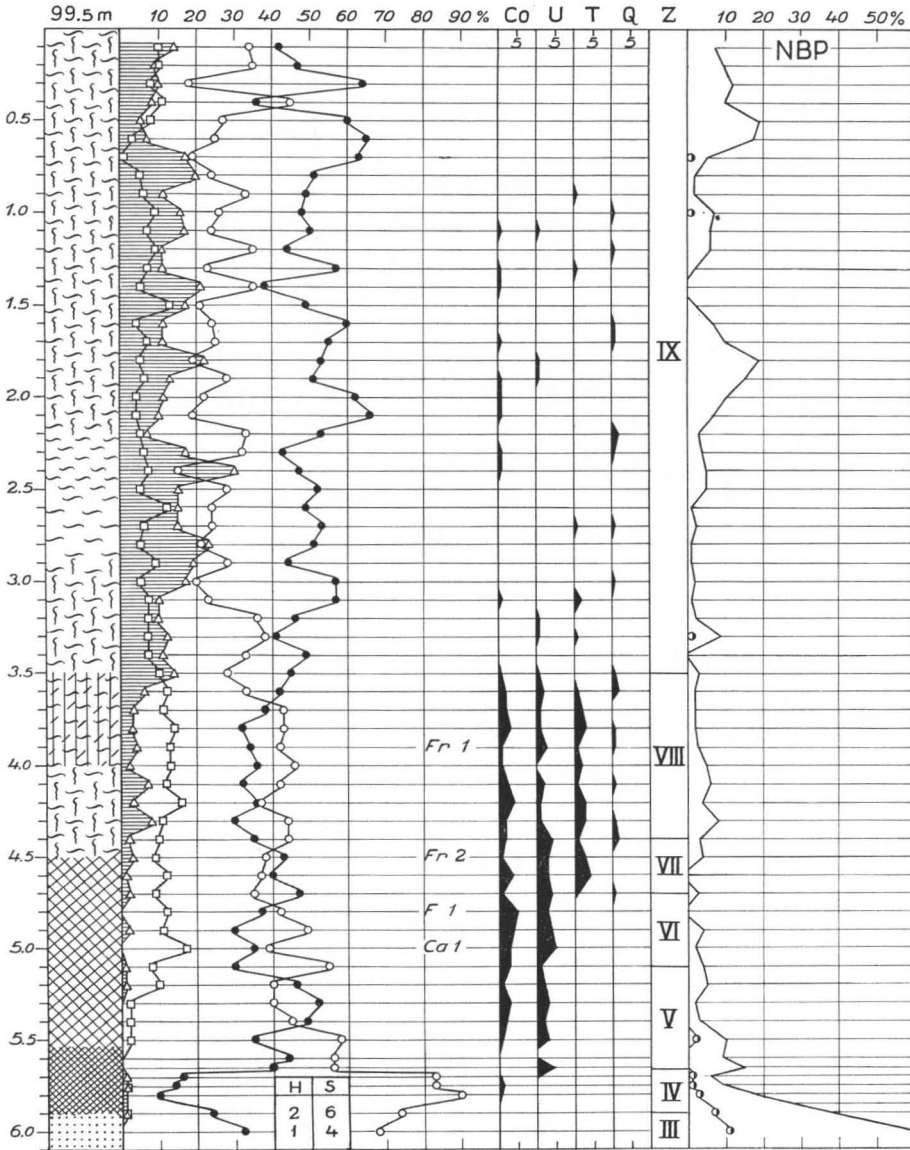


Abb. 5. Pollendiagramm aus dem Moore beim Weiher Sivuinlampi (Abb. 1, Nr. 1).

## STRATIGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

### Gebiet Luumäki

Das erste untersuchte Moor, *Tervalamensuo* (Nr. 1), liegt im Kirchspiel Luumäki, etwa 3 km nördlich von der Bahnstation Taavetti (Abb. 1). Dieses 99.5 m ü.d.M. liegende Moor ist auf dem 1. Salpausselkä in einer hufeisenförmigen Senke



ABB. 6. Der Weiher Tervalampi im Bereich des Moores Tervalaminsuo.

entstanden. In dem Moor befinden sich drei Weiher, Sivuinpampi und Tervalampi, aus denen das Wasser durch den kleinen Weiher Rahalampi hindurch in den See Kivijärvi nördlich vom Salpausselkä fließt. Das Moorgebiet ist umgeben von festen Waldböden, die aus glazifluvialen Material bestehen und vorwiegend mit Kiefer bewachsen sind (Abb. 3 und 6).

Die am Südufer des Weihers Sivuinpampi erbohrte Probeserie (Abb. 5) reicht vom Ausgang des Spätglazials bis zur Gegenwart. Den unteren Abschnitt der Serie charakterisieren die Nichtbaumpollen (NBP). Hier treten die für den Ausgang des Spätglazials bezeichnenden Arten *Artemisia*, *Hippophaë* und *Salix* auf, sowie ferner Vertreter von *Chenopodiaceae*, *Ericales*, *Ranunculaceae* und *Rosaceae*. Als makroskopische Reste werden *Empetrum nigrum*, *Polygonum lapathifolium*, *Myriophyllum alterniflorum* und *Potamogeton natans* angetroffen. Diese sandige Schicht ist ausgangs der jüngeren Dryaszeit abgelagert worden. Im Pollendiagramm entspricht ihr die Zone III.

Das stark ausgeprägte, bis zu 90 % anstieigende Birkenmaximum in der unteren Partie der Feindetritusgyttja gehört zur Zone IV. *Betula verrucosa*, *Pinus silvestris* und *Scirpus lacuster* treten hier als Makrofossilien auf. Die kieferdominante Phase, Zone V, verknüpft die untere Partie der Schichtfolge mit den Abschnitten der edlen Laubhölzer, den Zonen VI, VII und VIII. Die obere Partie der Serie gehört zu der von Nadelhölzern charakterisierten jüngeren waldgeschichtlichen Periode, zur Zone IX.

Die am westlichen Ufer des Weihers Tervalampi erbohrte Serie (Abb. 7) hat zuunterst eine sandhaltige Schicht, die am Ende des Spätglazials abgelagert worden ist. Die NBP-Kurve ist aus den gleichen Komponenten zusammengesetzt wie das Profil des Sivuinpampi. Als makroskopische Reste treten in Zone III *Empetrum*

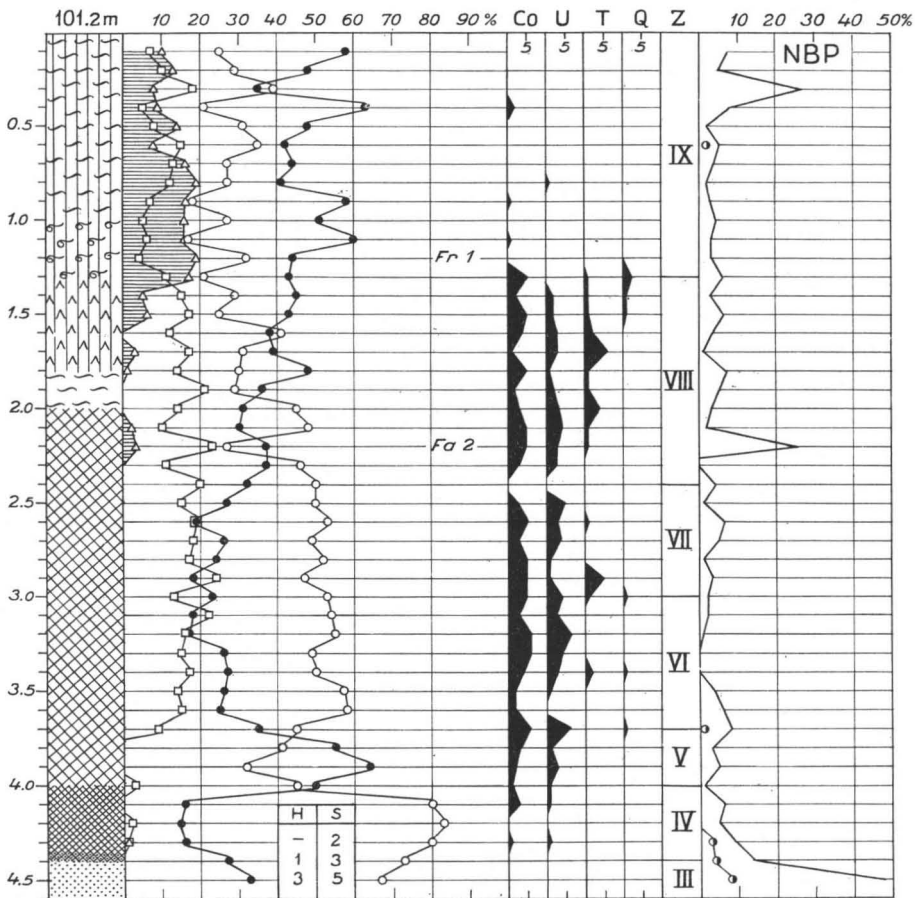


Abb. 7. Pollendiagramm aus dem Moore beim Weiher Tervalampi (Abb. 1, Nr. 1).

*nigrum*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton praelongus* und *P. pusillus* auf, sowie von den Braunmoosen (*Bryales*) *Calliergon stramineum*, *Drepanocladus fluitans* und *Meesea triquetra*. Die präboreale *Betula*-Kurve und die boreale *Pinus*-Kurve sind gut ausgeprägt und sind bestimmend für die Zonen IV und V. Der Anstieg von *Alnus* in 3.7 m Tiefe leitet einen sehr deutlich ausgeprägten Abschnitt der edlen Laubbölzer ein, die Zonen VI—VIII. Die jüngste Periode, die Zone IX, ist charakterisiert von Fichte und Kiefer. Der Anteil der edlen Laubbölzer sowie auch von Birke und Erle ist hier beträchtlich geringer als in den drei vorherigen Zeitabschnitten.

Die verschiedenen Becken, die sich im Bereich des Moors Tervalammensuo befinden, sind gleichzeitig entstanden, als ausgangs der jüngeren Dryaszeit die im Boden vergrabenen Eisblöcke abschmolzen. In diesen Osruben bildeten sich dann Weiher. Zu Beginn des Präboreals, als sich die Feindetritusgyttja abzusetzen begann,

stieg das Grundwasser an und zugleich setzte die Vermoorung der Becken vom Ufer her ein. Die im Präboreal abgesetzte Gyttya enthält viel Zellgewebe von *Carex* sowie Überreste verschiedener Moose. Schon in den Ablagerungen der jüngeren Dryaszeit treten verschiedenerlei Braunmoosarten auf. Die Vermoorung der Becken erreichte die Schwelle zwischen den Weihern im Frühatlantikum. Die Verlandung des Sivuinlampi und des Tervalampi ist von der Oberfläche her weiterhin im Gange. Der Weiher Rahalampi ist heutzutage schon fast ganz zugewachsen.

Hyypä (1937, S. 117) hat aus dem Gebiet von Luumäki ein Profil publiziert, das im Moor Likolammensuo (Abb. 1, H 52), etwa 3 km südlich von der Bahnstation Taavetti, erbohrt ist. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 72 m ü.d.M. Auf dem Mooruntergrund liegt eine starke Schicht spätglazialer Ton, die von postglazialen Seensedimenten überlagert ist. Das Becken hat sich ausgangs des Spätglazials vom Baltikum abgeschnürt. Es ist Hyypä aufgefallen, dass die Salzwasserdiatomeen in der Serie vom Likolammensuo fehlen, obwohl die höchste Grenze des Yoldiameers in diesem Gebiet bei 80 m ü.d.M. liegen müsste (vgl. Hyypä 1937, S. 118).

Das Moor Sepänsuo (Abb. 1, Nr. 2) liegt etwa 7 km südlich von der Bahnstation Taavetti, auf der NW-Seite des Sees Luontoinjärvi. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 66 m ü.d.M.

Auf dem Mooruntergrund ruht geschichtetes Sediment sowie Süßwasserton. In der darüberliegenden Sandschicht sind ausser Braunmoosen, *Batrachium* sp. und in der mit Sand gemischten Tongyttya ebenfalls Reste von Braunmoosen enthalten sowie ferner *Betula nana*, *Empetrum nigrum*, *Batrachium* sp. (zwei verschiedene Arten), *Potamogeton natans*, *P. pusillus*, *Cristatella mucedo* und *Pediastrum boryanum*. Der baltikalustrische Kontakt liegt an der Grenze zwischen dem Ton und der Sandschicht. Das Moor Sepänsuo ist Ende des Spätglazials, d.h. in der jüngeren Dryaszeit, die im Pollendiagramm (Abb. 8) von reichlichem NBP charakterisiert ist, vom Baltikum abgeschnürt worden. Die postglaziale Schicht (Zone IV) beginnt mit Grobdetritusgyttja, wo neben Birkenpollen reichlich Birkensamen (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*) sowie *Equisetum limosum*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton natans*, *P. praelongus* und *P. pusillus* anzutreffen sind.

Der obere Abschnitt des Sediments ist *Equisetum-Carex*-Torf, der als limnotelmatische Bodenart die Verlandung des Beckens anzeigt. Im Boreal (Zone V) wurde das Moor allmählich von *Sphagnum* überwachsen, obschon sein Artenbestand (*Carex diandra*, *C. magellanica*, *C. pseudocyperus*, *Lycopus europaeus* und *Menyanthes trifoliata*) anfänglich noch eutroph blieb. In der atlantischen Periode (Zone VI) wurde das Moor zu einem nassen Weissmoor, in welchem *Eriophorum-Carex-Sphagnum*-Torf mit *Carex limosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Rhynchospora alba* und *Scheuchzeria palustris* entstand. Der Zwergstrauchtorf vom Ausgang des Subboreals (Zone VIII) und der *Eriophorum-Sphagnum*-Torf der beginnenden subatlantischen Periode (Zone IX) sind gut humifiziert, aber die Oberfläche des Sediments ist schwach humifizierter *Sphagnum fuscum*-Torf.

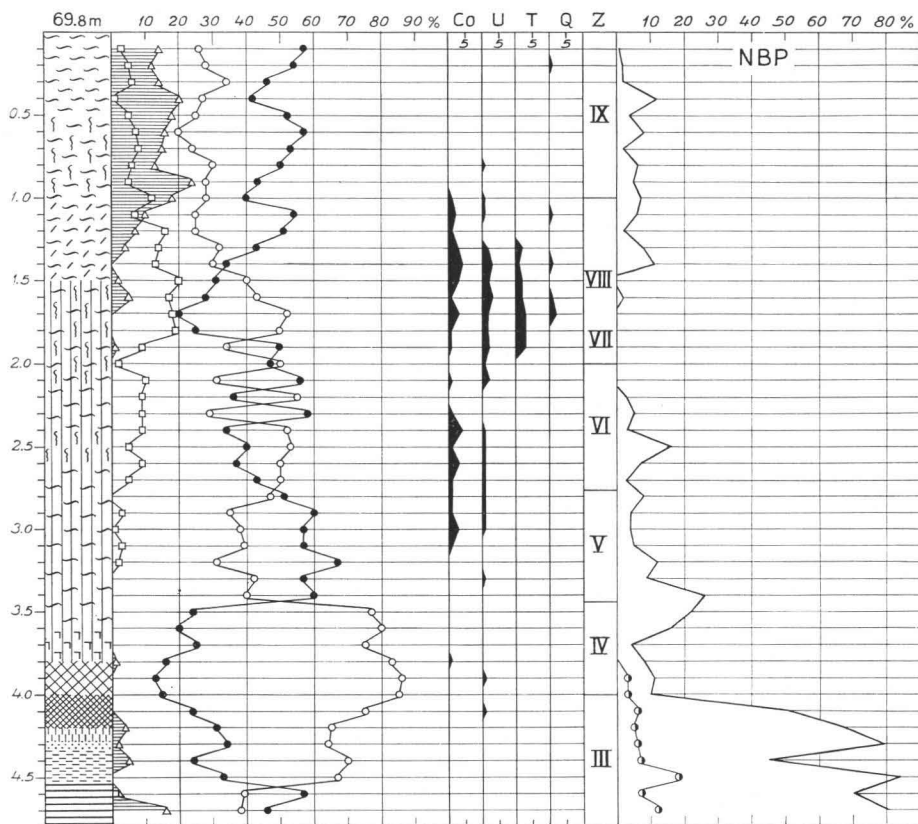


ABB. 8. Pollendiagramm aus dem Moore Sepänsuo (Abb. 1, Nr. 2).

Das nächste untersuchte Moor, Pornotkonsuo (Abb. 1, Nr. 3), liegt unweit von der vorherigen Untersuchungsstelle, auf der SE-Seite des Sees Luontoinjärvi, und ein kleines Stück davon reicht bis an den See heran. Das Moor fällt leicht zum See hin ab, und hat eine durchschnittliche Höhe von 68 m ü.d.M. Seine Schwelenhöhe liegt mit dem Wasserspiegel des Luontoinjärvi in gleicher Ebene, nämlich 66 m ü.d.M.

Im Pollendiagramm des Moores Pornotkonsuo (Abb. 9) sind die walddeschichtlichen Perioden sehr deutlich ausgeprägt und weisen die oben beschriebenen, für die jeweiligen Perioden bezeichnenden Eigenheiten auf. Zuunterst liegt der von NBP charakterisierte Abschnitt (Zone III), darüber die präboreale Birkenzone (Zone IV) sowie die boreale Kiefernzzone (Zone V). Die postboreale Wärmeperiode ist als gut entwickelte Zone von Birke, Erle und edlen Laubhölzern (Zonen VI—VIII) zu erkennen. Zuoberst liegt der auf die Wärmeperiode folgende *Picea*-Abschnitt.



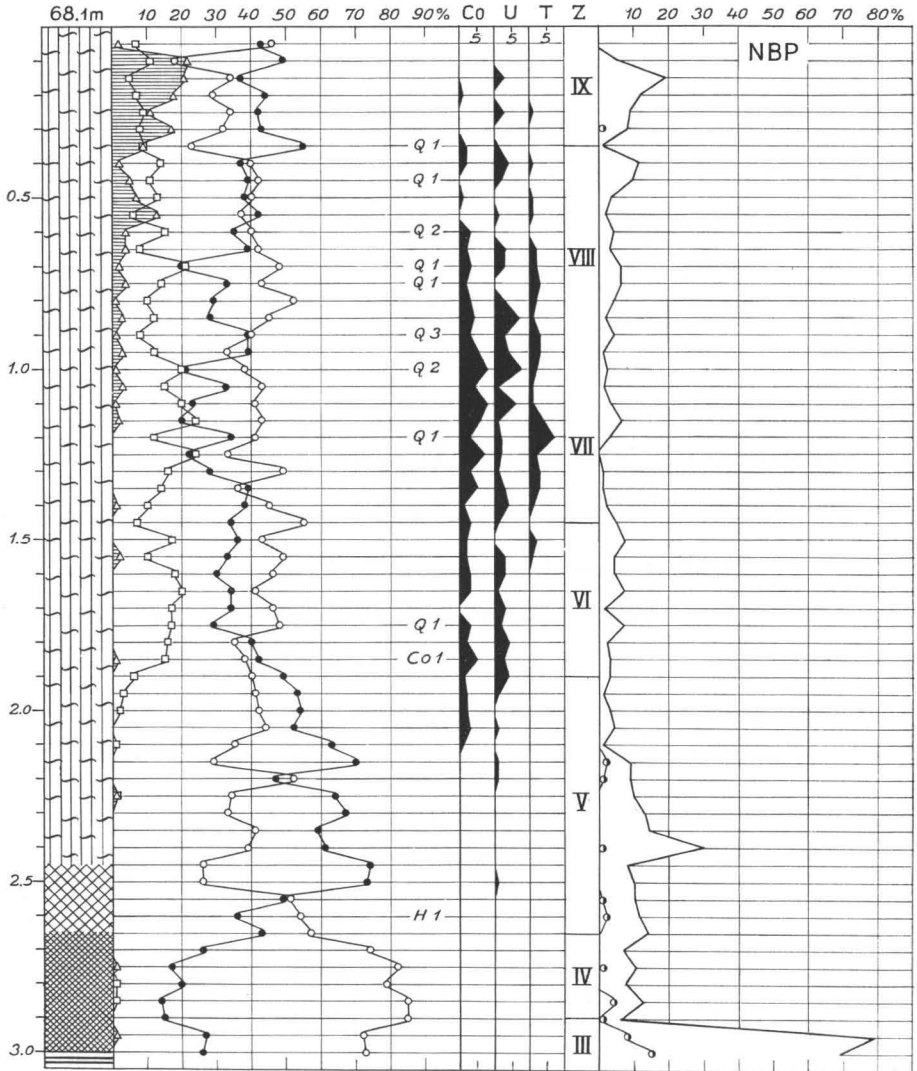


Abb. 9. Pollendiagramm aus dem Moore Pornotkonsuo (Abb. 1, Nr. 3).

Das Moor Pornotkonsuo erinnert sowohl hinsichtlich der Zusammensetzung des Pollens wie auch betreffs seiner Makrofossilien an das vorige Untersuchungsobjekt, und auch die Abschnürung ist ähnlich verlaufen. Auf dem Untergrund des Beckens liegt spätglazialer Süßwasserton. Die Abschnürung oder den balti-lakustrischen Kontakt repräsentiert die Grenze zwischen dem Ton und der überlagerten sandgemischten Detritusgyttja. Der Ton ist nämlich, was die Makrofossilien anbelangt, völlig steril, aber von der unteren Partie der lakustrischen Gyttja an sind viele Pflanzenreste

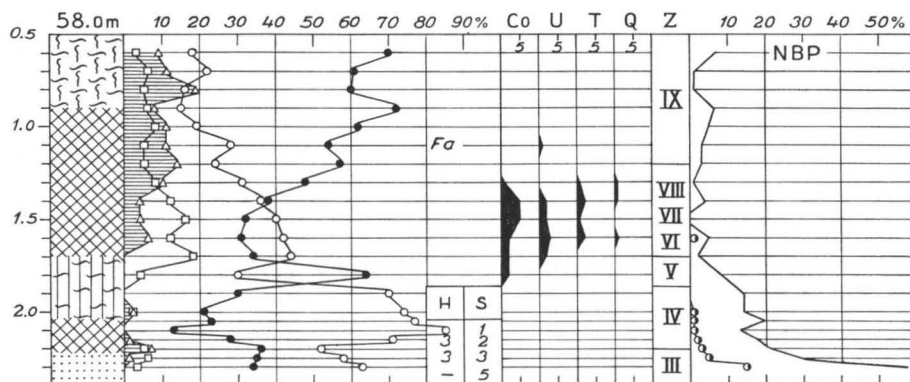


ABB. 10. Pollendiagramm aus dem Moore beim Weiher Kelusenlampi (Abb. 1, Nr. 4).

anzutreffen (*Empetrum nigrum*, *Batrachium* sp., *Potamogeton pusillus*, *Cristatella mucedo*, *Pediastrum* sp. sowie Partikel von Braunmoosen). Am Beginn des Präboreals verschwinden die makroskopisch wahrnehmbaren mineralischen Bestandteile in der Gytja. Es ist grünlichbraune Feindetritusgyttja (*Betula nana*, *B. pubescens*, *Urtica* sp., *Potamogeton natans* und *Myriophyllum alternifolium*), die ausgangs der Periode in Grobdetritusgyttja übergeht (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Pinus silvestris*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nymphaea alba* und *Potamogeton natans*). Nachdem das Becken zu Beginn des Boreals verlandet war, ist die Schichtenfolge des Moors bis zur Gegenwart ungefähr gleich geblieben, nur der Grad der Humifizierung schwankt insofern, als der Torf des Subboreals (Zone VIII) durchschnittlich stärker humifiziert ist als der darunter oder darüber liegende Torf. Die Menge des *Carex*-Zellgewebes nimmt vom Boden des Moors zur Oberfläche hin etwas ab.

Kelunen (Abb. 1, Nr. 4) ist ein kleiner Weiher an der Grenze der Kirchspiele Luumäki und Miehikkälä, etwa 4 km südlich vom See Luontoinjärvi. Der Weiher liegt 58 m ü.d.M. Die unten beschriebene Schichtenserie (Abb. 10) ist mit dem Kolbenbohrer genommen, und zwar ca. 60 m vom jetzigen Wassersaum des Weihers, an der Grenze von *Sphagnum fuscum*-Weissmoor und Zwergstrauch-Reisermoor:

- Zone IX obere Partie sehr nasser *Sphagnum*-Torf (H 1—3);  
 mittlere Partie *Eriophorum-Sphagnum*-Torf (H 7);  
 untere Partie Dy-haltige Grobdetritusgyttja (*Carex lasiocarpa*, *C. canescens*, *Comarum palustre*, *Nymphaea candida* und *Cristatella mucedo*).
- Zone VIII Dy-haltige Grobdetritusgyttja (*Bryales*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton natans*, *Typha latifolia* und *Cristatella*).
- Zonen VII—VI Dy-haltige Gytja (*Pinus silvestris*, *Comarum palustre* und *Menyanthes trifoliata*).

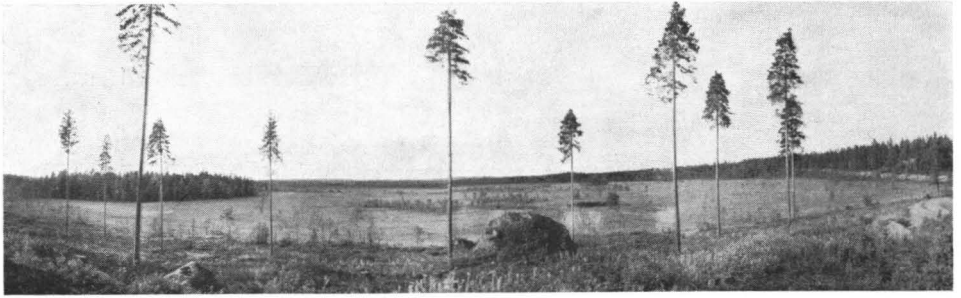


ABB. 11. Ein Mooregebiet nördlich von dem See Savanjärvi.

- Zone V *Bryales-Sphagnum-Carex*-Torf (H 8) (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Pinus silvestris*, *Carex aquatilis*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa* und *Menyanthes trifoliata*).
- Zone IV obere Partie *Bryales-Sphagnum-Carex*-Torf (H 8); untere Partie Grobdetritussyttja (*Potamogeton natans*, *P. praelongus*, *Betula pubescens* und *B. verrucosa*).
- Zone III Sand, der organische Stoffe enthält (*Betula nana*, *Empetrum nigrum*, *Potamogeton natans*, *P. pusillus*, *Myriophyllum alterniflorum* und *Sparganium minimum*); zuunterst Grobsand.

In der spätglazialen Sandschicht auf dem Mooruntergrund enthält der obere Teil Kohle. Nach dem Brand ist das Grundwasser in dem Becken so weit gestiegen, dass sich dort eingangs des Präboreals sandfreie Gyttja abzusetzen begann. Die Stelle verlandete im Lauf der gleichen Periode, gleich nach dem Birkenmaximum. Das Becken hatte in dieser Zeit keinen Abfluss. Am Anfang des Atlantikums stieg der Wasserspiegel in dem Becken erneut an und überflutete transgressiv den verlandeten Teil des Moors. Endgültig verlandete die Stelle erst im Subatlantikum.

### Gebiet Miehikkälä

Die Landstrasse von Taavetti nach Miehikkälä läuft in Suur-Miehikkälä auf dem Oszug zwischen der Seen Valkjärvi und Savanjärvi. Die Nordostseite des Oses ist unebenes Felsengelände. Moore gibt es dort wenig. Westlich und südwestlich vom Os Miehikkälänharju ist das Gelände flach. Die Flusstäler haben dort Lehmboden, und stellenweise sind sie von Osmaterial überlagert. In diesem Gebiet gibt es viele gesonderte Moore und Moorkomplexe (Abb. 11).

Der Weiher *Eittosenlampi* (Abb. 1, Nr. 5), der von hohen glazifluvialen Bildungen umgeben ist (Abb. 12), liegt in einer typischen Osgrube. Der Weiher liegt ca. 2 km nordwärts vom See Savanjärvi. Das Becken hat eine Schwellenhöhe von 47 m ü.d.M. Die Schichtenfolge ist in der vom Ufer des Weihers genommenen Probenreihen unten aufgeführt (Abb. 13):



ABB. 12. Der Weiher Eittosenlampi.

- Zone IX *Carex-Sphagnum*-Torf (H 3—6), mit etwas Resten von *Carex lasiocarpa*.
- Zone VIII *Sphagnum-Carex*-Torf (H 8) (*Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*, *Cicuta virosa*, *Comarum palustre* und *Menyanthes trifoliata*); untere Partie Grobdetritusgyttja.
- Zone VII Grobdetritusgyttja (*Lycopus europaeus*, *Filipendula ulmaria*, *Pedicularis palustris*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans*).
- Zone VI Grobdetritusgyttja (*Peucedanum palustre*); untere Partie *Sphagnum-Carex*-Torf.
- Zone V telmatischer *Sphagnum-Carex*-Torf (*Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Lycopus europaeus*, *Menyanthes trifoliata*, *Peucedanum palustre* und *Ranunculus* sp.).
- Zone IV Feindetritusgyttja (*Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*, *Scirpus lacuster* und *Sparganium simplex*).
- Zone III Fester, rötlicher Ton.

In dem spätglazialen rötlichen Ton des Weihers Eittosenlampi wurden sehr spärlich Fragmente von Süßwasserdiatomeen gefunden. In der überliegenden Gyttja dagegen wurde eine reichliche Flora von Kleinwasserdiatomeen angetroffen, worin *Eunotia pectinalis*, *E. veneris*, *Fragilaria virescens*, *Melosira italica*, *M. distans*, *Pinnularia lagumen* und *Tabellaria fenestra* am gewöhnlichsten sind.

In der Schichtenserie des Eittosenlampi fällt der balti-lakustrische Kontakt, die Grenze zwischen dem rötlichen Ton und der Feindetritusgyttja, in den Übergang vom Spät- zum Postglazial. Nach der Abschnürung ist das Becken bis zur Stelle der Probenahme trocken gewesen, und der Ton ist getrocknet und verhärtet (vgl. Auer 1927). Die Schichtenserie hat offenbar an dieser Stelle eine kleine Lücke, einen Hiatus.

Das Wasser des Weiher stieg im Präboreal an, und damals erschienen darin die gewöhnlichen Pflanzenarten der Weiher und Kleinseen. Im Boreal verlandete die Stelle, so wie auch in dem vorigen Falle (Nr. 4). In der Schichtenfolge des Eittosenlampi entstand eine 20 cm starke telmatische Torfschicht. Das Becken hatte damals keinen Abfluss. Eingangs des Atlantikums stieg das Wasser im Eittosenlampi erneut an und überflutete die fragliche Stelle, wo sich Detritusgyttja abzusetzen begann. Der Weiher wuchs jedoch gleichzeitig vom Rande her zu. Endgültig verlandete die Stelle, wo die Probe genommen wurde, gegen Ende des Subboreals.

Das Moor *Savansuo* (Abb. 1, Nr. 6), dessen Schwellenhöhe 50 m ü.d.M. beträgt, liegt unmittelbar südlich vom See Savanjärvi. Die Probeserie ist etwa 100 m vom Seeufer erbohrt. Sie enthielt, von der Oberfläche her gerechnet, zunächst schwach humifizierten, subatlantischen *Sphagnum*-Torf mit *Rhynchospora alba* und *Scheuchzeria palustris* (Abb. 14). Der *Sphagnum*-Torf reicht, etwas stärker humifiziert (H 5—7), bis zum Frühatlantikum, und wird dann zu telmatischem *Carex*-Torf (*Carex lasiocarpa* und *Menyanthes trifoliata*). In der Grobdetritusgyttja aus der borealen Periode treten *Potamogeton natans* und *Scirpus lacuster* auf. Die obere Partie der präborealen Schicht ist amorphe Feindetritusgyttja (*Potamogeton gramineus*) und der untere Teil sandgemischte Gyttja (*Myriophyllum alterniflorum*). In dem zur jüngeren Dryaszeit gehörigen Sand wurden *Empetrum nigrum*, *Ephedra distachya* (Pollen), *Batrachium* sp., *Potamogeton pusillus* und *P. praelongus* gefunden. Der untere Teil der Serie besteht aus festem, rotem Ton.

Die Diatomeenanalysen von der unteren Partie des Moors Savansuo zeigen, dass der Ton in einem grossen Süsswasserbecken abgesetzt worden ist. Dominierende Arten sind *Amphora ovalis*, *Campylodiscus noricus* v. *hibernica*, *Epithemia turgida*, *Gyrosigma attenuatum*, *Melosira granulata*, *M. islandica* ssp. *helvetica*, *Neidium iridis*, *Stauroneis anceps* und *Tabellaria fenestrata*.

Der feste Ton auf dem Untergrund des Moors weist darauf hin, dass die Probestelle ausgangs des Spätglazials trocken gewesen ist, so wie auch in dem vorigen Untersuchungsobjekt. Am Anfang des Präboreals stieg das Wasser in dem Becken an und spülte von dem Os am Rand des Moors Sand herein, der nun zwischen dem Ton und der Feindetritusgyttja liegt.

Das Fehlen von Salzwasserdiatomeen zeigt, dass das präboreale Yoldiameer nicht über die Schwellenhöhe des Savansuo gereicht hat.

Das Moor *Leuksuo* (Abb. 1, Nr. 7) liegt etwa 2 km nordwestwärts vom See Savanjärvi. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 37 m ü.d.M. Die Randpartien sind höher als die Mitte, und das Moor hat daher die Form einer flachen Schale und

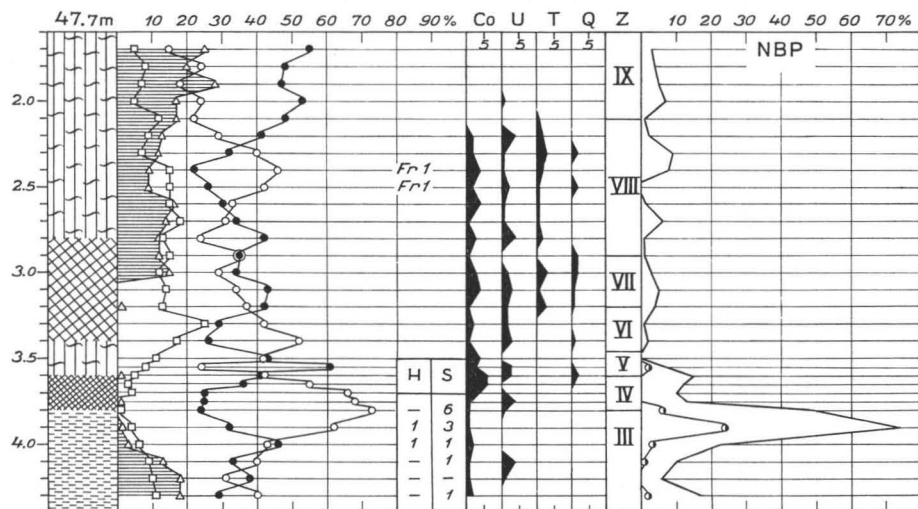


ABB. 13. Pollendiagramm aus dem Moore beim Weiher Eittosenlampi (Abb. 1, Nr. 5).

gehört zum sog. minerotropen Moor. Die unten beschriebene Schichtenfolge stammt aus der mittleren Partie des Moors (Abb. 15):

Zone VIII *Sphagnum-Carex*-Torf (H 5—6) (*Scheuchzeria palustris*).

Zone VII *Sphagnum-Carex*-Torf (H 7).

Zone VI *Carex*-Torf (H 7) (*Carex lasiocarpa* und *C. rostrata*).

Zone V obere Partie telmatischer *Carex*-Torf (*Carex pseudocyperus*, *C. rostrata*, *Cicuta virosa*, *Hippuris vulgaris*, *Lycopus europaeus*); mittlere Partie Grobdetritusgyttja und unterster Teil tonhaltiges Transgressionssediment (*Potamogeton gramineus*, *P. obtusifolius* und *Sparganium minimum*).

Zone IV obere Partie Feindetritusgyttja (*Ceratophyllum demersum*, *Najas flexilis*, *Nymphaea alba* und *Potamogeton* sp.); mittlere Partie torfartige, brüchige Grobdetritusgyttja (*Arctostaphylos uva-ursi*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Carex lasiocarpa*, *Cicuta virosa*, *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton alpinus* und *P. gramineus*); untere Partie Feindetritusgyttja (*Najas flexilis* und *Potamogeton pusillus*) und Salzwasserton.

Zone III Salzwasserton.

Der untere Abschnitt der Serie vom Moor Leuksuo enthält viel NBP. Diese von Sanddorn (*Hippophaë*), Weide (*Salix*) und Beifuss (*Artemisia*) charakterisierte Schicht gehört zu Endphase des Spätglazials, zur jüngeren Dryaszeit.

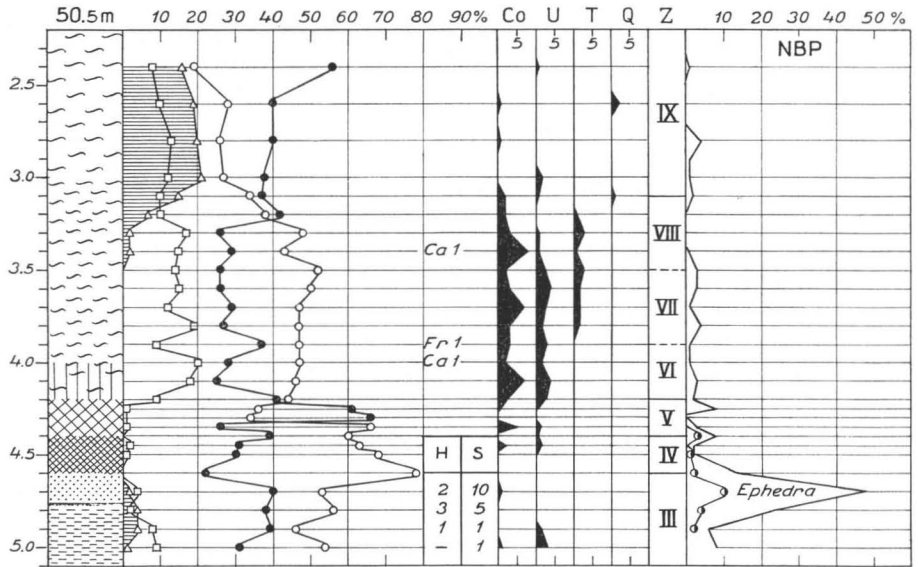


Abb. 14. Pollendiagramm aus dem Moore Savansuo (Abb. 1, Nr. 6).

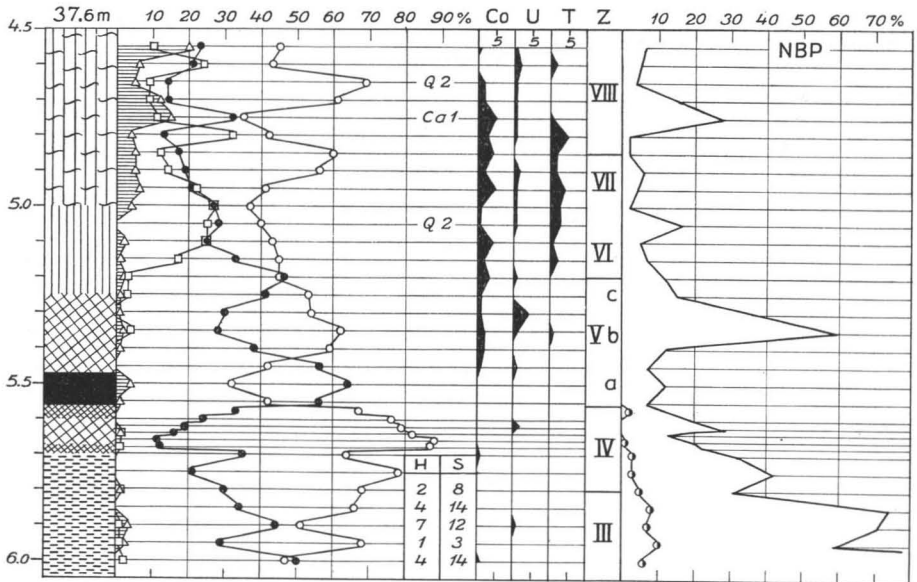


Abb. 15. Pollendiagramm aus dem Moore Leuksuo (Abb. 1, Nr. 7).

TABELLE 1. Die Makrofossilien aus dem Moore Leuksuo.

Zone	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III
<i>Betula pubescens</i> .....	—	+	+	+	+	+	—
<i>B. verrucosa</i> .....	—	+	+	+	+	+	—
<i>Pinus silvestris</i> .....	+	+	—	—	+	+	—
<i>Arctostaphylon uva-ursi</i> .....	—	—	—	—	—	+	+
<i>Empetrum nigrum</i> .....	—	—	—	—	+	—	+
<i>Caltha palustris</i> .....	—	—	—	—	+	—	—
<i>Carex diandra</i> .....	—	+	+	—	+	—	—
<i>C. Goodenowii</i> .....	—	+	+	—	+	—	—
<i>C. lasiocarpa</i> .....	+	+	+	+	+	+	—
<i>C. limosa</i> .....	—	—	—	—	+	—	—
<i>C. pseudocyperus</i> .....	—	—	+	—	+	—	—
<i>C. rostrata</i> .....	—	—	+	+	+	+	—
<i>C. vesicaria</i> .....	—	—	—	—	+	+	—
<i>Cicuta virosa</i> .....	—	—	+	+	+	+	+
<i>Comarum palustre</i> .....	—	+	+	+	+	+	—
<i>Galium palustre</i> .....	—	—	—	—	+	—	—
<i>Lycopus europaeus</i> .....	—	—	+	—	+	—	—
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> .....	+	+	+	+	+	—	—
<i>Menyanthes trifoliata</i> .....	—	—	—	+	+	+	—
<i>Pedicularis palustris</i> .....	+	+	+	+	+	—	—
<i>Polygonum lapathifolium</i> .....	—	—	—	—	—	+	—
<i>Ranunculus lingua</i> .....	—	—	—	—	+	—	—
<i>Rubus chamaemorus</i> .....	—	—	+	—	+	—	—
<i>Rubus idaeus</i> .....	—	+	—	—	—	—	—
<i>Viola palustris</i> .....	—	+	—	+	—	—	—
<i>Alisma plantago-aquatica</i> .....	—	—	+	+	—	—	—
<i>Batrachium</i> sp. ....	—	—	—	—	—	+	+
<i>Bidens tripartitus</i> .....	—	—	—	—	—	—	+
<i>Ceratophyllum demersum</i> .....	—	—	—	—	+	+	+
<i>Hippuris vulgaris</i> .....	—	—	+	+	+	+	+
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> .....	—	—	—	—	+	+	+
<i>M. spicatum</i> .....	—	—	—	—	+	+	+
<i>Najas flexilis</i> .....	—	—	—	—	+	+	+
<i>Nuphar luteum</i> .....	—	—	—	—	—	+	—
<i>Nymphaea candida</i> .....	—	—	—	—	—	+	—
<i>Potamogeton alpinus</i> .....	—	—	—	—	—	+	+
<i>P. gramineus</i> .....	—	—	—	—	+	+	—
<i>P. obtusifolius</i> .....	—	—	—	—	+	+	+
<i>P. natans</i> .....	—	—	—	—	—	+	—
<i>P. pusillus</i> .....	—	—	—	—	—	+	+
<i>Scirpus lacuster</i> .....	—	—	—	+	+	—	—
<i>S. paluster</i> .....	—	—	—	—	+	+	—
<i>Sparganium minimum</i> .....	—	—	—	—	+	—	—
<i>Cristatella mucedo</i> .....	—	—	—	—	+	+	+
<i>Nephelis octoculata</i> .....	—	—	—	—	+	—	—
<i>Piscicola</i> sp. ....	—	—	—	+	—	+	—
<i>Pediastrum</i> sp. ....	—	—	—	—	—	+	+

Der Kontakt zwischen dem Ton und der Gytja ist scharf, was rasches Absinken des Wassers anzeigt. Das Wasser nahm in dem Becken so stark ab, dass sich an dieser Stelle fast torfartige Grobdetritusgytja herausbildete. Am Ende des Präboreals



begann das Wasser jedoch wieder anzusteigen, und der Wasserspiegel des Baltikums überstieg die Schwelle des Beckens. Das abgelagerte Sediment wurde zunächst Feindetritusgyttja und ungefähr an der Grenze zwischen Zone IV und V zu tonhaltigem Transgressionssediment. Nachdem das Maximum erreicht war, liess die Transgression nach, und das Sediment wurde durch Vermittlung der Detritusgyttja zu *Carex*-Torf. Die im Gebiet Leuksuo gefundenen Makrofossilien sind in Tabelle 1 angegeben.

Die das Yoldiameer repräsentierenden Salzwasserdiatomeen sind am reichlichsten in der unteren Partie der Serie vertreten und nehmen stufenweise nach oben hin ab; ein Maximum liegt jedoch in 5.8 m Tiefe (Beil. I). Das abrupte Aufhören der marinen Arten an der Grenze zwischen Ton und Gyttja in 5.7 m Tiefe bedeutet, dass der Wasserspiegel des Yoldiameeres nach der genannten Transgression rasch absank. Der balti-lakustrische Kontakt liegt im Becken des Moors Leuksuo also an der Grenze von Ton und Gyttja. In dem abgeschnürten Becken erschienen einige Wasserpflanzen. Die sowohl in Süss- wie auch in Brackwasser gedeihenden Diatomeen waren in dieser Entwicklungsphase des Beckens reichlich vertreten (Beil. I, Tiefe 568 cm, 56 ‰). Als das Becken immer seichter wurde, traten die Formen der Litoralregion in den Vordergrund, während zugleich die Moor- und Uferpflanzen zunahmen. Diese Phase seichten Wassers war zu Ende, als ausgangs des Präboreals der Wasserspiegel erneut über die Schwelle des Leuksuo stieg. Das Auftreten der als Leitfossilien des Ancylussees geltenden Diatomeen (*Epithemia hyndmanni* und *Melosira arenaria*) im unteren Teil des Transgressionssediments ist ein Zeichen dafür, dass die Transgression anfänglich das Wesen eines grossen Süsswassers hatte, wonach die Süss- und Brackwasserformen in dem Becken zunahmen. Die Ancylusformen haben ihr Maximum am Anfang des Boreals. Nach diesem Maximum kommen in den Diatomeenbestand einige Vertreter des Salz- und Brackwassers, nämlich *Diploneis smithii*, *Nitzschia obtusa*, *Rhabdonema minutum* und *Synedra tabulata*. Von den genannten Salzwasserformen fehlt *Nitzschia obtusa* im Sediment des Yoldiameers im Leuksuo (vgl. Beil. I).

In der Schichtenfolge vom Moor Leuksuo ist Sediment des Yoldiameers sowohl im Spät- wie im Postglazial abgelagert worden. Das Yoldiameer hat also im Bereich des Leuksuo die in 37 m Höhe liegende Schwelle überflutet. Zur Zeit des präborealen Birkenmaximums ist das Becken abgeschnürt und der Wasserspiegel niedrig gewesen. Die Transgression, die im Präboreal einsetzte, hat die Schwellenhöhe überstiegen. Ihr maximales Ausmass erreichte die Transgression am Beginn des Boreals, wonach in dem Sediment leichter Salzgehalt wahrzunehmen ist. Endgültig wuchs das Becken des Leuksuo im Lauf des Boreals zu.

Das Moor *H o l m a n s u o* (Abb. 1, Nr. 8) liegt im Kirchspiel Miehkälä, westlich vom See Ylimmäisenjärvi, unweit von der Grenze zwischen Miehkälä und Vehkalahti. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 40 m ü.d.M.

Die Schichtenfolge des Moors und die Zusammensetzung des Artenbestands werden unten wiedergegeben:

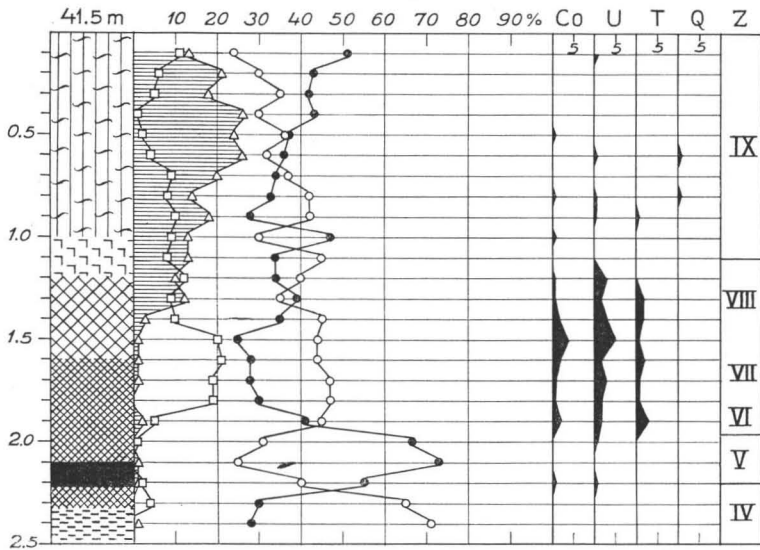


Abb. 16. Pollendiagramm aus dem Moore Holmansuo (Abb. 1, Nr. 8).

- Zone IX *Sphagnum-Carex*-Torf (H 3—6), in der unteren Partie *Equisetum*-Torf. (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *Carex canescens*, *C. diandra*, *C. lasiocarpa*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *Comarum palustre*, *Iris pseudacorus*, *Lycopodium europaeus*, *Lysimachia thyrsoiflora* und *Ranunculus repens*).
- Zone VIII obere Partie wie oben, untere Partie Grobdetritusgyttja (*Myriophyllum alternifolium*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Scirpus lacustris*, *Trapa natans*).
- Zonen VII—VI obere Partie wie oben, untere Partie Feindetritusgyttja (*Alnus glutinosa*, *Pinus silvestris*, *Potamogeton natans* und *P. praelongus*).
- Zone V obere Partie wie vorn (*Alnus incana*, *Pinus silvestris*, *Myriophyllum alternifolium*, *Nuphar luteum* und *Potamogeton natans*), unterste Partie Transgressionsschicht (*Myriophyllum alternifolium* und *Potamogeton natans*).
- Zone IV obere Partie Feindetritusgyttja (*Betula verrucosa*, *Potamogeton praelongus* und *P. pusillus*), untere Partie Ton (*Empetrum nigrum*, *Batrachium* sp. und *Potamogeton pusillus*).

Das Pollendiagramm des Moors Holmansuo (Abb. 16) hat eine ziemlich gewöhnliche Zusammensetzung. Das unterste Tonsediment des Moors aus der Zeit des Birkenmaximums enthält Salzwasserdiatomeen (*Amphora commutata*, *Campylodiscus scoticus*, *Diploneis interrupta*, *D. smithii*, *Nitzschia navicularis* und *N. punctata*). Die darüberliegende Feindetritusgyttja hingegen ist in einem kleinen Süßwasserbecken abgesetzt worden. Nach dieser Seenphase stieg der Wasserspiegel an, und hiervon

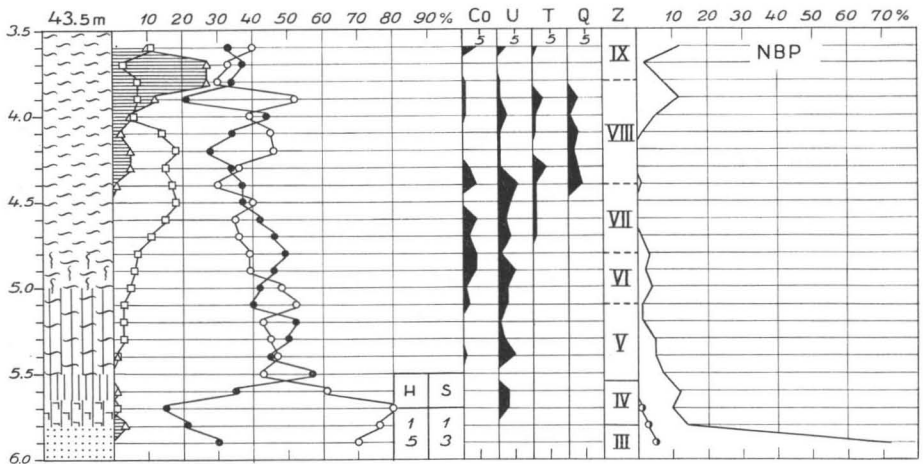


Abb. 17. Pollendiagramm aus dem Moore Valtionmaansuo (Abb. 1, Nr. 9).

blieb in der Schichtenfolge eine Transgressionsschicht zurück, die Ancyclus-Diatomeenflora enthält (*Amphora ovalis*, *Gyrosigma attenuatum*, *Epithemia hyndmanni* und *Melosira arenaria*). Das Becken ist also zum erstenmal vom Yoldiameer abgeschnürt worden, um dann in der Ancyclusphase erneut mit dem Baltikum in Kontakt zu treten.

Die makroskopischen Pflanzenreste der Schichtserie vom Moor Holmansuo zeigen edaphisch günstige Verhältnisse an. Von den Pflanzenarten fällt zunächst das subboreale Vorkommen von *Trapa natans* auf und ferner auch der übrige eutrophe Artenbestand dieser Periode mit *Carex diandra*, *C. pseudocyperus*, *Iris pseudacorus* und *Lycopus europaeus*. Abgesehen von dem nährstoffreichen Boden ist auch das Klima in einer kürzeren Periode um die Wende vom Subboreal zum Subatlantikum für die Vegetation sehr günstig gewesen (vgl. Valovirta 1962).

Das Moor V a l t i o n m a a n s u o (Abb. 1, Nr. 9) liegt ca. 3 km nördlich vom Kirchdorf Miehkälä an der Landstrasse nach Taavetti. Dieses *Sphagnum fuscum*-Moor hat eine Schwellenhöhe von 44 m ü.d.M. In der Schichtenfolge (Abb. 17) sieht man unterschiedlich stark humifizierte *Sphagnum*-Torf bis zu einer Tiefe von 4.8 m. Darunter liegt *Eriophorum-Sphagnum*- und *Sphagnum-Carex*- sowie reiner *Carex*-Torf. Zuunterst ruht *Equisetum-Carex*-Torf auf festem Grobsandboden. Das Moor ist eine typische Mineralbodenvermooring. Der Grobsand stammt aus dem Spätglazial, und die eigentliche Torfbildung hat zu Beginn des Präboreals eingesetzt. Die Grenze von Grobsand und Torf hat die Zonengrenze III/IV registriert. Das Yoldiameer hat, soweit sich aus der Schichtenfolge schliessen lässt, sich nicht bis zur Höhe des Moors Valtionmaansuo erstreckt.

Der Weiher P i k k u l a m p i (Abb. 1, Nr. 10) liegt etwa 0.7 km nördlich vom Kirchdorf Miehkälä. Dieser von der Oberfläche her zuwachsende Weiher ist von

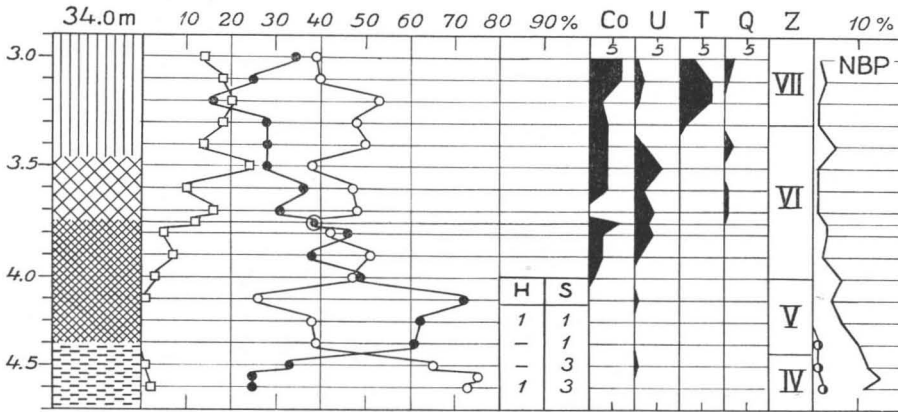


Abb. 18. Pollendiagramm aus dem Moore beim Weiher Pikkulampi (Abb. 1, Nr. 10).

einem schwabenden *Scheuchzeria-Rhynchospora*-Weissmoor umgeben. Die Schwellenhöhe des Weihers beträgt ca. 32 m ü.d.M.

Aus den Diatomeenanalysen ist zu ersehen, dass die unterste, dem Birkenmaximum entsprechende Partie des Tonsediments (Abb. 18) im Yoldiameer abgelagert worden ist, denn die dominierenden Arten darin sind *Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus radiatus*, *Grammatophora oceanica*, *Nitzschia granulata* und *N. navicularis* sowie die Brackwasserformen *Thalassiosira baltica* und *Synedra tabulata*. Im unteren Teil der Feindetritusgyttja, bis zum Kiefernmaximum, werden für das Ancyclus-Sediment charakteristische Diatomeen grosser Süsswasser angetroffen mit den dominierenden Arten *Ampbora ovalis*, *Cymbella ventricosa*, *Epithemia hyndmanni*, *Gyrosigma attenuatum*, *Melosira arenaria*, *M. granulata*, *M. islandica* ssp. *helvetica* und *Stephanodiscus astrea*. Im oberen Teil der Feindetritusgyttja und in der Grobdetritusgyttja wurden viele makroskopische Reste von Gefässpflanzen gefunden (*Andromeda polifolia*, *Carex lasiocarpa*, *Comarum palustre*, *Ranunculus* sp., *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans* und *Scirpus lacuster*). Die genannten Pflanzen sind auf den Boden eines kleinen, vom Rand her vermoorenden Gewässers gesunken. Der kleine Weiher ist also vom Ancyclussee im Boreal abgeschnürt worden, vor der Zonengrenze V/VI.

Das Moor Suursuo (Abb. 1, Nr. 11), dessen Schwellenhöhe etwa 4 m tiefer liegt als in dem vorigen Weiher, d.h. 28 m ü.d.M., ist 3 km südlich vom Kirchdorf Miehikkälä im Dorf Saivikkala gelegen. Das Suursuo ist ein ostfinnisches Hochmoor, von dessen Schichtenfolge die untere Partie in Abb. 19 wiedergegeben ist. In der Pollenkurve gibt die Abnahme der Kiefer und Zunahme der Erle in 5.8 m Tiefe die Zonengrenze V/VI an. Im Diatomeenbestand geht an dieser Grenze unverkennbar eine Wandlung vor sich. Der für Tonsediment und feinsandhaltige Feindetritusgyttja charakteristische Ancyclus-Artenbestand, worin *Ampbora ovalis*, *Campylodiscus noricus* v. *hibernica*, *Cyatopleura elliptica*, *Diploneis elliptica*, *Epithemia hyndmanni*, *E. turgida*,

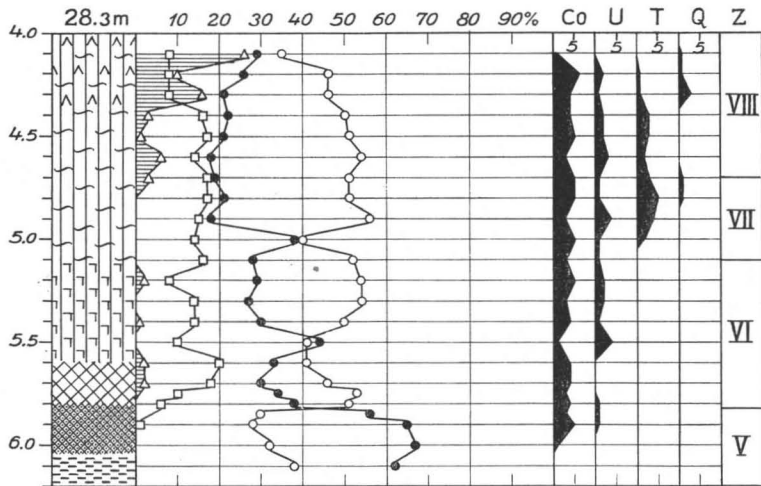


ABB. 19. Pollendiagramm aus dem Moore Suursuo, Michikkälä (Abb. 1, Nr. 11).

*E. zebra* v. *saxonica*, *Gyrosigma attenuatum* und *Meliora arenaria* vorherrschen, wandelt sich dort zum Diatomeenbestand eines Kleinsees. Auch die Makrofossilien mit ihren zahlreichen Uferpflanzen (*Alnus glutinosa*, *Betula verrucosa*, *Achillea ptarmica*, *Carex diandra*, *Cicuta virosa*, *Cladium mariscus*, *Comarum palustre*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia thyrsoflora* und *Menyanthes trifoliata*) zeigen an, dass das Wasser an der genannten Grenze seichter geworden ist. Das Becken des Moors Suursuo ist also vom Ancyclussee um die Wende zwischen dem Boreal und dem Atlantikum abgeschnürt worden. Das Becken wuchs eingangs der atlantischen Periode zu, verblieb aber die ganze ältere Phase des Atlantikums hindurch nasses *Equisetum-Carex*-Moor. Im jüngeren Atlantikum wurde das Moor allmählich von *Sphagnum fuscum* überwachsen, und im Subboreal wurde es zu Reisermoor. Der obere Teil des Moors ist subatlantischer, schwach humifizierter *Sphagnum fuscum*-Torf.

Auch das Moor Saarelansuo (Abb. 1, Nr. 12) liegt im Dorf Saivikkala im Kirchspiel Michikkälä, nordwestlich von dem vorigen Moor. Es ist ein *Sphagnum fuscum*-Moor mit vielen schmalen Stellen und Ausläufern, dessen Schwellenhöhe 6 m tiefer liegt als im Suursuo, nämlich bei 22 m ü.d.M. Im östlichen Teil des Moors sieht die Schichtenfolge folgendermassen aus (Abb. 20):

- Zone IX obere Partie *Sphagnum*-Torf (H 2—3) (*Andromeda polifolia* und *Scirpus caespitosus*);  
 mittlere Partie *Eriophorum-Sphagnum*-Torf (H 3);  
 untere Partie *Scheuchzeria-Sphagnum*-Torf (H 3—6).  
 Zone VIII *Sphagnum-Carex*-Torf (H 5—8) mit wechselnd nadelholzhaltigen Schichten (*Picea excelsa* und *Carex lasiocarpa*).

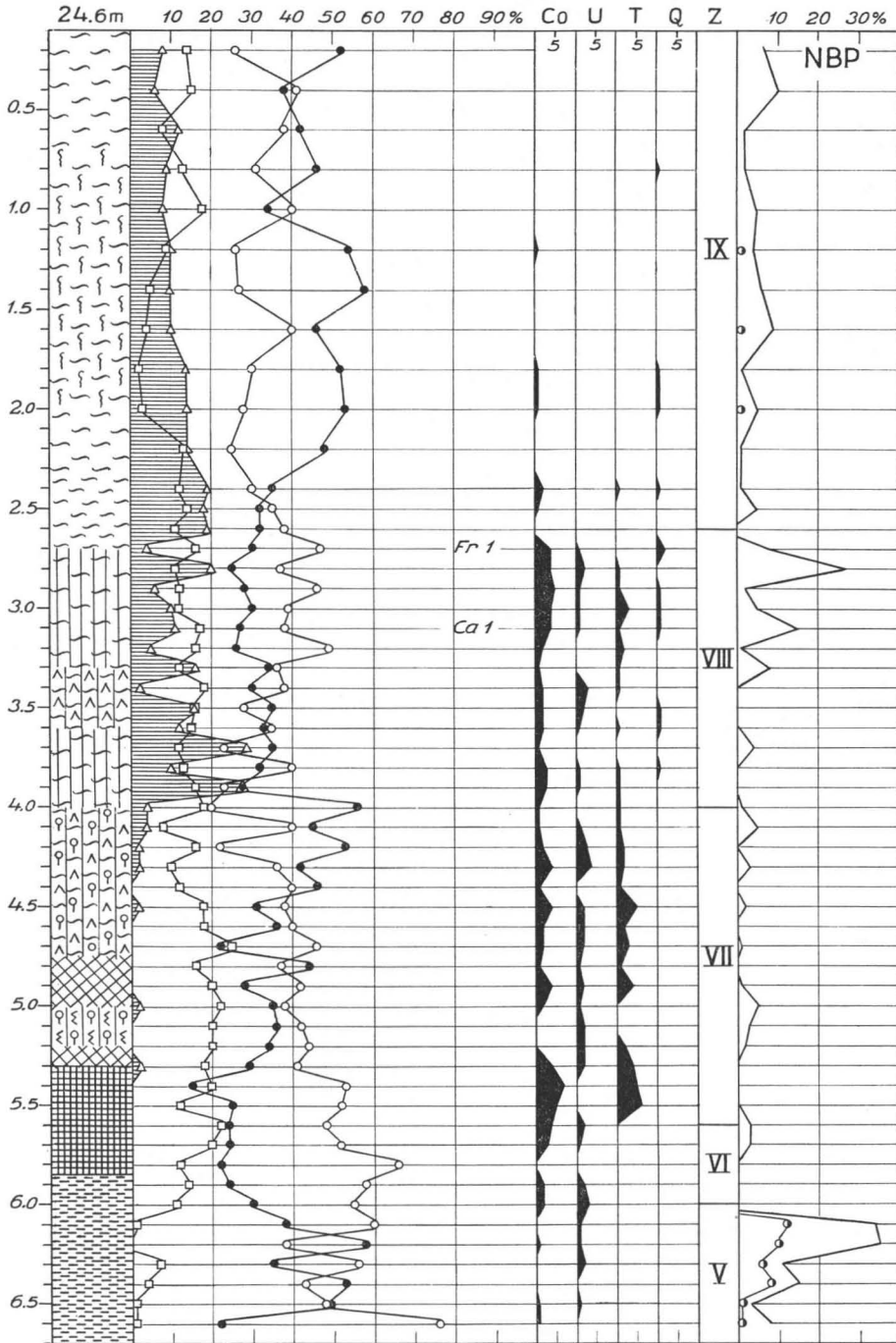


Abb. 20. Pollendiagramm aus dem Moore Saarelansuo (Abb. 1, Nr. 12).

- Zone VII oberste Partie Laubholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 9) (*Betula* sp., *Alnus glutinosa*, *Carex canescens*, *C. diandra*, *C. rostrata*, *Calla palustris*, *Cirsium palustris*, *Filipendula ulmaria*, *Rubus idaeus* und *Viola palustris*); darunter liegt Grobdetritusgyttja (*Carex rostrata*, *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia thyrsoflora* und *Scirpus paluster*); unter der vorigen Schicht Laubholz-*Phragmites-Carex*-Torf (*Tilia cordata*); darunter Grobdetritusgyttja (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Carex pseudocyperus* und *Ranunculus repens*); zuunterst helle Lagunengyttja (*Myriophyllum spicatum*, *Najas marina* (reichl.), *Ruppia spiralis*, *Scirpus Tabernaemontanii*, und *Zannichellia palustris* v. *pedicellata*).
- Zone VI dunkle Gyttja (*Nuphar luteum*, *Potamogeton pectinatus*, *Scirpus lacuster*, *S. paluster*, *Zannichellia palustris* v. *repens*), die Gyttja ist scharf von dem darunterliegenden grauen Ton abgegrenzt.

Die Grenze zwischen Ton und Gyttja zeigt rasches Absinken des Wasserspiegels infolge der Ancyclusregression an. Neues Land entstand auf Kosten der fliehenden Uferlinie. Im Pollendiagramm ist der Anteil von NBP gross, und besonders auffällig ist die grosse Menge des *Artemisia*-Pollens. Auf die Ancyclusregression folgte anfänglich eine lakustrische Phase, die jedoch ohne Grenze zur Lagunenphase mit ihren Brackwasserpflanzen übergang. Diese kommen schon in der dunklen Gyttja vor, anfangs spärlich, aber allmählich immer mehr in den Vordergrund tretend; das Maximum wird an der Zonengrenze VI/VII erreicht. Aufgrund der Makrofossilien ist zu erkennen, dass der Salzgehalt umso mehr zunahm, je höher das Wasser anstieg. Die Wandlung der Wassertiefe lässt sich auch daran erkennen, dass die Gyttja von dunkler und grober zu feiner und heller Lagunengyttja tieferen Wassers übergeht.

Aus der Serie vom Moor Saarelansuo geht hervor, dass die höchste Litorinagrenze an dieser Stelle über der Höhe von 22 m lag. Aus den Gefässpflanzen zu schliessen, die zur Zeit der maximalen Wasserhöhe gewachsen sind, kann der Wasserspiegel die Schwelle höchstens um 1—2 m überstiegen haben.

Die Grobdetritusgyttja in Zone VII zeigt einen Vernässungshorizont an. Dieser wie eine Überschwemmung anmutende Anstieg des Wasserspiegels ist ziemlich geringfügig gewesen, so dass die eigentlichen Wasserpflanzen keine Aussicht auf ein Fortkommen hatten. Die Überschwemmungen gut vertragenden Pflanzenarten, wie *Carex rostrata*, *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia thyrsoflora* und *Scirpus paluster* sind in diesem überschwemmten Gebiet gut gediehen.

Im Spätatlantikum entstand in dem Moor Laubholztorf. Im Subboreal wurde der Torf zu Nadelholztorf, nachdem ihm *Sphagnum-Carex*-Torf vorausgegangen war. Der Moortypus wechselte im Subboreal von Weissmoor zu Reisermoor und wieder zurück zu Weissmoor.

Im Subatlantikum blieb das Moor ein *Sphagnum fuscum*-Weissmoor. Etwa um die Mitte dieser Periode kam *Eriophorum vaginatum* ein beträchtlicher Anteil an der Torfbildung zu.

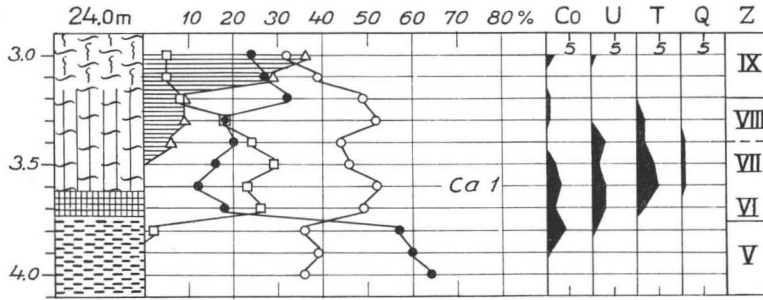


ABB. 21. Pollendiagramm aus dem Moore Lakeasuo (Abb. 1, Nr. 13).

Das Moor Lakeasuo (Abb. 1, Nr. 13) liegt an der Grenze der Kirchspiele Miehkikälä und Virolahti, östlich von der Landstrasse. Dieses ombrotrophe Torfstreumoor (Abb. 21) hat eine Schwellenhöhe von 23.5 m ü.d.M.

Die unterste Partie der Schichtenfolge des Lakeasuo, Ancyclus-Tonsediment, kennzeichnet eine stark ausgeprägte boreale Kieferndominanz (Abb. 21). Das Absinken der Kiefernkurve und der Anstieg der Erlenkurve haben die Zonengrenze V/VI bestimmt. Die Grenze zwischen dem Ton und der übergelagerten Lagunengyttja ist sehr deutlich. An manchen Bohrstellen war die Oberfläche des Tons fest, wie bei Ton, der an der Luft gelegen hat und getrocknet ist. Die Ancyclusphase ging in einem schnellen Absinken des Wasserspiegels aus, einer Regression, auf welche dann — nach einer kürzeren trockenen Periode — die Litorinatransgression folgte, die aufgrund des Pollendiagramms ins untere Ende des einheitlichen *Tilia*-Vorkommens fällt, also ungefähr auf die Zonengrenze VI/VII. Aufgrund der Serie vom Lakeasuo kann die Datierung der Transgression jedoch nicht als besonders zuverlässig gelten. Aus der Schichtserie und aus der Schwellenhöhe des Beckens lässt sich jedoch schliessen, dass die Litorinatransgression in diesem Gebiet knapp die Höhe von 23.5 m überschritten hat.

In der Lagunengyttja des Lakeasuo wurde ein reichlicher und eutropher Pflanzenartenbestand gefunden, obwohl die ganze Schicht nur 15 cm stark ist. Dieser atlantische Pflanzenbestand ist folgender:

<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Dryopteris thelypteris</i>
<i>Betula pubescens</i>	<i>Iris pseudacorus</i>
<i>B. verrucosa</i>	<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Juniperus communis</i>	<i>Lysimachia thyrsoflora</i>
<i>Pinus silvestris</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>
<i>Calla palustris</i>	<i>Najas marina</i> (reichl.)
<i>Carex diandra</i>	<i>Nymphaea candida</i>
<i>C. pseudocyperus</i>	<i>Potamogeton natans</i>
<i>Cicuta virosa</i>	<i>Scirpus maritimus</i>
<i>Comarum palustre</i>	<i>S. Tabernaemontanii</i>



## Gebiet Virolahti

Hyypä (1937, S. 119—126) hat in Pajulahti im Kirchspiel Virolahti zahlreiche vormalige Uferbildungen untersucht, die 8—40 m über dem Meeresspiegel liegen. Für die Datierung dieser Uferbildungen hat Hyypä drei Moore gewählt, die in einer Höhe von 35 m, 24.1 m und 14.7 m über dem Meere liegen.

Das Moor *S u u r s u o* (Abb. 1, H 58) liegt im Dorf Yläpihlaja, östlich von Kuivakangas. Seine Schwellenhöhe beträgt ca. 35 m ü.d.M. In der Schichtenserie befindet sich zuunterst Yoldiaton mit Salzwasserdiatomeen (*Diploneis interrupta*, *D. smithii*, *Grammatophora oceanica*, *Nitzschia navicularis*, *N. punctata* und *N. tryblionella* v. *victoriae*). Im Präboreal, im Birkenmaximum, war das Becken vom Baltikum abgeschnürt. Zu Beginn des Boreals stieg das Wasser an und überflutete die präboreale Gytjtja. Die transgressive Tongyttja enthält viele Grosswasserformen, wie *Gyrosigma attenuatum*, *Melosira arenaria* und *M. islandica* ssp. *helvetica*. Nachdem die Transgression ihre maximale Höhe erreicht hatte, liess sie nach, und das Becken wuchs endgültig im Verlauf des Boreals zu. Das Maximum dieser Transgression liegt nach Hyypä (1937, s. 123) in Virolahti 36—37 m ü.d.M., denn in dieser Höhe befindet sich in Pajulahti ein gut ausgebildetes vormaliges Ufer.

In dem von Hyypä (1937, S. 120—122) untersuchten, in 24.1 m Höhe gelegenen Moor liegen auf dem Untergrund Kleinseediatomeen, unter denen keine Salzwasserformen sind. Die höchste Litorinagrenze liegt also unterhalb von 24 m.

In dem dritten von Hyypä (1937, S. 119—120) dargelegten Moor, das eine Schwellenhöhe von 15 m ü.d.M. hat, liegen zuunterst typische Litorina-Ablagerungen mit *Campylodiscus clypeus*-Flora, so dass also die höchste Litorinagrenze in diesem Gebiet zwischen 15 und 24 m gelegen haben muss.

Das Moor *R e s k o v i n s u o* (Abb. 1, Nr. 14) liegt im Kirchspiel Virolahti, westlich vom Flüsschen Härmänoja. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von etwa 20 m ü.d.M. Die Schichtenfolge im östlichen Teil des Moors ist folgende (Abb. 22):

- Zone IX bis 160 cm *Sphagnum*-Torf (H 3—4).  
 Zone VIII obere Partie *Sphagnum-Carex*-Torf (H 4—9) (*Juniperus communis*, *Picea excelsa* (Zapfen und reichl. Nadeln);  
 untere Partie Grobdetritusgyttja (*Lysimachia thyrsiflora*).  
 Zone VII obere Partie wie in Zone VIII, darunter graue Lagunengyttja (*Najas marina*, *Ruppia spiralis* sowie reiche *Campylodiscus clypeus-C. ecbeneis*-Flora).  
 Zone VI die Lagunengyttja geht in dieser Zone weiter, wird aber zu Grobdetritusgyttja, die in Süßwasser abgesetzt ist (*Alnus glutinosa*, *Scorpidium scorpioides*, *Cirsium palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Hippuris vulgaris*, *Iris pseudacorus*, *Montia fontana*, *Polygonum lapathifolium*, *Scirpus silvaticus*, *S. lacuster*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*).  
 Zone V obere Partie Tongyttja und untere Partie Ancyluston, worin u.a. *Amphora ovalis*, *Gyrosigma attenuatum* und *Melosira arenaria*.

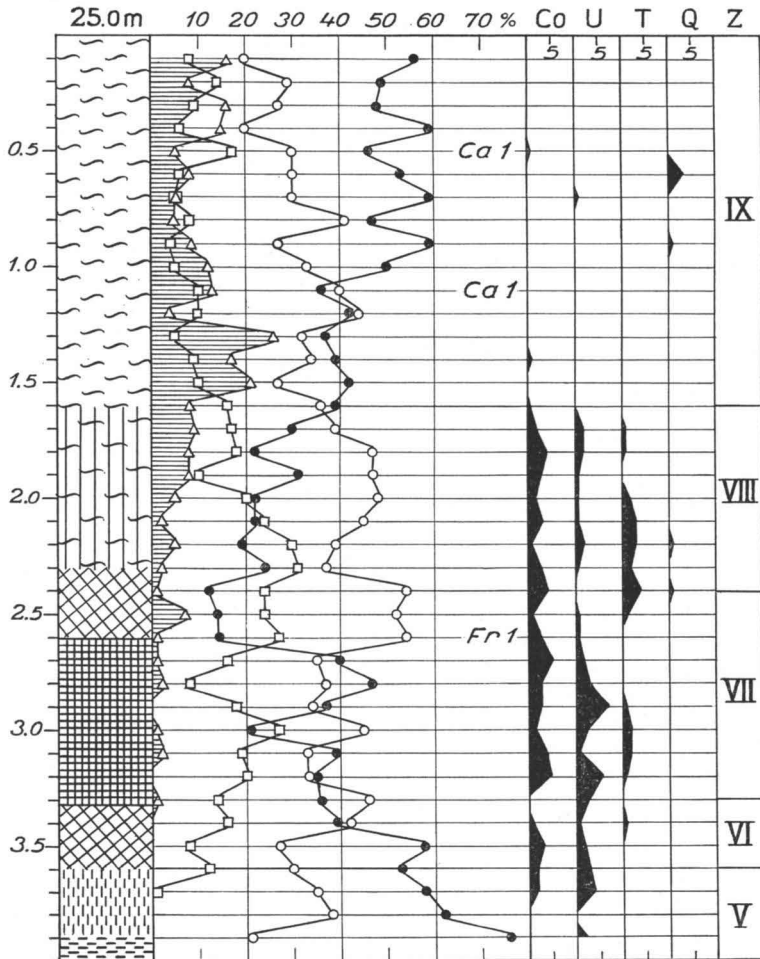


ABB. 22. Pollendiagramm aus dem Moore Reskovinsuo (Abb. 1, Nr. 14).

Das Moor Reskovinsuo wurde vom Baltikum im Lauf der Ancyclusregression abgeschnürt und endigte in einer Seichtwasserphase, während welcher in dem Becken Grobdetritusgyttja mit vielen eutrophen Pflanzenarten abgelagert wurde.

Während der Litorinatransgression flutete das Meerwasser über die Schwelle in das Becken und hinterliess dort eine 80 cm starke, bunte Lagunengyttjaschicht, worin ton- und gyttjahlaltige Schichten miteinander abwechseln. Das Becken wuchs endgültig etwa um die Mitte des Subboreals zu.

Aufgrund der Serie vom Moor Reskovinsuo übersteigt das Litorinamaximum in dem Gebiet die Höhe von 20 m. Nach Hyyppä (1937) liegt es jedoch unter 24 m. Hyyppäs Schätzung, nach welcher die höchste Litorinagrenze in Virolahti bei 22—23

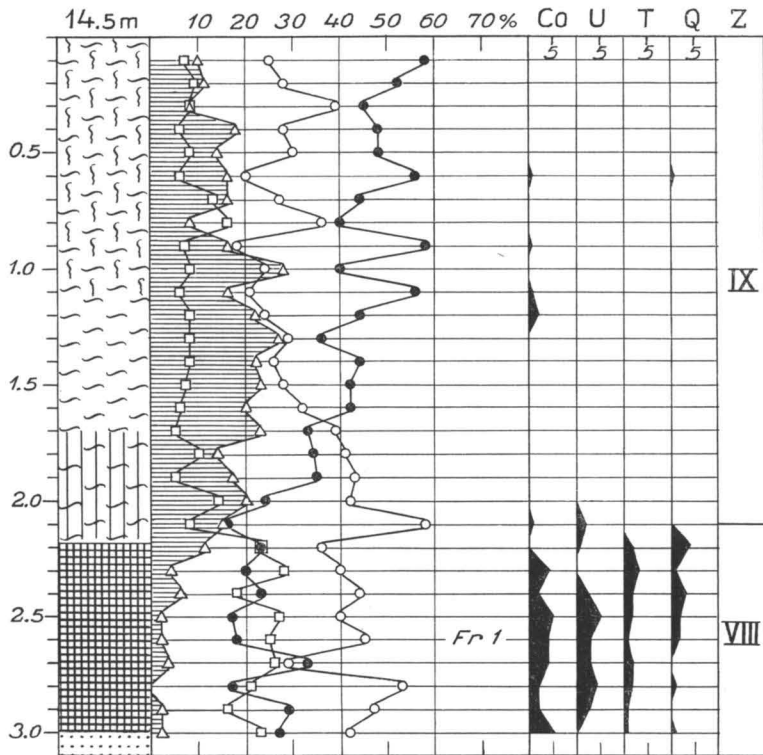


Abb. 23. Pollendiagramm aus dem Moore Ruokosuo, Virolahti (Abb. 1, Nr. 15).

m liegt, steht mit den in der vorliegenden Untersuchung erhaltenen Resultaten im Einklang.

Das Moor Ruokosuo (Abb. 1, Nr. 15) liegt im Kirchspiel Virolahti westlich vom Härmänkangas.

Das Pollendiagramm des Ruokosuo (Abb. 23) zerfällt in zwei voneinander abweichende Teile. Im untersten Teil dominiert die Periode von Birke, Erle und edlen Laubhölzern, während in der oberen Zone Fichte und Kiefer zahlreicher als andere Bäume vertreten sind.

Das Becken bildete im Subboreal eine lagunenartige Bucht des Litorinameers, die nordwärts bis zu dem vorn beschriebenen Moor Reskovinsuo reichte. Während der Lagunenphase wurde in dem Becken Salzwassergyttja abgelagert, worin *Chara fragilis* und *Najas marina* reichlich vorkommen. Über eine dünne Grobdetritusgyttjaschicht wuchs das Becken im Lauf des Subboreals zu.

Das Ruokosuo ist wie viele andere vom Bereich des Litorinameers abgeschnürte Becken unmittelbar im innersten Teil einer Meeresbucht verlandet und vermoort.

Im Dorf Uski im Kirchspiel Virolahti gibt es viele kleine, von Mooren umgebene

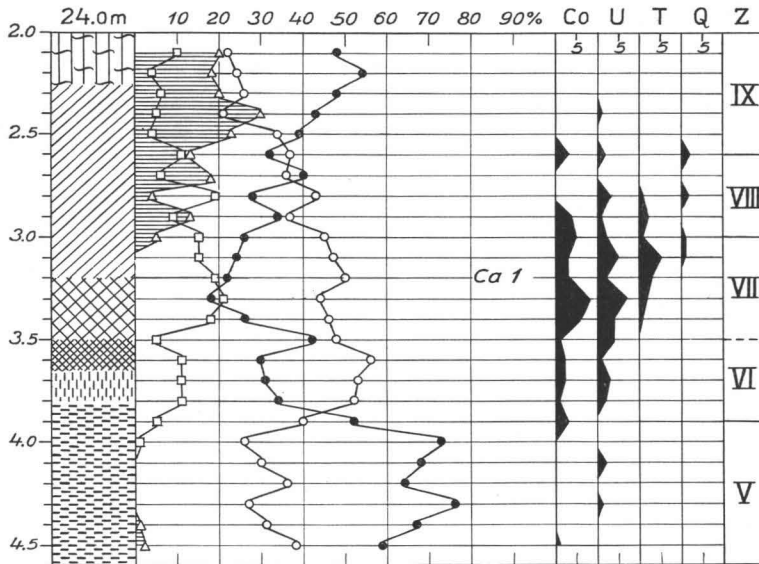


ABB. 24. Pollendiagramm aus dem Moore Mustalammensuo (Abb. 1, Nr. 16).

Weiber, die in 24 m Höhe liegen. Von diesen hat Salmi (1961) den Ruokolammensuo (Abb. 1, S 61) untersucht, der eine Schwellenhöhe von 20 m ü.d.M. hat, und fand dort zwei verschiedene Litorinatransgressionen. Nach Salmi reichte die ältere Transgression bis zu 24,5 m und die jüngere bis zu 23,5 m Höhe. Aufgrund der Pollenanalysen fällt die erstere in Zone VI und die letzte auf die Zonengrenze VI/VII.

Der Verfasser hat für die Untersuchung von Salmi die makroskopischen Pflanzenreste analysiert. *Najas marina* und *Scirpus Tabernaemontanii* geben als haline Pflanzenarten zusammen mit dem Salzwasserdiatomeen die Höhe des Litorinameers in dem Gebiet an. Insbesondere *Najas marina* hat sehr empfindlich auf die Änderungen der Tiefe und des Salzgehalts im Wasser reagiert. Die Pflanze tritt stets während der Maxima der Transgressionen auf, fehlt aber in den Regressionsphasen.

Der Mustalammensuo (Abb. 1, Nr. 16) gehört zur Gruppe der vorerwähnten Weiber und liegt ca. 2 km südöstlich vom Ruokolammensuo. Der Wasserspiegel des Weihers liegt 24 m und die Schwellenhöhe 24,8 m ü. d. M.

Das Pollendiagramm (Abb. 24) zerfällt deutlich in drei Perioden. In der untersten Periode dominiert *Pinus* (Zone V), und im entsprechenden Tonsediment sind die Ancyclus-Diatomeen vertreten. Die mittlere Periode ist charakterisiert von *Betula*, *Alnus* und edlen Laubböhlzern (Zonen VI—VIII), und der Bestand an Gefäßpflanzen ist ziemlich reich (*Alnus glutinosa*, *Betula verrucosa*, *Hippophaë rhamnoides*, *Carex diandra*, *Cicuta virosa*, *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Lycopus europaeus*, *Peucedanum palustre*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans* und *Scirpus lacuster*). Die oberste Periode entspricht der Zeit von *Picea* und *Pinus* (Zone IX).

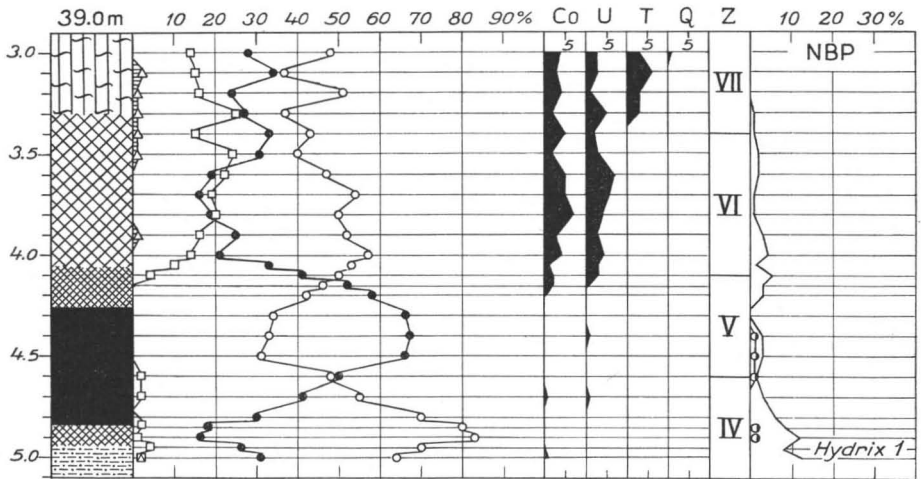


ABB. 25. Pollendiagramm aus dem Moore Ristikorpi (Abb. 1, Nr. 17).

Der Wasserspiegel ist in dem Becken während der Ancyclusregression gesunken, und der Mustalammensuo wurde infolgedessen vom Baltikum abgeschnürt. Das auf den Ancyclus folgende Litorinameer ist jedoch nicht über die Schwellenhöhe des Beckens (24,8 m) gestiegen.

Im Dorf Länsikylä im Kirchspiel Virolahti liegt westlich von der Landstrasse nach Uski ein langes, schmales Moor, Ristikorpi (Abb. 1, Nr. 17). Seine Schwellenhöhe beträgt 35,5 m ü. d. M. Der analysierte Teil der Moorablagerungen ist folgender (Abb. 25):

- Zone VII bis zu 330 cm *Sphagnum-Carex*-Torf (*Carex lasiocarpa*), untere Partie Grobdetritusgyttja.
- Zone VI Grobdetritusgyttja (*Nymphaea alba*, *N. candida*, *Potamogeton natans* und *Scirpus lacuster*).
- Zone V obere Partie Feindetritusgyttja;  
untere Partie Transgressionsablagerungen (*Potamogeton praelongus*).
- Zone IV obere Partie Transgressionsablagerungen; darunter in seichem Wasser abgesetzte Gyttja (*Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Carex canescens*, *C. lasiocarpa*, *Comarum palustre*, *Montia fontana*, *Potamogeton natans*, *P. praelongus*, *P. pusillus* und *Scirpus lacuster*);  
zuunterst feinsandgemischter Ton mit Salzwasserdiatomeen (*Achnantes hauckiana* 4 %, *Diploneis smithii* 2 %, *Nitzschia navicularis* 7 %, zusammen 13 %).

Im Pollendiagramm vom Ristikorpi lassen sich die waldgeschichtlichen Perioden deutlich unterscheiden. Zuunterst liegt die präboreale Birkenzone (Zone VI) sowie

die boreale Kiefernzzone (Zone V). Die Periode der Erle und der edlen Laubhölzer ist gut ausgebildet. Die im allgemeinen schwierig zu bestimmende Zonengrenze VI/VII lässt sich in diesem Diagramm unschwer am unteren Ende des *Tilia*-Feldes festlegen.

Das Becken des Ristikorpi wurde zum erstenmal vom Yoldiameer abgeschnürt. Vor der Abschnürung ist der Wasserspiegel rasch abgesunken, denn im Tonsediment sind keine makroskopischen Pflanzenreste nachzuweisen, obwohl sie in der über dem Ton gelegenen Gyttja reichlich vorhanden sind. Der Pflanzenbestand ist teils aus Wasser-, teils aus Ufer- und Moorpflanzen zusammengesetzt. Die Vermoorung des Beckens hat unmittelbar nach der Abschnürung begonnen.

Der Wasserspiegel des Baltikums stieg erneut an, und das Wasser drang transgressiv ins Becken des Ristikorpi ein. Der transgressive Ton überdeckte die lakustrische Regressionsgyttja mit einer 60 cm starken Schicht. Die Transgression setzte im Präboreal mit einer Zunahme der Süß- und Brackwasser- sowie der *Ancylus*-Formen ein (vgl. Beil. II). Die *Ancylus*-Flora ging nach der ersten Transgressionswelle in 4,6 m Tiefe zurück, nahm aber dann erneut zu und erreichte ihr Maximum in 4.4 m Tiefe. Der Verlauf der Transgression war also zweiphasig.

Im eigentlichen Ancylussediment zeigen in der Serie vom Ristikorpi *Amphora mexicana* und *Gyrosigma balticum* geringen Salzgehalt an.

Der Wasserspiegel lag zur Zeit des Transgressionsmaximums nicht viel über der Schwelle, denn Reste von Wasserpflanzen sind vom unteren Teil der Transgressions-schicht ab anzutreffen. Die Ufer- und Moorpflanzen fehlen nur im Transgressionsmaximum.

Im Bereich des von Hyypä (1937, S. 122) untersuchten Moors Suursuo in Viro-lahti überschritt die Transgression in ihrer maximalen Ausdehnung die Höhe von 35.5 m. Das von Hyypä festgestellte Ufer in 36—37 m Höhe in Pajulahti entspricht dem Maximum der borealen Transgression auch im Gebiet des Ristikorpi.

Das Moor Korkeakallionsuo (Abb. 1, Nr. 18) liegt an der Grenze von Vehkalahti und Virolahti und gehört teilweise zum Dorf Mäntlahti. Das Moor ist von hohen, kahlgewaschenen Rapakivi-Felsen umgeben. Dieses *Sphagnum fuscum*-Moor hat eine Schwellenhöhe von 15 m ü. d. M. Der analysierte Teil der Moorablagerung ist im Subatlantikum entstandener *Scheuchzeria-Sphagnum*-Torf (H 3—6) bis zu 290 cm. Darunter liegt subborealer Ton und Gyttja folgendermassen (Abb. 26):

- Zone VIII 300—340 cm Nadelholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 8—9) (*Carex lasiocarpa* und *Rhynchospora alba*);  
 340—350 cm *Bryales-Carex*-Torf (H 7) (*Phragmites communis*);  
 350—370 cm *Phragmites-Carex*-Torf (*Calla palustris*, *Carex diandra*, *C. rostrata*, *Menyanthes trifoliata*, *Peucedanum palustre*, *Ranunculus flammula* und *Sparganium minimum*);  
 370—385 cm Grobdetritusgyttja (*Carex pseudocyperus*, *Filipendula ulmaria*, *Lycopus europaeus* und *Najas marina*);

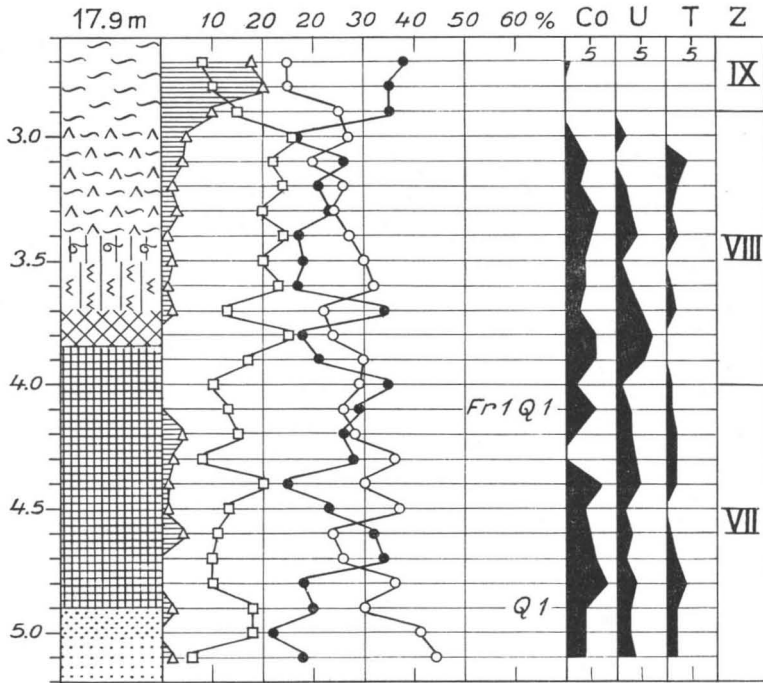


Abb. 26. Pollendiagramm aus dem Moore Koikeakallionsuo (Abb. 1, Nr. 18).

385—400 cm Lagunengyttja (*Najas marina*, *Nymphaea candida*, *Ruppia maritima*, *R. spiralis*, *Zannichellia palustris* v. *pedicellata* und *Chara fragilis*).

Zone VII 400—490 cm atlantische Lagunengyttja (*Ruppia maritima* und *Scirpus maritimus*);  
zuunterst Sand und Grobsand.

Am Anfang der Ablagerung von Lagunengyttja war das Wasser in dem Becken ziemlich tief, denn makroskopische Pflanzenreste und organische Stoffe überhaupt sind darin spärlich. Die Wassertiefe wechselte ständig, denn in der Lagunengyttja wechseln die dunklen, reichlich organische Stoffe enthaltenden Schichten mit grauen, tonhaltigen Schichten, was periodische Schwankungen des Wasserspiegels anzeigt. Im oberen Teil der Schicht hat eine stärkere, deutlicher ausgeprägte Senkung des Wasserspiegels stattgefunden, denn die Arten- und Stückzahl der makroskopischen Pflanzenreste nimmt darin ständig zu. Das Becken war damals eine schmale, fjordartige Bucht des Litorinameers, wo die halinen Pflanzenarten einen geschützten Standort fanden. Das Becken wurde rasch seichter, indem es vom Boden her aufgefüllt wurde. *Phragmites*-Bestände breiteten sich aus, und das Becken wuchs endgültig etwa um die Mitte des Subboreals zu. Die Wasserpflanzen verschwanden, wonach zuerst die Ufer- und dann die Moorpflanzen die Stelle in Besitz nahmen.

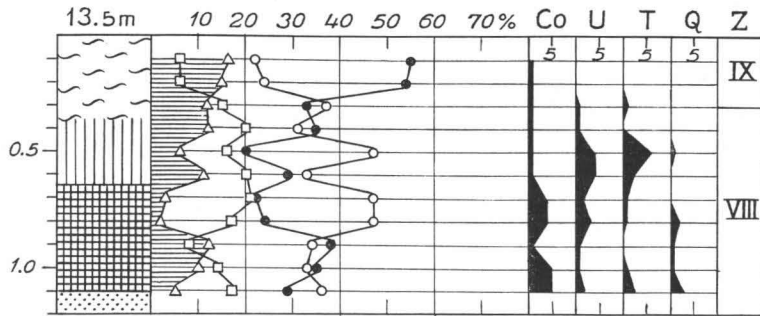


Abb. 27. Pollendiagramm aus dem Moore Timpermanninsuo (Abb. 1, Nr. 20).

Das Moor *Porraskorpi* (Abb. 1, Nr. 19) liegt im Dorf Sydänkylä im Kirchspiel Virolahti, am Dorfweg nach Manstuoli. Die Schichtenfolge mit den Pollendiagrammen und der Zusammensetzung des Artbestandes dieses Moors, das *Cladium mariscus*-Reste enthält, habe ich in einer früheren Untersuchung (V. Valovirta 1962, s. 39) publiziert. Die Schwellenhöhe des Moors beträgt etwa 23 m ü. d. M., und das Becken wurde im Zusammenhang mit der Regression des Ancylussees ungefähr an der Zonengrenze V/VI abgeschnürt.

Obwohl *Cladium mariscus* in der Schichtenserie vom *Porraskorpi* die dominante Pflanzenart ist, sind andere Arten spärlich vertreten. *Cladium* tritt erstmals in der untersten, Sand und sandgemischte Gytta enthaltenden Probe auf. In der Fein- und Grobdetritusgytta wurde die Art nicht angetroffen. Erneut erscheint sie in der *Phragmites*-Ufertorfschicht sowie in dem darüberliegenden telmatischen Seggentorf. Das Überwachen von *Sphagnum* an der Zonengrenze VI/VII scheint das Fortkommen der Pflanze in dem Moor beeinträchtigt zu haben. Das stärkste Vorkommen von *Cladium* beginnt im Atlantikum und erreicht seine grösste Ausdehnung an der Zonengrenze VII/VIII. Die Bewaldung des Moors im Subboreal (Zone VIII) hat diese Pflanzenart endgültig aus dem Moor *Porrassuo* vertrieben.

Das Moor *Timpermanninsuo* (Abb. 1, Nr. 20) liegt wie auch das vorige Moor im Dorf Sydänkylä im Kirchspiel Virolahti südöstlich vom Dorfweg nach Manstuoli.

Dieses dünnorfge, entwässerte minerotrophe Moor ist ein üppiges Zwergstrauch-Reisermoor. Die Ränder sind Kraut- und Grasbrüche, stellenweise sogar hainartiger Bruchwald. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 13.5 m ü. d. M.

Im subatlantischen *Sphagnum*-Torf an der Oberfläche des Moors finden sich reichlich Zwergsträucher und Baumreste. Der subboreale *Carex*-Torf enthält Reste von Seggen (*Carex lasiocarpa* und *C. rostrata*), und darunter liegende Lagunengyttja Reste von halinen Pflanzenarten (*Najas marina*, *Ruppia maritima* und *Zannichellia palustris* v. *pedicellata*). Zuunterst Grobsand. (Abb. 27.)

Die Abschnürung des Moors *Timpermanninsuo* von einer lagunenartigen Bucht des Litorinameers hat Ende des Subboreals stattgefunden.



**Z u s a m m e n f a s s u n g.** Die Strandverschiebung konnte in der östlichen Partie des Untersuchungsgebiets, im Bereich der Kirchspiele Luumäki, Miehikkälä und Virolahti von der letzten Phase des Baltischen Eissees bis zum heutigen Meeresspiegel verfolgt werden.

Südlich vom 1. Salpausselkä, von etwa 100 bis 40 m Höhe über dem Meer, gibt es Moore, in deren Schichtenfolge spätglaziale, lakustrische Seichtwasserablagerungen mit ziemlich reichen Pflanzenresten vorkommen. Durch die Schwellenhöhe des Moors Leuksuo (37 m ü. d. M.) und Holmansuo (40 m ü. d. M.) im Kirchspiel Miehikkälä ist die Ausdehnung der borealen Transgression in diesem Gebiet kontrolliert worden. Die gleiche Transgression wurde auch im Kirchspiel Virolahti im Ristikorvensuo (35.5 m ü. d. M.) sowie in dem von Hyyppä (1937, S. 122) untersuchten Moor Suursuo (35 m ü. d. M.) angetroffen. In diesen Mooren ist die lakustrisch-limnische und teils telmatische Bodenart am Anfang des Boreals von baltischem Sediment überdeckt worden. Während der Regression, die auf diese boreale Transgression folgte, sind im Kirchspiel Miehikkälä die Moore Suursuo (28 m ü. d. M.), Saarelansuo (22 m ü. d. M.) und Lakeasuo (23.5 m ü. d. M.) vom Baltikum abgeschnürt worden. Die zwei letztgenannten Becken kamen während der Litorinatransgression erneut mit der Ostsee in Kontakt. Die gleiche Transgression hat sich auch im Bereich des Ruokolamminsuo (22 m ü. d. M.) als zwei aufeinanderfolgende Transgressionswellen geltend gemacht (vgl. Salmi 1961).

Zur Zeit der postglazialen Ausbreitung der Wälder lag die Uferlinie in der östlichen Partie des Untersuchungsgebiets ca. 40 m über dem Meeresspiegel. In der nordwestlichen Partie des Untersuchungsgebiets lag diese Linie in etwa 65 m Höhe.

### Gebiet Sippola

Das Untersuchungsgebiet von Sippola grenzt im Norden an den 1. Salpausselkä und im Westen an den Fluss Kymijoki. Die von Südwest nach Nordost laufende Grenze fällt mit derjenigen des Gebiets von Vehkalahti zusammen. Das Gebiet Sippola ist vorwiegend flacher Lehmboden, von welchem schmale Keile nach Norden

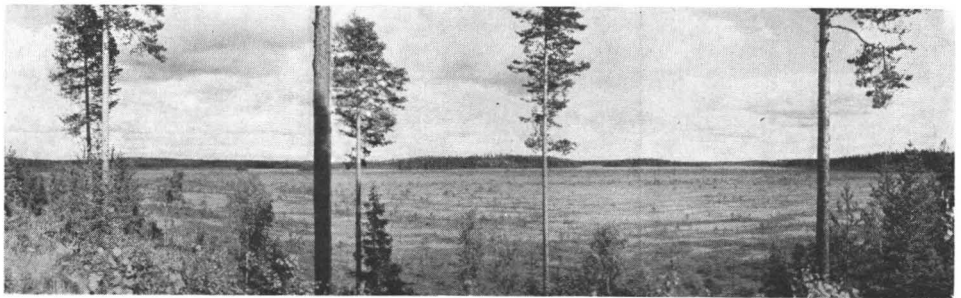


ABB. 28. Ein Moorkomplex südlich von dem ersten Salpausselkä (Lupansuo, Enäsuo und Ropotinsuo).

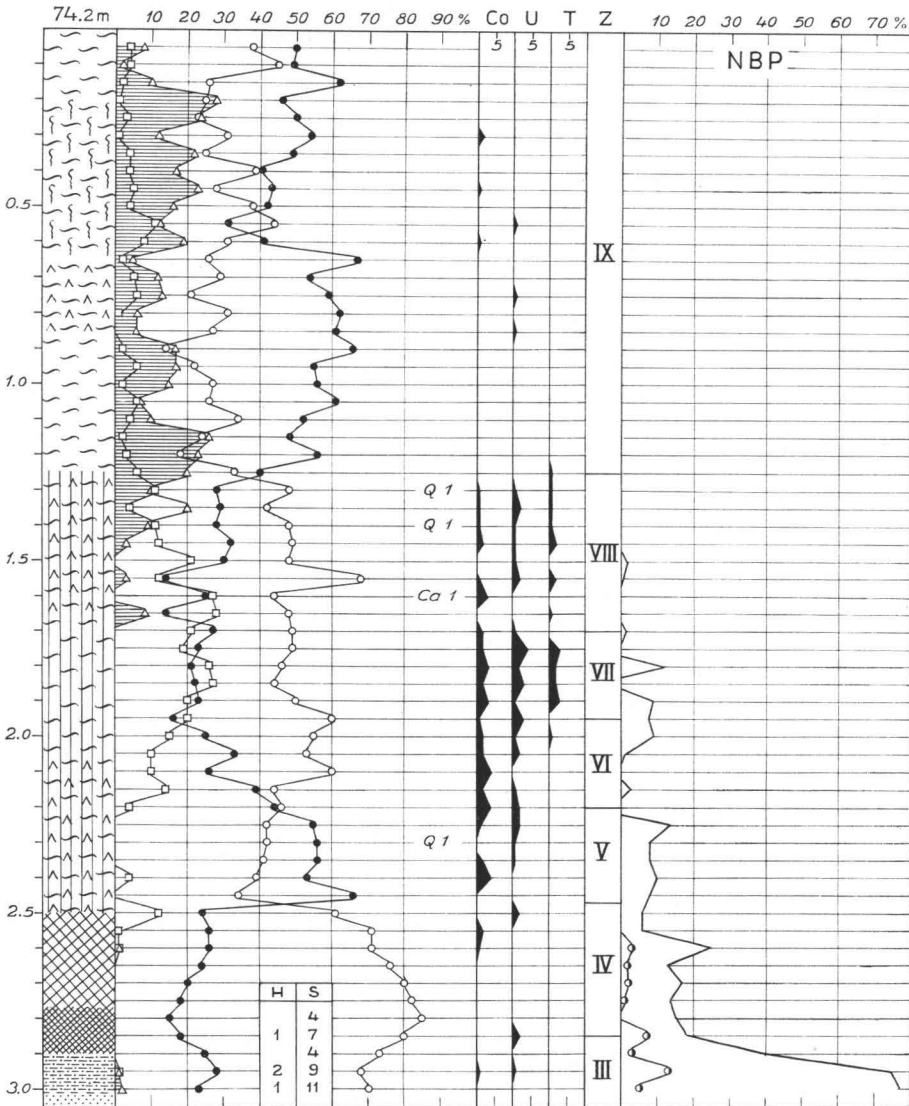


ABB. 29. Pollendiagramm aus dem Moore Ropotinsuo (Abb. 1, Nr. 21).

und Osten ausgehen. In dem von den Seen Haapajärvi, Enäjärvi und Saaramanjärvi begrenzten Gebiet ist das Gelände jedoch mit seinen steilen Felswänden abwechslungsreicher. Südlich vom Salpausselkä liegen weite Mooregebiete (Abb. 28).

Das Moor Ropotinsuo (Abb. 1, Nr. 21) liegt am Südhang des Salpausselkä. Sein nördlicher Teil gehört zum Kirchspiel Luumäki, und nur die südliche Partie liegt im Kirchspiel Sippola. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von ca. 70 m ü.d.M. Die Schichtenfolge etwa in der Mitte des Moors ist wie folgt (Abb. 29):

- Zone IX oberste und unterste Partie *Sphagnum*-Torf, mittlere Partie *Eriophorum-Sphagnum*-Torf (H 6—8) sowie Nadelholz-*Sphagnum*-Torf (H 9);
- Zone VIII Nadelholz-*Carex-Sphagnum*-Torf (H 9);
- Zone VII *Sphagnum-Carex*-Torf (H 9);
- Zone VI obere Partie *Sphagnum-Carex*-Torf (H 9); untere Partie Nadelholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 8).
- Zone V Nadelholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 8).
- Zone IV obere Partie Grobdetritusgyttja (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Pinus silvestris*, *Juniperus communis*, *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Menyanthes trifoliata*, *Alisma plantago-aquatica*, *Nymphaea alba*, *N. candida*, *N. tetragona*, *Phragmites communis*, *Potamogeton natans*, *Scirpus lacuster*); untere Partie Feindetritusgyttja.
- Zone III obere Partie Feindetritusgyttja; untere Partie Schluff und Feinsand (*Pinus silvestris*, *Empetrum nigrum*, *Batrachium* sp., *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton natans*, *P. praelongus* und *P. pusillus*).

Das Pollendiagramm des Moors Ropotinsuo (Abb. 29) zeigt sehr charakteristisch die allgemeine Beschaffenheit der Pollenzusammensetzung in der Endphase des Spätglazials, der grosse Mengen von NBP, wie *Artemisia*, *Hippophaë* und *Salix* das Gepräge geben. Die postglazialen Zonen von Birke und Kiefer im unteren Teil der Serie, die einheitliche und deutlich ausgeprägte Periode der Laubhölzer sowie in der oberen Partie der Serie die Nadelholzdominanz sind schön entwickelt, und aufgrund von diesen liess sich das Diagramm in waldgeschichtliche Zonen einteilen.

Makrofossilien treten in der Serie von der unteren Partie an auf, so dass also an der Stelle seit der jüngeren Dryaszeit nur ein kleines Becken mit wenig Wasser gewesen sein kann. Interessant sind die in der Schicht dieser Periode gefundenen Kiefernadeln. Sie befanden sich in feinsandgemischter Feindetritusgyttja, also in einer Ablagerung aus der Endphase des Spätglazials. Die makroskopischen Pflanzenreste zeigen, dass die Kiefer in dem Untersuchungsgebiet schon ausgangs der jüngeren Dryaszeit in dem vom Baltischen Eissees befreiten Bereich gewachsen ist.

Das Moor S u u r s u o (Abb. 1, Nr. 22) liegt nördlich vom See Saaramaanjärvi und hat eine Schwellenhöhe von etwa 70 m ü.d.M. Die Schichtenfolge und die Zusammensetzung der Pflanzenarten ist in der vom südlichen Teil des Moors genommenen Probeserie folgende:

- Zone IX *Carex-Sphagnum*-Torf (H 5—6).
- Zone VIII Nanolignid-*Carex-Sphagnum*-Torf (H 6—8) (*Andromeda polifolia*, *Carex lasiocarpa* und *Scheuchzeria*).
- Zone VII obere Partie wie Zone VIII (H 6—7);  
mittlere Partie *Carex*-Torf (H 5);  
untere Partie *Carex-Sphagnum*-Torf (H 7—8).



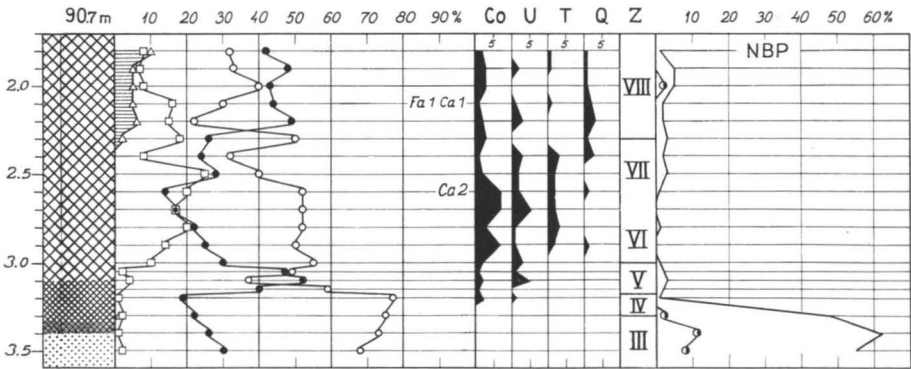


ABB. 31. Pollendiagramm aus dem Moore beim Weiher Kalliolampi (Abb. 1, Nr. 23).

In der unteren Partie der Serie ist Sand, der organische Stoffe enthält, und wo NBP im Vergleich zum Baumpollen 62 ausmacht. Am reichsten sind darin Pollen von *Ericaceae* vertreten. Braunmoos (*Drepanocladus fluitans* coll.), *Empetrum nigrum*, *Batrachium* sp., *Potamogeton alpinus* und *P. pusillus* treten darin als makroskopische Reste auf. Die Sandschicht gehört also zur Zone III. Die von Birkenpollen charakterisierte Phase gehört zum Präboreal. *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Pinus silvestris*, *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans* treten darin als Makrofossilien auf. In der borealen Feindetritusgyttja und der darüber liegenden Dy-haltigen Grobdetritusgyttja finden sich Reste von *Sphagnum*-Moosen (*Sphagnum cuspidatum* coll.) sowie *Andromeda polifolia*, *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans*. Das Becken ist vom Boden her aufgefüllt worden und ist zugleich vom Rande her vermoort.

Das Moor Heposaarensuo (Abb. 1, Nr. 24) liegt im Kirchspiel Sippola, etwa 4 km nördlich vom See Haapalanjärvi. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 55 m ü.d.M. Auf dem Boden liegt fester Schluff- und Feinsandton. Am westlichen Rand des Moors, am Bach Sulennoksenoja, wurden jedoch ziemlich starke limnische Ablagerungen gefunden. Das vom Rand des Bachs genommene Profil zeigte folgende Schichtenfolge und Pflanzenartenzusammensetzung:

Zone IX obere Partie *Carex-Sphagnum*-Torf (H 4) (*Andromeda polifolia*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium vitis-idaea* und *Carex canescens*); in der unteren Partie war die Humifizierung stärker (H 7) (*Carex lasiocarpa*, *Comarum palustre* und *Lysimachia thyrsoiflora*).

Zone VIII Grobdetritusgyttja (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Carex lasiocarpa*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *Cicuta virosa*, *Comarum palustre*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia thyrsoiflora*, *Mentha aquatica*, *Menyanthes trifoliata*, *Ranunculus lingua*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton gramineus*, *P. natans*, *Sagittaria natans*, *Scirpus lacuster*, *Sparganium minimum* und *Trapa natans* f. *coronata*); untere Partie Feindetritusgyttja.

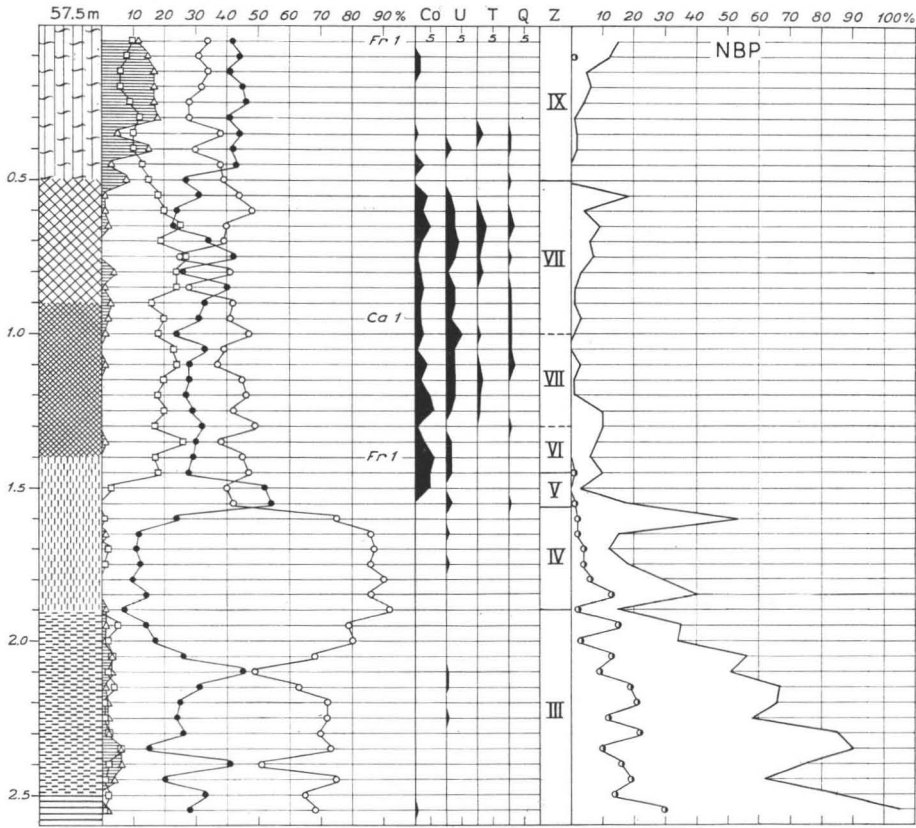


ABB. 32. Pollendiagramm aus dem Moore Heposaarensuo (Abb. 1, Nr. 24). (Die obere Zone VII muss VIII sein.)

- Zone VII Feindetritusgyttja (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Comarum palustre*, *Lysimachia thyrsoflora*, *Menyanthes trifoliata*, *Ranunculus lingua*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea candida* und *Trapa natans f. coronata*).
- Zone VI Feindetritusgyttja (*Alnus glutinosa*, *Betula verrucosa*, *Pinus silvestris*, *Carex rostrata*, *Scirpus lacuster* und *Cristatella mucedo*); untere Partie Tongyttja.
- Zone V Tongyttja (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Pinus silvestris*, *Carex rostrata*, *Scirpus lacuster* und *Picicola* sp.).
- Zone IV Tongyttja (*Betula pubescens*, *B. verrucosa* und *Scirpus lacuster*).
- Zone III der weiche Ton reicht bis zu 2.5 m Tiefe, darunter Bänderthon.

Das Pollendiagramm vom Moor Heposaarensuo (Abb. 32) ist klar ausgebildet. Das starke Birkenmaximum sowie die abwärts zunehmende Menge *Pinus*-Pollen und



NBP (vgl. Tab. 2) zeigen, dass die Zonengrenze III/IV ungefähr auf den Kontakt von Ton und Tongyttja fällt. Das boreale Kiefernmaximum und die postborealen Zonen mit Erlendominanz (Zonen VI—VIII) sind in dem Pollendiagramm deutlich erkennbar. Der obere Teil des Diagramms gehört zum Subatlantikum.

In Tabelle 2 sind die in den spätglazialen und frühpostglazialen Schichten des Moors Heposaarensuo enthaltenen Pollen von Krautpflanzen aufgeführt. Ferner sind darin auch die Sporen angegeben sowie *Hystrix*, die nach Fries (1951, S. 169) ein guter Indikator marinen Sediments ist. *Ephedra distachya* (vgl. Tynni 1959, S. 125) sowie *Statice armeria* sind in diesem Verzeichnis die interessanten Arten. Die letztere (*Statice armeria* oder *Armeria vulgaris* oder *A. maritima* v. *elongata*) wächst heutzutage an der Küste des Untersuchungsgebiets in der Gegend der Stadt Hamina (Kujala und Ulvinen 1964, S. 129). Subfossil ist die Art früher in unserem Lande nicht gefunden worden.

Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes in der Grob- und Feindetritusgyttja zeigt ausser dem edaphisch günstigen Standort auch noch die günstige Einwirkung des wärmezeitlichen Optimums auf die Vegetation an. Auffällig ist besonders das Vorkommen der Wassernuss (*Tropha natans* f. *coronata*). Es beginnt im Spätatlantikum und geht durch das Subboreal weiter, um dann am Anfang des Subatlantikums zu endigen. Der Unterlauf des Baches Sulennoksenoja ist einstmals eine seeartige Ausweitung des Flusses Summajoki gewesen. Die Wassernuss hat derartige stille und geschützte Standorte, wie sie gewöhnlich am Saum grösserer Flüsse vorkommen, bevorzugt (vgl. Eberle 1926, S. 166, V. Valovirta 1960, S. 63).

Das Moor Haapahaikulansuo (Abb. 1, Nr. 25) liegt an der Grenze der Kirchspiele Valkeala und Sippola, etwa 6 km südwestlich von der Bahnstation Utti. Dieses Hochmoor hat eine Schwellenhöhe von 50 m ü.d.M. Die Schichtenfolge im Bodenteil des Moors und die Zusammensetzung des Pflanzenartenbestandes ist folgende (Abb. 33):

- Zone VI *Sphagnum-Carex*-Torf (H 8) (*Andromeda polifolia*, *Carex diandra*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *Comarum palustre* und *Menyanthes trifoliata*).
- Zone V obere Partie wie Zone VI;  
in der mittleren Partie Fein-Grob-Feindetritusgyttjafolge (*Carex rostrata*, *Cicuta virosa*, *Inula salicina*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*);  
untere Partie Transgressionsschicht (*Equisetum limosum*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus flammula*, *R. lingua*, *Alisma plantago-aquatica*, *Najas flexilis* und *Polygonum lapathifolium*).
- Zone IV oberste Partie wie bei Zone V; darunter *Carex*-Torf (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. rostrata*, *C. pseudocyperus*, *Epilobium palustre* und *Viola palustris*), der in Grobdetritusgyttja übergeht (*Phragmites communis*, *Ranunculus lingua* und *Scirpus lacuster*).
- Zone III obere Partie Feindetritusgyttja (*Batrachium* sp., *Najas flexilis*, *Potamogeton pusillus* und *Sparganium minimum*); untere Partie mariner Ton.



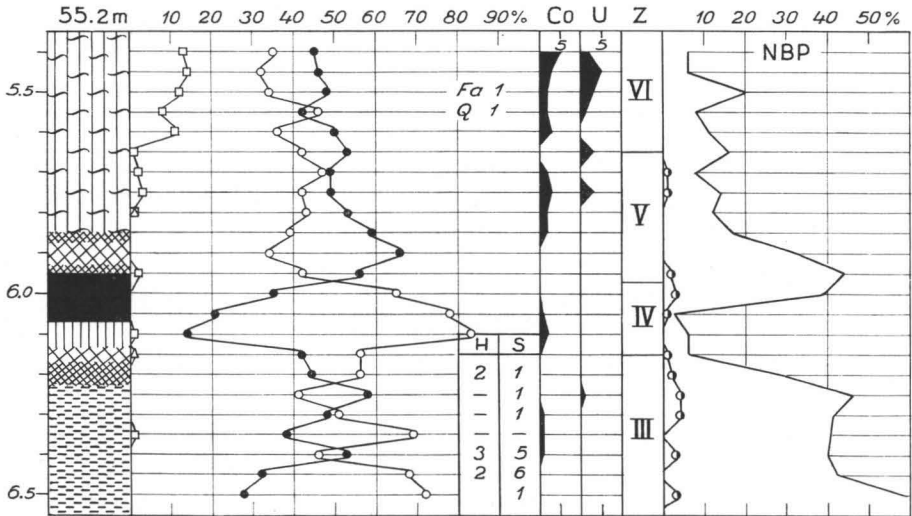


ABB. 33. Pollendiagramm aus dem Moore Haapahaikulansuo (Abb. 1, Nr. 25).

Das in der jüngeren Dryaszeit abgelagerte Tonsediment enthält Salzwasserdiatomeen (vgl. Beil. III), von denen *Nitzschia navicularis* am gewöhnlichsten ist; die übrigen sind *Campylodiscus clypeus* v. *bicostata*, *C. ebeneis*, *Diploneis smithii* und *Nitzschia punctata*. Vertreter der Brackwasserformen ist *Gyrosigma balticum*. Die Salzwasserformen haben ihr Maximum in 635 cm Tiefe und hören in 623 cm Tiefe auf. Hier hat zuerst eine Transgression und danach ein rasches Absinken des Wasserspiegels sowie Abschnürung des Beckens stattgefunden. Am Beginn der borealen Transgression nehmen die Süß- und Brackwasser repräsentierenden *Epithemia*-Arten zu, während zugleich auch die Menge der Ancyclus-Formen ansteigt und ihr Maximum in 5.95 m Tiefe erreicht. In der nächsten Probe aufwärts wandelt die Diatomeenflora sich völlig, es wurden darin nur *Eunotia alpina*, *E. lunaris* v. *subarcuata* sowie *Pinnularia nobilis* und *P. viridis* gefunden. Insgesamt waren in dem ganzen Präparat 11 Diatomeen enthalten. Die Transgression wurde in dieser Phase deutlich unterbrochen, und das Becken hat sich zu einem selbständigen See abgeschnürt. Die nächste Probe weist wieder eine reiche Ancyclus-Flora auf, worin der grosse Anteil der Litoralformen jedoch ziemlich seichtes Wasser anzeigt. Sofort danach, als das Kiefernmaximum erreicht war, wuchs das Becken zu, und die Diatomeen verschwanden in dem Sediment.

Aufgrund der Lagerfolge vom Moor Haapahaikulansuo ist das Becken zuerst vom Yoldiameer im Zusammenhang mit einer schnellen Regression während der jüngeren Dryaszeit abgeschnürt worden, und in dem Becken wurde damals Feindetritusgyttja abgelagert. An der Zonengrenze III/IV verlandete das Becken durch Vermittlung der Grobdetritusgyttja, und im Präboreal setzte die Vermoorung mit *Carex*-Torf ein. Die Transgression begann bereits im Präboreal und hat

zwei Phasen. Im Anfangsstadium der Transgression dominieren die Süß- und Brackwasserdiatomeen, während der letztere Abschnitt mehr von den *Ancylus*-Formen charakterisiert ist. Zwischen diesen Phasen ist das Becken abgeschnürt gewesen. Die Transgression war in der ersten Hälfte des Boreals zu Ende, und zugleich wuchs das Becken endgültig zu.

Das Moor *H a n g a s s u o* (Abb. 1, S 48, D 5) im Kirchspiel Sippola schliesst eng an die Transgressionsvorkommen des vorn beschriebenen *Haapahaikulansuo* und des noch später zu beschreibenden *Kalavansuo* an. Salmi (1948) hat als Erster vom Moor *Hangassuo* und der darin auftretenden Transgression eine genaue Beschreibung gegeben. Das gleiche Moor hat Donner (1952) in seiner Untersuchung über die Strandverschiebung im Bereich von Südost-Finnland behandelt. Zuletzt hat Sauramo (1958) das Moor beschrieben. In seinen Untersuchungen spricht Salmi die Ansicht aus, dass die Transgression durch einen Anstieg des Wasserspiegels im *Ancylussee* verursacht war. Nach Donner und Sauramo wiederum wäre die Transgression älter als die eigentliche *Ancylus*-Transgression, und sie sprechen daher entweder von *Rha*- oder von *Echineis*-Transgression (vgl. Donner 1964, S. 25). In der vorliegenden Untersuchung wird die Bezeichnung angewandt, die sich auf das Datum des Vorgangs bezieht, und es wird deswegen kollektiv von der borealen Transgression gesprochen.

Die Ausdehnung des *Yoldiameers* und der borealen Transgression im Nordwestteil des Untersuchungsgebiets lässt sich aufgrund der von *Hyypä* (1937, S. 109) untersuchten Schichtserie vom Moor *H a u k k a s u o* aufklären. Dieses Moor liegt an der Grenze zwischen den Kirchspielen Sippola und *Valkeala* und auf der gleichen *Litorina*-Isobase (32—33 m) wie das Moor *Haapahaikulansuo*. Das Tonsediment des *Haukkasuo* enthält Salzwasserdiatomeen (*Campylodiscus eebeneis*, *Diploneis smithii*, *Nitzschia navicularis* und *N. punctata*), so dass das *Yoldiameer* in diesem Gebiet also über die Schwellenhöhe des *Haukkasuo* (55 m ü.d.M.) hinaufgereicht haben muss. Die frühboreale Transgression, die im Bereich des *Hangassuo* und des *Haapahaikulansuo* sich bis zur Höhe von etwa 50 m erstreckt hat, erreichte nicht die Schwelle des *Haukkasuo*, und die Ausdehnung der Transgression in diesem Gebiet muss daher bei etwa 52—53 m ü.d.M. gelegen haben.

Die von Donner (1952) untersuchten Profile, der *Weiher Valkealampi* (D 1, 50 m ü.d.M.) und der *Weiher Kurkilampi* (D 4, 52,4 m ü.d.M.) gehören zusammen mit dem Moor *Haukkasuo* zu denjenigen vom *Yoldiameer* abgeschnürten Becken, zu denen die boreale Transgression nicht herangereicht hat. Der von Donner untersuchte *Weiher Pahalampi* (D 2, 72, 5 m ü.d.M.) und das Moor *Kaihlansuo* (D 3, 66 m ü.d.M.) dagegen, in deren Ablagerungen die marinen Diatomeen fehlen, liegen oberhalb von der höchsten *Yoldiagrenze*.

Das Moor *Kalavansuo* (Abb. 1, Nr. 25) liegt im Dorf *Hirvelä* im Kirchspiel Sippola zwischen der Landstrasse nach *Utti* und der Abzweigung nach *Kaipiainen*. Seine Schwellenhöhe beträgt etwa 45 m ü.d.M. Die Schichtenfolge und die Zusammensetzung des Artenbestandes ist folgende (Abb. 34):

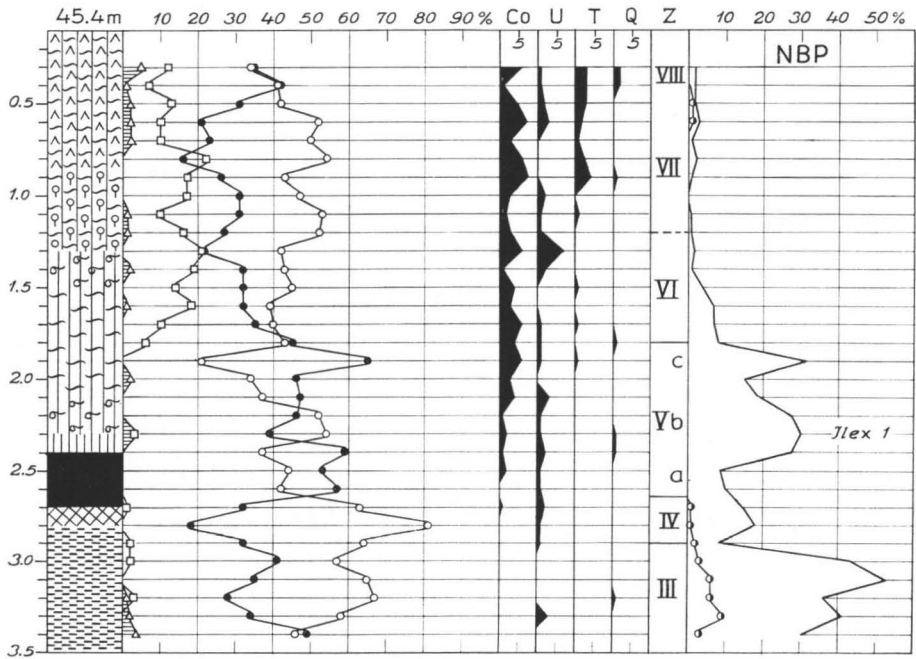


ABB. 34. Pollendiagramm aus dem Moore Kalavansuo (Abb. 1, Nr. 26).

- Zone VIII Nadelholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 8) (*Carex lasiocarpa* und *Menyanthes trifoliata*).
- Zone VII obere Partie Nadelholz-, untere Partie Laubholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 8).
- Zone VI obere Partie *Bryales-Carex*-Torf (H 6) (*Carex lasiocarpa*, *Lysimachia thyrsoiflora*, *Menyanthes trifoliata* und *Viola palustris*), untere Partie *Sphagnum-Carex*-Torf (H 6).
- Zone V obere Partie (Vc) wie Zone VI (*Carex pseudocyperus*, *C. vesicaria*, *Ranunculus* sp. und *Sparganium minimum*), mittlere Partie (Vb) *Bryales-Carex*-Torf (H 7) *Ilex* (Pollen), *Cicuta virosa*, *Comarum palustre*, *Lycopus europaeus*, *Pedicularis palustris*); untere Partie (Va) *Carex*-Torf und Transgressionsablagerung (*Caltha palustris*, *Carex Goodenowii*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *Sparganium minimum*, *Nymphaea candida* und *Potamogeton natans*).
- Zone IV oberste Partie Transgressionsablagerung (*Carex rostrata* und *Cicuta virosa*); mittlere Partie Grobdetritusgyttja (*Batrachium* sp., *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum alternifolium*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton obtusifolius*, und *Scirpus lacuster*); untere Partie schwach gyttjahaltiger Ton (*Myriophyllum spicatum*, *Najas flexilis* und *Potamogeton pusillus*).
- Zone III Ton.



ABB. 35. Ein Meeresbucht östlich von der Stadt Hamina.

Das Becken des Kalavansuo ist zu Beginn des Präboreals vom Yoldiameer abgeschnürt worden. Zur Zeit des Birkenmaximums lag der Wasserspiegel niedrig, und in dem Becken wurde damals *Grobdetritusgyttja* abgesetzt. Gegen Ende der Periode stieg das Wasser transgressiv wieder an und erreichte seinen höchsten Stand am Anfang des Boreals. Dieses Maximum war jedoch nicht sehr hoch, denn ausser einigen Wasserpflanzen sind in der transgressiven Schicht zuvörderst Reste von Uferpflanzen anzutreffen. Das Becken wuchs endgültig im Lauf des Boreals zu.

### Gebiet Vehkalahti

Die Uferlinie ist im Kirchspiel Vehkalahti zerrissen und hat viele schmale Buchten und Wasserengen, wie der an den Finnischen Meerbusen angrenzende Streifen in dem ganzen Untersuchungsgebiet überhaupt (Abb. 35). Von der Küste her steigt das Gelände sanft an und verbreitet sich 5—10 km landeinwärts zu weiten Lehmebenen an den Flüssen. Die vormals überfluteten und reingewaschenen Felsbänke erheben sich steil aus der Ebene. Obwohl diese Rapakivi-Felsen keinen Lockerboden haben, wachsen doch gelegentlich auf ihnen Kiefernbestände, die sogar die Stärke von Sägeholz erreichen. Noch weiter landeinwärts steigt das Gelände rascher an und erhebt sich im Nordwinkel des Gebiets, in der Gegend des Dorfes Turkia bis zu 100 m Höhe. Aus der nördlichen Hälfte des Gebiets sind ein paar Serien untersucht worden, die am Ufer kleiner Weiher erbohrt wurden.

Der Weiher *K a t a j a l a m p i* (Abb. 1, Nr. 27), der eine Höhe von 73.2 m ü.d.M. hat, liegt etwa 2 km südwestlich vom See *Haapajärvi* (Abb. 36).

Das Moor *P a h a l a m p i* (Abb. 1, D 2) liegt im Kirchspiel *Sippola*, gehört aber bezüglich seiner Entwicklung zu den hier in Frage stehenden Weihermooren. Dieses von *Donner* (1952, S. 9) untersuchte Moor hat eine Höhe von 72.5 m ü.d.M.

Der Weiher *K ä ä r m e l a m p i* (Abb. 1, Nr. 28), dessen Wasserspiegel in 59.5 m ü. d. M. liegt, ist im Kirchspiel *Vehkalahti* gelegen, etwa 1 km vom See *Valkjärvi* südwärts.

Die Weiherrandmoore haben auf dem Untergrund Sand, der dann in sandhaltige *Gyttja* und weiter in *Dy*-haltige *Gyttja* übergeht. Die Sandschicht gehört in allen Serien zur Endphase der jüngeren *Dryaszeit*. Die *NBP*-Menge ist gross. *Artemisia* und *Salix* treten als Charakterarten auf, aber *Hippophaë* fehlt oder ist selten.

Das Moor *M o r s i u s s u o* (Abb. 1, Nr. 29) liegt etwa 2 km vom See *Valkjärvi* südwärts. Dieses *Carex lasiocarpa*-Reisermoor hat eine Schwellenhöhe von 43 m ü. d. M. Die Stratigraphie und die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes ist in dem Moor folgende (Abb. 37):

Zone IX *Sphagnum-Carex*-Torf (H 5—6) (*Betula* sp.).

Zone VIII *Sphagnum-Carex*-Torf (H 8).

Zone VII Laubholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 8—9) (*Betula* sp. *Carex lasiocarpa*. *C. rostrata*).

Zone VI *Sphagnum-Carex*-Torf (H 9—10) (*Andromeda polifolia* und *Carex lasiocarpa*).

Zone V obere Partie Grobdetritusgyttja (*Betula pubescens*, *Carex lasiocarpa*, *C. vesicaria*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata* und *Nymphaea candida*); mittlere Partie Feindetritusgyttja (*Batrachium* sp., *Myriophyllum spicatum*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*, *P. obtusifolius*, *P. pusillus* und *Cristatella mucedo*);

untere Partie buntes Transgressionssediment (*Pinus silvestris*, *Carex lasiocarpa*, *Batrachium* sp. und *Potamogeton obtusifolius*).

Zone IV obere Partie Transgressionssediment (*Triglochin* sp.);

unterhalb davon Feindetritusgyttja (*Betula pubescens*, *Carex canescens*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton natans*, *P. obtusifolius* und *P. pusillus*);

hierunter eine Sandschicht mit 81 % Salzwasser- und Brackwasserdiatomeen (dominante Art *Nitzschia navicularis*);

unter der Sandschicht eine dünne Schicht Feindetritusgyttja mit Süßwasserdiatomeen (*Betula pubescens*, *Carex lasiocarpa*, *Comarum palustre*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton natans*, *P. praelongus* und *P. pusillus*).

Zone III obere Partie Tongyttja mit Sand (*Empetrum nigrum*, *Carex lasiocarpa*, *Comarum palustre*, *Batrachium* sp., *Myriophyllum alterniflorum*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*, *P. obtusifolius* und *P. pusillus*);

untere Partie Ton mit Sand in 260 cm Tiefe.

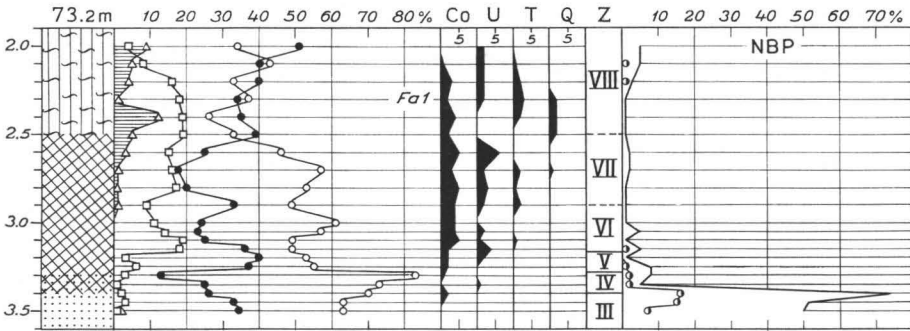


Abb. 36. Pollendiagramm aus dem Moore beim Weiher Katjalampi (Abb. 1, Nr. 27).

Im Pollendiagramm des Moors Morsiusuuo (Abb. 37) sind die Zone der Krautpflanzen, die präboreale Birkenzone und die boreale Kiefernzone zu unterscheiden. Die Periode der edlen Laubbölder ist durch Birke und Erle hervorgehoben. Der jüngsten waldgeschichtlichen Zone verleihen Fichte und Kiefer das Gepräge.

Die Tonschicht der Serie ist spätglazial. Der unterste Teil ist rötlichbraun, und darin wurden Diatomeen gefunden, die in die Litoralregion des Süßwassers gehören, hauptsächlich *Pinnularia*- und *Stauroneis*-Formen (Beil. IV). Auf dem braunen Ton liegt grauer Sand, worin die Diatomeen fast gänzlich fehlen. Dieser dürfte während einer plötzlichen Änderung des Wasserspiegels abgelagert worden sein. In dem über der Sandschicht liegenden Ton wurde nur *Grammatophora oceanica* in zwei Proben sowie in der einen noch *Melosira islandica* ssp. *helvetica* gefunden, also

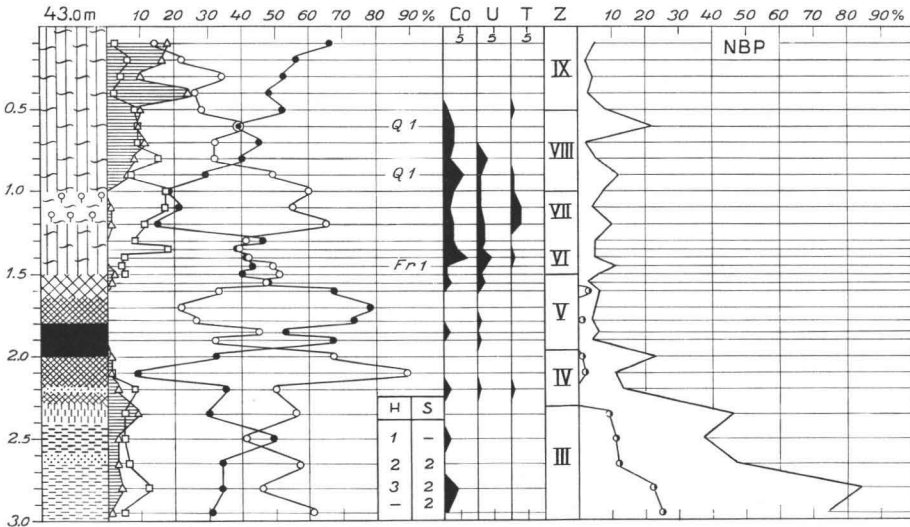


Abb. 37. Pollendiagramm aus dem Moore Morsiusuuo (Abb. 1, Nr. 29).

Formen, die in den Sedimenten des spätglazialen Yoldiameers in Süd-Finnland gewöhnlich sind (vgl. Hyypä 1937, S. 110). Im oberen Abschnitt der Tonschicht wird die Diatomeenflora der Süßwasser-Litoralregion reicher und erreicht ihr Maximum eingangs des Präboreals. Sofort danach drang Salzwasser in das Becken ein, so dass in 200 cm Tiefe, in einer sandigen Ablagerung, der Anteil der marinen Kieselalgen auf 81 % ansteigt. In der nächsten Probe aufwärts verschwinden die Salzwasserdiatomeen, und an ihre Stelle treten Formen grossen Süßwassers, deren Anteil sich auf 63 % beläuft. Diese Phase war kurz, denn in der nächsten Probe machen die Kleinwasserformen schon 88 % von den Diatomeen aus. Danach beginnt eine einheitlichere Transgressionsschicht, worin die Grosswasserformen vorherrschen. Die Menge dieser so wie auch der epiphytischen Litoralformen des Süß- und Brackwassers bleibt ungefähr gleich, bis das Becken gegen Ende des Boreals zuwuchs.

Die Stratigraphie des Moors Morsiusuo und die Zusammensetzung des Diatomeenbestandes der Wassersedimente zeigen rasche Schwankungen des Wasserspiegels am Ausgang des Spätglazials an. Die Schwelle des Beckens (43 m ü. d. M.) liegt aus der Sicht dieser Untersuchung in einer besonders interessanten Höhe. Der Wasserspiegel des Baltischen Eissees ist im Lauf der jüngeren Dryaszeit, als das Becken des Morsiusuo etwa an das Niveau des Yoldiameers heranreichte, rasch abgesunken. Das Wasser blieb in dem Becken jedoch bis zum Präboreal seicht, wonach kurz vor dem Birkenmaximum das Yoldiameer für kurze Zeit die Schwelle überflutete und viele Salzwasserdiatomeen in der sandigen Schicht zurückliess; die höchste Grenze des Yoldiameers wurde also in diesem Gebiet im Präboreal erreicht. Unmittelbar nach dieser Salzwasserphase wurde das Becken erneut abgeschnürt. Gegen Ende des Präboreals begann das Wasser im Baltikum anzusteigen und überflutete die Schwelle zweimal. Die frühboreale Transgressionsschicht enthält ziemlich viele Reste von Gefässpflanzen, woraus zu schliessen der Wasserspiegel die Schwelle nur um 1—2 m überstiegen haben dürfte. Am Ausgang des Boreals wuchs das Becken endgültig zu.

Das Moor Ruotsinsuo (Abb. 1, Nr. 30) liegt etwa 5 km von der Bahnhaltestelle Reitkalli westwärts, unweit von der Grenze zwischen den Kirchspielen Vehkalahti und Kymi. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 22 m ü. d. M. Es wurden zwei Probenserien genommen, die erste etwa in der Mitte des Moors. Diese Serie hat folgende Schichtenfolge und Zusammensetzung der Pflanzenarten:

- Zone VIII obere Partie Nadelholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (H 8—9), worin Fichtennadeln vorkommen, in der unteren Partie auch Reste von Laubbäumen (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Andromeda polifolia*, *Carex lasiocarpa*, *Lysimachia thysiflora*, *Menyanthes trifoliata* und *Ranunculus* sp.).
- Zone VII obere Partie Grobdetritusgyttja und darunter bunte Lagunengyttja, worin Gyttja- und Tonschichten abwechseln *Carex lasiocarpa*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton filiformes* und *Scirpus Tabernaemontanii*).

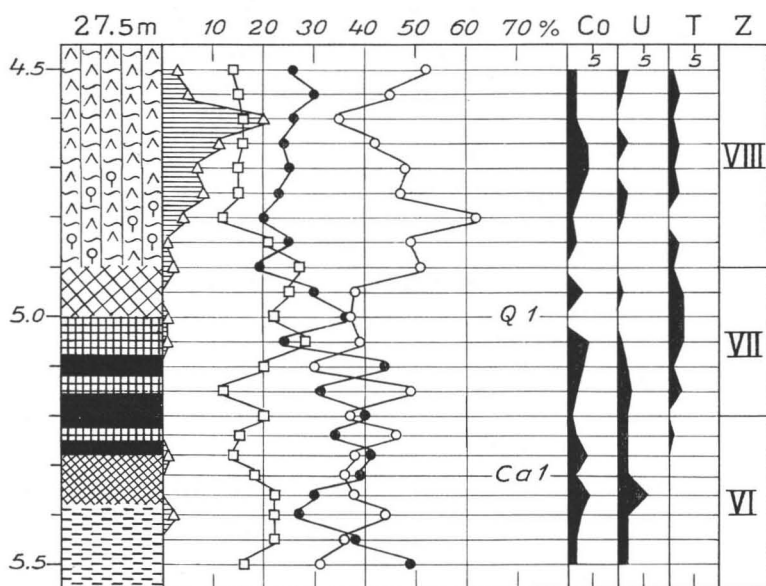


ABB. 38. Pollendiagramm aus der Mitte des Moores Ruotsinsuo (Abb. 1, Nr. 30).

Zone VI obere Partie wie Zone VII, darunter grobe Brackwassergyttja (*Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus*). Unterste Partie Ton.

Das Pollendiagramm, das etwa das Zentrum des Ruotsinsuo repräsentiert (Abb. 38), ist ziemlich regelmässig. Charakteristisch für das Gebiet ist das subboreale Vorkommen der Fichte, denn das Diagramm des von Hyypä (1937, Fig. 30, S. 104) untersuchten Moores Sikovuorensuo weist ein entsprechendes, über 20% ausmachendes Fichtenmaximum auf.

Im Tonsediment wurde *Ancylus*-Diatomeenflora angetroffen (*Melosira arenaria*) und in der darüber gelagerten Gyttja einige Brackwasserarten (*Nitzschia scalaris*) sowie *Potamogeton pectinatus*. Die Lagunengyttja weist drei Schichten auf, die reichlich tonige Bestandteile enthalten. Von diesen Schichten fällt die mittlere auf die Zonengrenze VI/VII, die unterste in die Zone VI und die oberste in die Zone VII. Das Becken wurde gegen Ende des Spätatlantikums in der Zone VII vom Litorinameer abgeschnürt.

Im westlichen Teil des Ruotsinsuo wurden starke Ablagerungen von Brackwassergyttja gefunden, in denen die von den Transgressinoen hinterlassenen tonhaltigen Schichten bei der Bohrung gut zutage traten. Die mit dem Kolbenbohrer genommene Probeserie zeigte folgende Schichtenfolge und Zusammensetzung der Arten (Abb. 39):



- Zone IX *Sphagnum-Carex*-Torf (H 7) (*Carex lasiocarpa* und *Menyanthes trifoliata*).
- Zone VIII obere Partie Laubholz-*Sphagnum-Carex*-Torf (6—7), worin reichlich Erlenholz enthalten ist (*Alnus glutinosa*, *Carex lasiocarpa* und *Menyanthes trifoliata*), in der unteren Partie der Torfschicht *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Lysimachia thyrsoiflora*.
- Zone VII obere Partie wie Zone VIII, darunter 5 cm Lagunengyttja (*Najas marina* und *Scirpus Tabernaemontanii*); darunter eine 15 cm starke tonhaltige Transgressionsschicht (*Najas marina*, *Ruppia spiralis* und *Potamogeton pectinatus*), darunter 28 cm cm Lagunengyttja (*Eupatorium cannabinum*, *Najas marina* und *Ruppia spiralis* reichl.).
- Zone VI in der oberen Partie eine 20 cm mächtige Transgressionsschicht mit ein wenig makroskopischen Pflanzenresten (*Eupatorium cannabinum* 1 Samen und *Najas marina* 3 Samen), darunter 18 cm Lagunengyttja (*Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Najas marina*, *Scirpus maritimus* und *Zannichellia palustris* v. *repens*);  
darunter eine 10 cm starke Transgressionsschicht (*Betula pubescens* 2 Samen);  
darunter zunächst 20 cm Grobdetritusgyttja (*Betula verrucosa*, *Carex diandra*, *C. rostrata*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea candida*, *Scirpus lacuster*, *Cristatella* und *Piscicola*); darunter Feindetritusgyttja (*Betula verrucosa*, *Pinus silvestris* und *Piscicola*); zuunterst Ton.

Das Pollendiagramm vom Westteil des Ruotsinsuo (Abb. 39) ist sehr klar ausgeprägt. Die Zonengrenze VI/VII liegt am unteren Ende des einheitlichen Vorkommens von *Tilia*. Die Zonengrenze VII/VIII liegt am unteren Ende des ziemlich einheitlichen *Picea*-Abschnitts. Bezeichnend für diese Zonengrenze ist das Minimum der edlen Laubhölzer, wo das Vorkommen von *Ulmus* aufhört. Die jüngste waldgeschichtliche Zone IX ist eine Zeit der Nadelhölzer, die mit dem starken Anstieg der Fichte bis zum postglazialen Maximum einsetzt. An dieser Grenze hört die für die vorherigen Perioden bezeichnende Häufigkeit der edlen Laubhölzer auf. Auch im *Alnus*-Abschnitt tritt eine beträchtliche Abnahme ausgesprochen an der Zonengrenze VIII/IX ein.

Der Ton in der unteren Partie der Serie wandelt sich aufwärts zunächst zu Fein- und dann Grobdetritusgyttja, offenbar im Gefolge der Ancyclusregression. Nachdem der niedrigste Stand erreicht war, stieg das Wasser in der Zone VI allmählich an und wurde zugleich schwach salzig. Gefäßpflanzen des Brackwassers sind in dieser transgressiven Schicht keine enthalten. In der nach der Transgression abgesetzten Lagunengyttja dagegen, in deren Diatomeenbestand *Campylodiscus clypeus* dominiert, kommen Brackwasserpflanzen vor. Das Becken stand mit dem Litorinameer in Verbindung bis zur nächsten Transgression, die ausgangs des Frühatlantikums einsetzte und ungefähr an der Zonengrenze VI/VII endete. Die dritte, schwächere Transgression fand im Spätatlantikum statt (Zone VII).

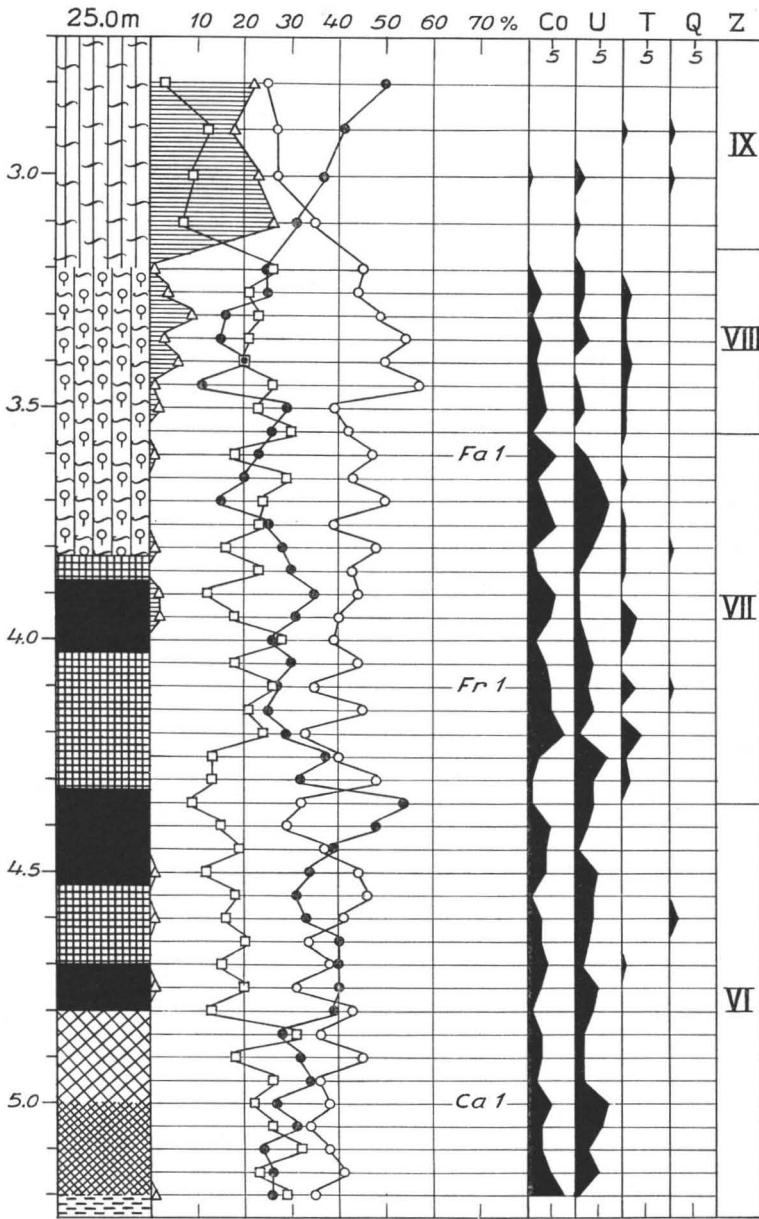


ABB. 39. Pollendiagramm aus dem westlichen Teil des Moores Ruotsinsuo (Abb. 1, Nr. 30).

Im Gebiet des Moors Ruotsinsuo sind also drei Transgressionen nachgewiesen worden, von denen die älteste in die Zone VI fällt, die mittlere ungefähr auf die Zonengrenze VI/VII und die jüngste in die Zone VII. Aufgrund der Stratigraphie und der paläobotanischen Beobachtungen ist die älteste Transgression am schwächsten gewesen und die mittlere am stärksten.

Die Schwankungen in der Höhe des Wasserspiegels sind wahrscheinlich im Lauf der Transgressions-Regressionen nicht sehr gross gewesen. Nach Hyypä (1937, S. 97) belief sich die Litorinatrangression in Vehkalahti nur auf etwa 2 m. Virkkala (1953) hat in Askola für das Ausmass der Regression 3—5 m erhalten. Es hat den Anschein, dass während der Transgression stets viel Ton abgesetzt wurde, während in der Regression keiner auftritt, obwohl die tatsächlichen Höhenunterschiede des Wasserspiegels ziemlich gering gewesen sind.

Hyypä (1937, S. 103—107) hat in diesem Gebiet zwei Moore untersucht, von denen das *T e e r i s u o* (Abb. 1, H 44,) etwa 1 km nordöstlich von der Bahnhaltestelle Reitkalli liegt. Das Moor hat eine Schwellenhöhe von 15 m ü.d.M. — Auf dem Untergrund liegt spätglazialer Ton, der von den Yoldia- und Ancylosedimenten sowie von der im Litorinameer abgelagerten Brackwassergyttja überdeckt ist. Aufgrund der von Hyypä angewandten bathymetrischen Diatomeenkurve erreichte das in das Becken eingedrungene Wasser, die Transgression des Litorinameers, sein Maximum ungefähr am unteren Ende des einheitlichen *Tilia*-Vorkommens, d.h. an der Zonengrenze VI/VII, und repräsentiert somit den höchsten Stand des Litorinameers in diesem Gebiet.

Das von Hyypä untersuchte *S i k o v u o r e n s u o* (Abb. 1, H 43) liegt etwa 3 km nordöstlich von der Bahnhaltestelle Reitkalli und hat eine Schwellenhöhe von 25 m ü.d.M. — Auf dem Mooruntergrund liegt Ancyloston und darüber Litorinasedimente. Aufgrund der bathymetrischen Kurve hat in dem Becken dreimal eine Transgression des Litorinameers stattgefunden. Die älteste Transgression ging vor sich, nachdem die Ancylostrangression ihren niedrigsten Stand erreicht hatte. Im Pollendiagramm (Hyypä 1937, Fig. 30) fällt dieses Niveau zwischen das Ancylosediment und den einheitlichen *Tilia*-Abschnitt, also in die Zone VI. Der Gipfel der nächsten Transgressionswelle fällt genau auf das untere Ende des *Tilia*-Abschnitts und entspricht aufgrund dessen der Zonengrenze VI/VII; dem vorigen Untersuchungsobjekt gemäss repräsentiert er somit die höchste Litorinagrenze in diesem Gebiet. Diese Transgressionen hat Hyypä mit L Ia und L Ib bezeichnet. Die Höhendifferenz zwischen diesen beiden Transgressionen beträgt ca. 1 m, also das Gleiche, was Salmi (1961) für den Unterschied zwischen L I und L II in Virolahti erhalten hat. Hyypäs Litorinaneaus liegen in 26—27 m Höhe in Reitkalli in Vehkalahti und entsprechend Salmis in 23.5—24.5 m Höhe im Moor Ruokolaminsuo in Virolahti.

Aufgrund der bathymetrischen Kurve des Sikovuorensuo muss noch ein dritter, schwacher Anstieg des Wasserspiegels stattgefunden haben, den Hyypä im Zusammenhang mit dem Sikovuorensuo nicht beachtet hat. Am deutlichsten tritt diese

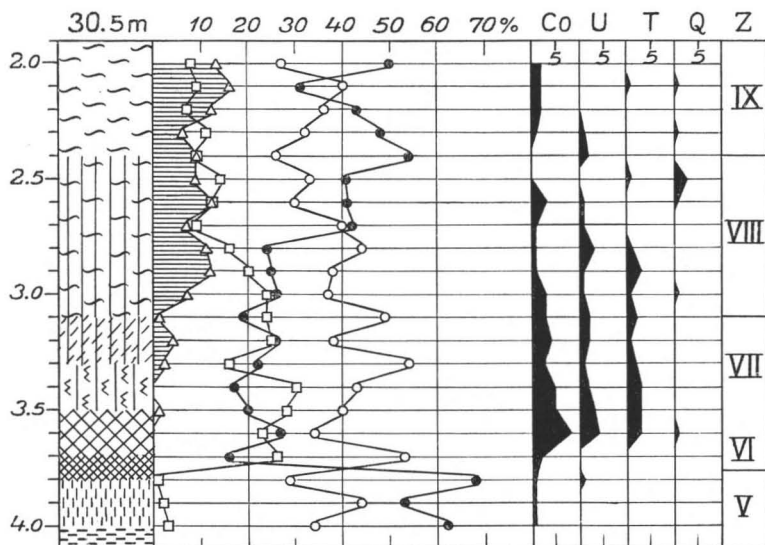


ABB. 40. Pollendiagramm aus dem Moore Ruokosuo, Vehkalahti (Abb. 1, Nr. 31).

dritte Transgression auf den niedrigsten Isobasen auf der Karelischen Landenge hervor, wo sich noch ein viertes Transgressionsniveau aus der Litorinazeit anschliesst (Hyypä 1937, Fig. 49, S. 165; Fig. 51, S. 170; Fig. 54, S. 176). Die dritte Transgression, die auf der Karelischen Landenge zum Vorschein kommt, fällt zeitlich ungefähr in die Zone VII. Die vierte Transgression ist subboreal und fällt in die Zone VIII.

Das Moor Ruokosuo (Abb. 1, Nr. 31) liegt im Kirchspiel Vehkalahti im Dorf Neuvottoma. Dieses Hochmoor hat eine Schwellenhöhe von 28 m ü.d.M. Die Schichtenfolge ist etwa in der Mitte des Moors folgende (Abb. 40):

- Zone IX bis zu 240 cm *Scheuchzeria-Sphagnum*-Torf (*Rhynchospora alba*).
- Zone VIII *Sphagnum-Carex*-Torf (H 6—8) (*Caltha palustris*, *Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. rostrata*, *Cicuta virosa*, *Comarum palustre*, *Lysimachia thyrsoiflora*, *Menyanthes trifoliata*, *Pedicularis palustris*).
- Zone VII oberste Partie Zwergstrauch-*Carex*-Torf (H 8); darunter *Phragmites-Carex*-Torf (*Lycopus europaeus*, *Peucedanum palustre*, *Ranunculus* sp., *Scirpus lacuster*, *Sparganium minimum*); untere Partie *Phragmites*-Torf und Grobdetritusgyttja (*Potamogeton obtusifolius* und *P. natans*).
- Zone IV obere Partie Grobdetritusgyttja, untere Partie Feindetritusgyttja (*Batrachium* sp. und *Potamogeton praelongus*).
- Zone V obere Partie Tongyttja (*Batrachium* sp., *Hippuris vulgaris*, *Montia fontana*, *Najas flexilis*, *Polygonum lapathifolium*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton natans* und *P. pusillus*); untere Partie grauer Ancyclus-Ton.

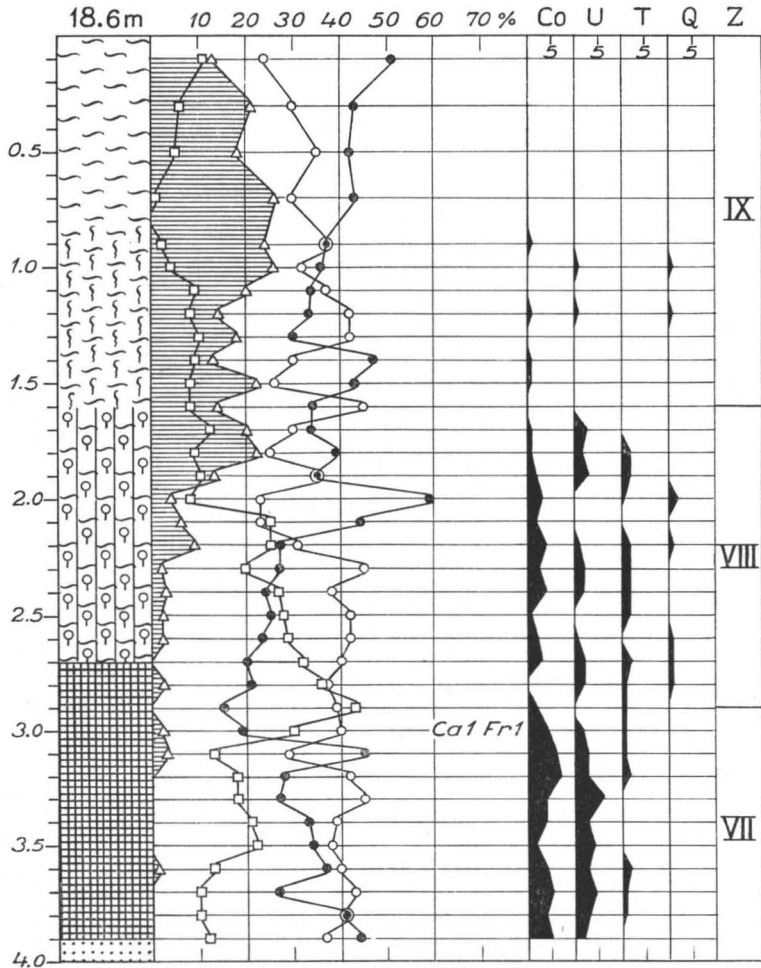


ABB. 41. Pollendiagramm aus dem Moore Lähimmäissuo (Abb. 1, Nr. 32).

Das Becken des Ruokosuo ist zur Zeit der Ancylusregression vom Baltikum abgeschnürt worden. Das Litorinameer hat die Schwellenhöhe nicht erreicht (28 m ü.d.M.), denn die über dem Ancyluston abgelagerte Tongyttja und Feindetritusgyttja enthält ausschliesslich Kieselalgen kleinen Süßwassers. Die Makrofossilien sind Arten eutropher Binnengewässer, unter denen die halinen Arten fehlen.

Das Moor L ä h i m m ä i s s u o (Abb. 1, Nr. 32) liegt im Kirchspiel Vehkalahti, im Dorf Neuvottoma, nördlich der Landstrasse von Hamina nach Karhula. Seine Schwellenhöhe beträgt 17 m ü.d.M.

Der obere Abschnitt des in der Mitte des Moors erbohrten Profils ist eine Ablagerung aus dem Subatlantikum (Abb. 41). Die Oberflächenpartie ist *Sphagnum*-



Die obere Partie der Ablagerung ist schwach humifizierter *Sphagnum*-Torf, die mittlere Partie *Sphagnum-Carex*-Torf (H 6), wo *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *B. verrucosa*, *Carex rostrata*, *Comarum palustre*, *Lysimachia thyrsoflora* und *Ranunculus* sp. vorkommen. Die untere Partie der Serie besteht aus Lagunengyttja, deren oberer Teil olivenbraun ist und der untere Teil grau, mit reichen *Najas marina*-Resten.

Das Muurainsuo ist zu Beginn des Subatlantikums entstanden, als die Meeresbucht zuwuchs und vermoorte. Nach dem Zuwachsen wurde das Becken einem *Carex*-Weissmoor und später zu *Sphagnum*-Moor, in welchem heutzutage Torfstreu gestochen wird. An der Probenahmestelle hat die Torfschicht eine Mächtigkeit von 1.9 m. Das stärkste Torflager, das im Muurainsuo gemessen worden ist, war 2.4 m.

Zusammenfassend lässt sich von den Untersuchungen im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets, im Bereich der Kirchspiele Sippola und Vehkalahti sagen, dass die Entwicklung dort weitgehend ähnlich abgelaufen ist wie im östlichen Teil des Gebiets. Wegen des Unterschieds in der Landhebung sind die Höhenwerte, die entsprechende Vorgänge repräsentieren, im westlichen Teil des Gebiets grösser. So ist z.B. das Ausmass der borealen Transgression im Moor Haapahaikulansuo im Kirchspiel Sippola 50 m ü.d.M., im Moor Hangassuo 47 m und im Kalavansuo 45 m. Die Höhe der Litorinatrangression betrug etwa 28 m ü.d.M.

Die stratigraphisch-paläobotanischen Forschungen in dem Untersuchungsgebiet haben ergeben, dass in der frühen Postglazialzeit Moorbecken auf dreierlei Weise entstanden sind, nämlich 1) nachdem im Boden vergrabene Eisblöcke abgeschmolzen waren, wodurch sog. Osgruben zustande kamen, 2) in früher entstandene, aber bis dahin trocken gelegene Becken stieg um die Wende zwischen Spät- und Postglazial das Grundwasser und 3) manche Becken wurden infolge raschen Absinkens des Wasserspiegels vom Baltikum abgeschnürt. In diesen Fällen besteht die unterste Partie der Moorsedimente entweder aus Sand oder aus Bänderton, auf dem dann eine mehr oder weniger mit organischen Stoffen vermischte Sedimente abgesetzt wurde, gewöhnlich Gyttja. Die Mächtigkeit der spätglazialen Gyttjaschichten ist in erster Linie von der Tiefe der entstandenen Becken abhängig.

Die eigentliche Torfbildung setzte am Anfang des Präboreals ein. Die zweite Vermoorungsperiode liegt eingangs des Atlantikums und die dritte am Beginn des Subboreals.

## UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### Ostseestadien im Untersuchungsgebiet

#### Der Baltische Eisse und das Yoldiameer

Sauramo (1937) hat die spätglaziale Strandverschiebung in Häme, in Hauho-lannummi des Kirchspiels Loppi untersucht. Dort gibt es zwei Deltaserien, die eine Höhendifferenz von 27—28 m aufweisen. Nach Sauramo ist der Wasserspiegel sehr

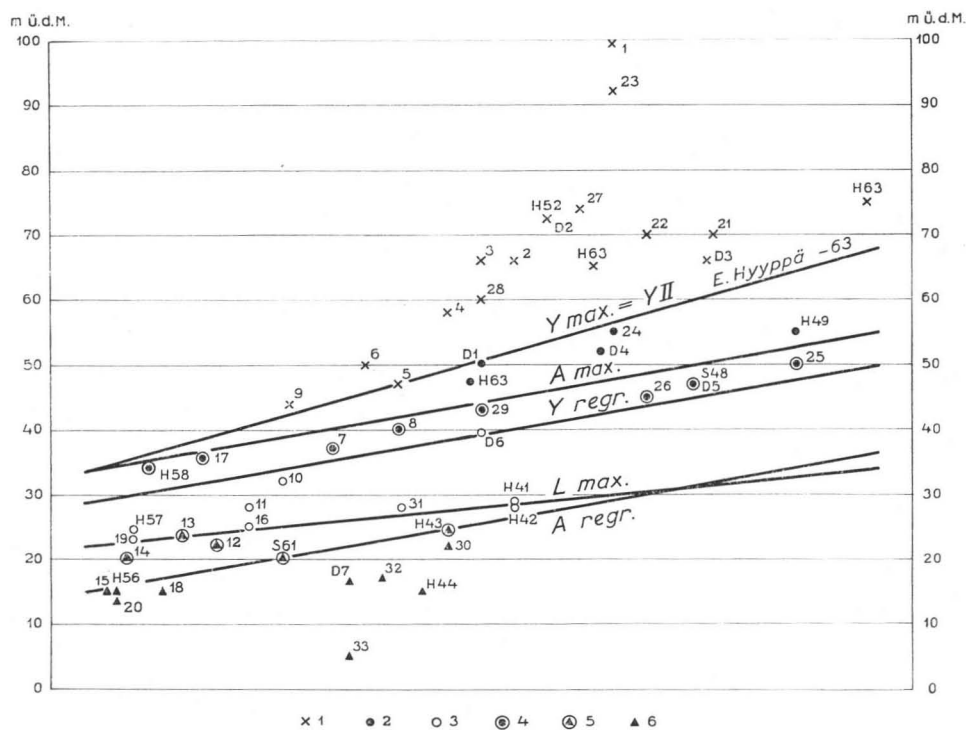


Abb. 43. Relationsdiagramm der postglazialen Strandflächen im Untersuchungsgebiet. Die Nummerierung der Beobachtungsstellen wie in der Übersichtskarte (Abb. 1). Die Bezeichnungen geben die Höhenlage des Isolierungsniveaus der untersuchten Moorbecken an. 1. Oberhalb von dem höchsten Stand des Yoldiameeres liegende Moorbecken. 2. Von dem Yoldiameer abgeschnürte Moorbecken. 3. Von dem Ancylussee abgeschnürte Moorbecken. 4. Von dem Yoldiameer abgeschnürte und von dem Ancylussee überspülte und wieder abgeschnürte Moorbecken. 5. Von dem Ancylussee abgeschnürte und von dem Litorinameer überspülte und wieder abgeschnürte Moorbecken. 6. Von dem Litorinameer abgeschnürte Moorbecken.

rasch von dem höheren Niveau auf das tiefere gefallen. Das Absinken des Wasserstands kam daher, dass Mittelschweden vom Inlandeis befreit wurde, und der Baltische Eisse den Billing-Sund durchbrechen und auf den Wasserstand des Weltmeers abfließen konnte. Der vom Eis abgedämmte See wurde zum spätglazialen Yoldiameer. Seinen Namen hat das Yoldiameer nach der von Otto Torell (1887) in der Umgebung von Stockholm gefundenen Salzwassermuschel *Yoldia arctica* erhalten.

Munthe (1940) hat quartärgeologische Untersuchungen in Mittelschweden gemacht und festgestellt, dass der Baltische Eisse beim letzten Durchbruch um 27 m fiel, was genau dem entsprechenden von Sauramo erhaltenen Wert für den Abflussvorgang in Finnland entspricht.



Nach Hyyppäs (1963) Relationsdiagramm betrug die Höhe des letzten Baltischen Eissees (B II) in Utti etwas über 90 m, und nach den von Sauramo (1958, S. 58) veröffentlichten Höhenzahlen ist dieser Wert 93—94 m ü. d. M. In Taavetti, im Nordostteil des Untersuchungsgebiets, liegt das entsprechende Ufer 10 m tiefer, nämlich 83—84 m ü. d. M. Durch das Abfließen des Baltischen Eissees wurde in Utti Land von 93 m Höhe auf 66 m Höhe frei, und entsprechend in Taavetti von 83 m auf 56 m. In der nördlichen Partie des Untersuchungsgebiets trat plötzlich viel fester Boden zutage, und zugleich wurden Becken in einem Uferstreifen abgeschnürt, wo die Höhendifferenz zwischen oberster und unterster Grenze 27 m beträgt. Die Entwicklung der Moore hat in diesem Streifen ungefähr gleichzeitig eingesetzt. Sie enthalten lakustrische Seichtwassersedimente, die im Endstadium des Spätglazials abgesetzt worden sind, und die ziemlich reichlich organogene Stoffe enthalten. Im Relationsdiagramm (Abb. 43) liegen diese Moore oberhalb von dem Niveau, das den höchsten Stand des Yoldiameers anzeigt.

Dass der Wasserspiegel im Baltischen Eissee auf den Stand des Yoldiameers in der Gegend westlich von Lahti abgesunken ist, geht auch aus den Untersuchungen von Donner (1951, Fig. 5, S. 16), Veikko Okko (1957, Fig. 18, 20 und 23) sowie Marjatta Okko (1962, Fig. 51—53) hervor. Die oberhalb von der höchsten Yoldiagrenze gelegenen Moore haben auch dort gegen Ende des Spätglazials mit ihrer Entwicklung begonnen. Die Bodenarten dieser Zeit sind bevorzugt minerogene Sedimente, aber auch organogene Ablagerungen, verschiedenerlei Gytija sowie *Carex*- und *Equisetum*-Torf sind in den Formationen dieser Periode enthalten.

Die Schichtenserien aus den Mooren Leuksuo, Haapahaikulansuo und Hangasuo zeigen, dass der Baltische Eissee in der Spätglazialzeit durchgebrochen und auf den Stand des Yoldiameers abgeflossen ist, wie Sauramo (1937, S. 11) festgestellt hat. In den oben genannten Becken wurden gegen Ende des Spätglazials marine Sedimente abgesetzt.

In Hyyppäs (1963, S. 47) Chronologie der Spätquartärzeit ist das Abfließen des Baltischen Eissees 8213 v. Chr. geschehen. E. Nilsson hat (1960 und 1964) diesen Zeitpunkt auch in Schweden bestimmt. T. Nilsson (1964) betrachtet den Kontakt zwischen dem Baltischen Eissee und dem Yoldiameer als die Grenze zwischen Spät- und Postglazial und hat diesen Kontakt mit Hilfe von  $C^{14}$ -Bestimmungen auf etwa 8300 v. Chr. datiert. Bei dieser Bestimmung sind auch drei in Finnland vorgenommene Datierungen berücksichtigt, nämlich von präborealer Gytija in Vävarsbacka ( $7940 \pm 350$  v. Chr.), ferner eine Bestimmung an präborealem Kiefernholz aus Pölläkkälä ( $8195 \pm 300$  v. Chr.), die von Hyyppä, Hoffren und Isola (1962) durchgeführt worden ist, sowie noch die von Salmi (1962) an präborealem *Equisetum*-Torf vom Moor Lapaneva vermeldete Bestimmung ( $8195 \pm 320$  v. Chr.).

In Finnland wird der Kontakt von Spät- und Postglazial, der auf die Zonengrenze III/IV fällt, genau auf 8000 v. Chr. (Sauramo 1958) oder etwas jünger datiert (7800 v. Chr., Donner 1964). Der Anfang des Yoldiameers ist somit ca. 200—300 Jahre älter als der spät-postglaziale Kontakt.

Nach Hyypä (1963, S. 45) und E. Nilsson (1960) schneidet die präboreale Strandfläche Y II die des älteren Yoldiameers Y I zwischen den 30—40 m — Isobasen für L I. Das präboreale Yoldia ist somit das höchste postglaziale Ufer des Untersuchungsgebiets. Aus den Diatomeenanalysen von der Schichtenserie des Moores Morsiusuo lässt sich schliessen (vgl. Beil. IV), dass es sich tatsächlich so verhält.

Zur Zeit des präborealen Birkenmaximums sank der Wasserspiegel beträchtlich ab. Becken wurden vom Yoldiameer in Höhen abgeschnürt, die im Südostteil des Gebiets etwa 35 m und im Nordwestteil etwa 50 ü. d. M. sind. Die Schwellenhöhen dieser Becken sind auf den Uferstreifen beschränkt, wo die Höhendifferenz zwischen der oberen und der unteren Grenze ca. 5 m ausmacht (vgl. Abb. 43).

Die präboreale Regression des Yoldiameers hat sich gleichzeitig und im gleichen Ausmass im ganzen Untersuchungsgebiet geltend gemacht. Eine Voraussetzung hierfür war rasches Fallen des Wasserspiegels. Nach E. Nilsson (1953) wäre das Ufer in dieser Zeit sogar so nieder gewesen, dass Gotland und Öland Landverbindung mit dem europäischen Kontinent gehabt hätten.

### Der Ancylussee

Nach der präborealen Regression schnürte sich das Baltikum vom Weltmeer als ein Binnensee ab, der nach einer Süsswasserschnecke (*Ancylus fluviatilis*) den Namen Ancylussee erhielt (Munthe 1902). Infolge der Landhebung wurde der Mittelschwedische Sund zu einer Schwelle, von welcher der See abgedämmt wurde. Der erste Abfluss des Sees war der Sveafluss, der durch die seichteste Stelle des Sunds von Närke bei Degerfors strömte. Später lief der Abfluss weiter südlich (Munthe 1940).

Nach der Abschnürung begann das Wasser im Ancylussee zu steigen. Diese Transgression, die schon im Praeboreal einsetzte, zerfällt in zwei Phasen. Sauramo (1949) nannte den ersten Abschnitt der Transgression die Rha-Transgression, nach der Salzwasser anzeigenden Kieselalge *Rhabdonema arcuatum*. Das Vorbild für diese Bezeichnung war das von Thomasson (1935) vom Yoldiameer unterschiedene Rhabdonemameer. Die spätere Phase der Transgression war eine Ancylustransgression. Donner hat in Bezug auf das Moor Hangassuo im Kirchspiel Sippola die Bezeichnung Rha-Transgression angewandt. Später hat Sauramo den Namen abgeändert (1955, S. 339), und zwar wiederum nach Thomasson (1927) in Echineis-Transgression, aufgrund der Kieselalge *Campylodiscus echeneis*. Hyypä (1937) hat den Vorgang Ancylustransgression genannt und desgleichen auch Salmi (1948).

Die untere Partie des in dem Untersuchungsgebiet vorkommenden borealen Transgressions-sediments enthält keine Salz- oder Brackwasserdiatomeen. Dagegen gibt es Arten, die zu den Süss- und Brackwasserformen zählen, in reicher Menge, aber charakteristisch für die ganze boreale Transgression sind doch die Diatomeen grossen Süsswassers oder Ancylusformen. In den unteren Niveaus, wo das Yoldiameer zum Ancylussee wird, zeigen die Diatomeen einen schwächeren Salzgehalt an

als die eigentliche Yoldia-Flora. Diese Phase des Baltikums hat Donner (1964, S. 25) nach Sauramos Terminologie als Echineismeer bezeichnet.

Die boreale Transgression verlief in dem Untersuchungsgebiet in zwei Phasen. Zur Unterscheidung voneinander kann man die erste als Echineis-Transgression bezeichnen und die zweite, d. h. die jüngere, als Ancyclus-Transgression.

Die boreale Transgression macht sich in dem Untersuchungsgebiet nur in denjenigen Becken geltend, die während der präborealen Regression vom Yoldiameer abgeschnürt worden waren. Die Transgression ist also ungefähr ebenso gross oder etwas grösser gewesen als die vorausgegangene Regression. Salmi (1948) hat für das Ausmass der Transgression mindestens 5 m erhalten. Dieser Wert entspricht gut der aufgrund des Relationsdiagramms (Abb. 43) berechenbaren Höhendifferenz zwischen der Yoldia-Regression und dem Ancyclus-Maximum.

Die Echineis-Transgression ging in einer leichten Regression aus. Im Moor Haapahaikulansuo (Nr. 25) tritt dies als Abschürung des Beckens vom Baltikum hervor. Die auf die Regression folgende neue Transgression, die Ancyclus-Transgression, war von relativ kurzer Dauer, denn die Becken wurden im allgemeinen schon in der ersten Hälfte des Boreals abgeschnürt.

Nach Sauramo (1949) liegt zwischen der Rha- und der Ancyclus-Transgression eine marine Regression. Diese Phase hat sich aufgrund der Schichtenserien in dem Untersuchungsgebiet nicht deutlich nachweisen lassen. Im Profil des Moors Ristikorpi (Nr. 17) sind in dem Sediment dieser Phase freilich Anzeichen schwachen Salzgehalts angetroffen worden. Auch in den Serien von den Mooren Leuksuo (Nr. 7) und Hangassuo (S 48, D 5) treten in der Gegend der maximalen Ancyclus-Transgression oder unmittelbar danach einige Salzwasser-Diatomeen auf. Aufgrund von diesen kann man aber doch nicht mit Gewissheit sagen, ob die Ancyclus-Transgression nur auf das Bereich des Baltikums beschränkt war, oder ob sie vielleicht mit den eustatischen Schwankungen des Wasserspiegels im Weltmeer zusammenhing (vgl. Auer 1959, Fig. 19, S. 44, Fairbridge 1961, Fig. 15, S. 158).

Unten werden nun die Moore aufgeführt, deren Becken zuerst vom Yoldiameer abgeschnürt wurden, danach im Lauf der borealen Transgression erneut mit dem Baltikum in Kontakt kamen, um dann in der Ancycluszeit endgültig von der Ostsee freigegeben zu werden:

Suursuo (H 58) . . . . .	Virolahti	35.0 m ü.d.M.
Ristikorpi (Nr. 17) . . . . .	»	35.5 m »
Leuksuo (Nr. 7) . . . . .	Miehikkälä	37.0 m »
Holmansuo (Nr. 8) . . . . .	»	40.0 m »
Morsiussuo (Nr. 29) . . . . .	Vehkalahti	43.0 m »
Kalavansuo (Nr. 26) . . . . .	Sippola	45.0 m »
Hangassuo (S 48, D 5) . . . . .	»	47.0 m »
Haapahaikulansuo (Nr. 25) . . . . .	»	50.0 m »

Nach dem Ausgang der borealen Transgression begann der Wasserspiegel im Baltikum zu fallen. An der Zonengrenze V/VI, d.h. um die Wende zwischen Boreal und Atlantikum, kann die Ancycluszeit als abgeschlossen gelten. Diese Phase ist in Südfinnland durch einen Anstieg der *Alnus*-Kurve und zugleich deutlichen Rückgang der *Pinus*-Kurve charakterisiert (vgl. Donner 1963, Fig. 12, S. 38). In dem Untersuchungsgebiet ging die Regression auch später noch weiter und endete an der Clypeus-Grenze, wo die in die Gegenwart hinüberreichende letzte Phase des Baltikums, das Litorinameer, einsetzt.

### Das Litorinameer

Nach der Ancyclusregression überwand die eustatischen Anstiege des Weltmeers erneut die isostatische Landhebung. Infolge der Transgression des Weltmeers strömte das Salzwasser durch den südlichen Öresund und die dänischen Meerengen in das Becken des Baltikums. Nach den Litorinaschnecken wurde diese neue Phase des Baltikums das Litorinameer genannt (De Geer 1882).

Munthe (1940) hat das Litorinameer in ein schwach salzhaltiges Anfangsstadium, das Mastogloia-Clypeus-Meer eingeteilt, weiter in das Litorinameer, für das eigentliche Salzwasserdiatomeen kennzeichnend sind, sowie schliesslich noch in das Limnaeameer, das einen geringeren Salzgehalt hatte als das vorhergehende Stadium.

Man rechnet den Beginn des Litorinameers von da an, wo das Sediment des salzigen Litorinameers mit dem darunter liegenden Sediment in Kontakt steht. Diese Grenze hat Ramsay (1926) Clypeus-Grenze genannt, nach der Kieselalge *Campylodiscus clypeus*. Sie zeigt also den Beginn des Litorinameers an. Das höchste Ufer des Litorinameers heisst Litorinagrenze. Die Litorinagrenze ist nicht im gesamten Bereich der Ostsee synchron. Weiter nördlich ist die Landhebung so rasch vor sich gegangen, dass sie den eustatischen Anstieg des Wasserspiegels überholt hat. So entspricht z.B. in der Landschaft Satakunta nach L. Aarnio (1932) und Virkkala (1959) die Litorinagrenze sowohl der Clypeus-Grenze wie dem höchsten Litorinaufer. Dies geht auch aus Donners (1964, Fig. 12, S. 38) Strandverschiebungskurve hervor.

In dem Untersuchungsgebiet sind die Clypeus-Grenze und die Litorinagrenze keine synchronen Erscheinungen. Die Clypeusgrenze, die älter ist als die Litorinaufer, und deren Gradient grösser ist als die Gradienten der letzteren, liegt in dem Untersuchungsgebiet unverkennbar tiefer als die Litorinagrenze (vgl. Hyypä 1937, App. II).

Die erste Transgression nach dem Ancyclussee in dem Untersuchungsgebiet ist in den Schichtenserien vom Ruokolamminsuu (Salmi 1961) sowie vom Moor Ruotsinsuo im Kirchspiel Vehkalahti (Nr. 30) angetroffen worden. Ihrem Alter nach gehört sie ins Frühatlantikum, und im Pollendiagramm fällt sie in die Zone VI. Im Moor Ruotsinsuo ist dieser Transgression eine lakustrisch-telmatische Seichtwasserphase vorausgegangen. Sundelin (1924) hat in Südschweden ebenfalls telmatische Ablage-

rungen zwischen der Litorinagyttja und dem Ancyloston gefunden. Brander (1935) hat in Sörmland in Schweden Schichtenfolgen vom Bälensee untersucht. In diesen ist die Ancylos-Regression durch Süswassergyttja und eine Tonschicht repräsentiert. Darüber liegt eine schwach salzhaltige, von *Mastogloia*-Flora charakterisierte Schicht, die durch Vermittlung einer *Campylodiscus clypeus*-Flora enthaltenden Lagunengyttjaschicht in die stärker salzhaltige Transgressionsphase, das eigentliche Litorinameer übergeht. Auf diese erste Litorinatransgression folgt eine Regressionsphase, worin sowie Süß- wie Brackwasserdiatomeen durcheinander vorkommen. Das Litorinameer stand damals nur schwach mit dem Weltmeer in Verbindung. Hierauf folgt in der von Brander untersuchten Serie erneut eine Transgression, die zweite Litorinatransgression, worin der Salzgehalt aus der Diatomeenflora zu schliessen höher gewesen sein muss. Hierauf wurde das Becken, das eine Schwellenhöhe von 37 m ü.d.M. hat, vom Litorinameer abgeschnürt. Die von Brander untersuchte Schichtenfolge entspricht gut der Entwicklung des Moors Ruotsinsuo, wo die erste Litorinatransgression gegen Ende des Frühatlantikums einsetzt und ungefähr bis zur Zonengrenze VI/VII weitergeht. Die nächste oder zweite Litorinatransgression fällt im Moor Ruotsinsuo in die Zone VII und gehört somit zum Spätatlantikum.

In dem Untersuchungsgebiet sind geringere Anstiege und Senkungen des Litorinameers im Subboreal angetroffen worden, und einer davon fällt in den Anfang der Periode sowie zwei in den Ausgang derselben. Beobachtungen über die Postlitorinazeit oder die Phasen des Limnaeameers sind spärlich gemacht worden, und es kann auf dieselben in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden.

Nach den Untersuchungen von Hyypä (1937) sind auf der Karelischen Landenge vier Transgressionen des Litorinameers nachzuweisen. Im Westteil des Untersuchungsgebiets hat Hyypä zwei Litorinatransgressionen gefunden, deren Höhendifferenz die gleiche ist wie in der von Salmi (1961) untersuchten Schichtenserie vom Moor Ruokolaminsuo, nämlich 1 m. Virkkala (1953) hat in der Gegend von Askola Beobachtungen über den Stand des Litorinameers gemacht. In Askola haben zwei Transgressionen stattgefunden, von denen die ältere in die Zone VI fällt und die jüngere auf das untere Ende des *Tilia*-Feldes, also auf die Zonengrenze VI/VII (Virkkala 1953, Fig. 7, S. 66). Diese war die eigentliche Litorinatransgression und entspricht der höchsten Litorinagrenze L I; sie hat eine Höhe von 31—31.5 m ü.d.M. Die Transgression hatte nach Virkkala ein Ausmass von mindestens 3 m, jedoch nicht mehr als 5 m. Sauramo (1958, S. 156) hat in Askola entsprechende Untersuchungen durchgeführt und ist bezüglich der Transgression zu den gleichen Ergebnissen gekommen. Nach Sauramo soll die in Zone VI fallende Transgression jedoch zum Mastogloiaemeer gehören. Die Transgression an der Zonengrenze VI/VII entspricht der Litorinagrenze L I. Die dritte von Sauramo (1958, Abb. 46, S. 156) wahrgenommene Transgression gehört in die Zone VII. Diese Transgressionen entsprechen also genau den im Moor Ruotsinsuo beobachteten drei atlantischen Transgressionen, obschon die eigentliche Mastogloia-Phase in dem Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden konnte.

## Die Geschichte der Wälder

### Jüngere Dryaszeit

Kennzeichnend für den Ausgang des Spätglazials oder die jüngere Dryaszeit sind die minerogenen Bodenarten, die im allgemeinen einen geringen Humusgehalt besitzen. Diese Bodenarten enthalten reichliche Mengen von NBP. Insbesondere *Artemisia*, *Hippophaë* und *Salix* stehen im Vordergrund. Besonders bemerkenswert sind die Menge von *Ericales*-Pollen und die makroskopischen Reste von *Empetrum nigrum*. Auch *Ephedra distachya* (vgl. Tynni 1959) und *Dryas octopetala* (vgl. Lindberg 1910) zählen zu den Pflanzenarten dieser Zeit. Die spätglaziale Flora zeigt zunächst einmal, dass es wenig Wälder gab, und zweitens, dass steppenartige Tundravegetation herrschte. Makroskopische Reste von baumartigen Birken sind in den Moorablagerungen des Untersuchungsgebiets mit Sicherheit keine gefunden worden, aber die Kiefernadeln weisen darauf hin, dass dieser Baum entweder vereinzelt oder in kleinen Gruppen gegen Ende der jüngeren Dryaszeit gewachsen ist. Kiefernpollen ist in den Sedimenten dieser Periode stets mehr enthalten als in der nächsten waldgeschichtlichen Zeit.

Die minerogenen Stoffe in den Sedimenten der jüngeren Dryaszeit ist ein Zeichen dafür, dass die Pflanzendecke nicht einheitlich war, sondern dass sie mindestens an den Hängen des Salpausselkä und des Miehikkälä-Oses deutlich das Gepräge einer lückenhaften Pioniervegetation trug. Im Frühjahr brachte das Schmelzwasser aus den kahlen Gebieten in die Becken viel mineralisches Material, das je nach der Grösse des Beckens gelegentlich als schwach geschichtetes Sediment abgesetzt wurde. Die Zufuhr von Mineralstoffen hörte zu Beginn des Postglazials auf, wonach die Wälder sich weiter ausbreiteten, und die Pflanzendecke sich schloss. Die Torfbildung band wahrscheinlich die Mineralböden, und die rings um die Becken entstandenen Moore versperrten dem mineralischen Material den Zugang.

### Präboreal

Der Beginn der Präborealzeit ist in den Pollendiagrammen des Untersuchungsgebiets im allgemeinen gut zu erkennen. Der Übergang der mineralhaltigen Bodenarten in organogene Schichten, die beträchtliche Abnahme von NBP sowie der starke Anstieg der Baumpollen, besonders von Birke, ferner auch die reiche Fülle makroskopischer Birkenreste charakterisieren die Wende vom Spät- zum Postglazial, d.h. die Zonengrenze III/IV. Diese radikale Wandlung bedeutet, dass die bisher baumlosen Gebiete rasch bewaldet wurden, so dass die Vegetation ihr früheres Steppen-Tundragepräge einbüsste. Eingangs dieser Periode konnten die Arten der jüngeren Dryaszeit sich freilich noch eine zeitlang behaupten, sie verschwanden aber dann im allgemeinen etwa um die Gegend des Birkenmaximums.

Die Häufigkeit und die grosse Menge der makroskopischen Pflanzenreste spricht dafür, dass die Wälder zumindest etwa in der Mitte des Präboreals, im Birkenmaximum, völlig geschlossen waren. Gegen Ende der Periode waren viele anspruchsvolle Pflanzenarten sowie die wärmebedürftigen Laubbäume, *Corylus* und *Ulmus*, bereits eingewandert, und viele von den Pflanzenarten der Wärmezeit waren bereits im Präboreal weit verbreitet (vgl. V. Valovirta 1962 und Salmi 1963). Gegen Ende des Präboreals weitete auch die Kiefer allmählich ihren Standraum aus und errang eine beachtliche Position neben der Birke.

Die rasche Ausbreitung der Wälder am Eingang des Präboreals soll durch zwei klimatische Faktoren verursacht worden sein. Zu Beginn des Postglazials wurde das Klima wärmer und feuchter. Der Temperaturanstieg ist nach Iversen (1954) so rasch vor sich gegangen, dass die Vegetation nicht die genügende Zeit zur Anpassung hatte. Damit hängt es zusammen, dass spätglaziale Pflanzenarten am Anfang des Präboreals auftraten. Manche Forscher haben deswegen das Präboreal in zwei Phasen eingeteilt. In die ältere und zugleich scheinbar kältere Anfangsperiode gehören die Reste des Pflanzenbestandes aus der jüngeren Dryaszeit, in die Endperiode wiederum die für die postglaziale Wärmezeit kennzeichnenden Pflanzenarten. Unter Bezug auf Iversens vorn erwähnte Untersuchung erachtet es jedoch Averdieck (1957, S. 51) für unnötig, das Präboreal in Unterzonen einzuteilen.

Die Zunahme der Feuchtigkeit eingangs der Präborealzeit zeigt sich darin, dass das Grundwasser in den Becken anstieg und dann Gytija abgelagert wurde. Dergleichen ist auch für die Vermoorung ausgesprochen eine vermehrte Feuchtigkeit Voraussetzung gewesen. Sofern die wichtigste Vorbedingung für die Ausbreitung der Wälder ausschliesslich der Temperaturanstieg gewesen wäre, hätte höchstwahrscheinlich zuerst die Kiefer den Platz der vorherrschenden Baumart erobert, so wie es nach Jessen (1949, S. 225) am südlichen Rand des vereisten Gebiets der Fall war.

Zwischen Birke und Kiefer bestehen gewisse morphologische Unterschiede, infolgenderen auch die Anforderungen an den Standort verschieden sind. Die Birke hat im allgemeinen ein kleineres Wurzelwerk als z.B. die Fichte und die Kiefer. Bei der Birke dringt die Hauptwurzel nicht tief in den Boden ein wie bei der Kiefer, sondern verzweigt sich wenig, und die Wurzeln bleiben nahe an der Oberfläche (Cajander 1916, S. 371). Die Birkenbestände stehen daher hauptsächlich auf frischen Waldböden. Auf trockenen Böden gedeiht sie nur in Lappland. Die zunehmende Feuchtigkeit und der damit verbundene Anstieg des Grundwassers um die Wende von Spät- und Postglazial sind bedeutsame Voraussetzungen für die Ausbreitung der Birkenwälder in Südfinnland gewesen.

Die Birke produziert oft und ganz besonders grosse Mengen Samen, die vom Wind weithin verweht werden. Von den Samen entwickelt sich natürlich nur ein Bruchteil zu neuen Individuen. Viele bleiben an der Bodenvegetation hängen, wo sie vertrocknen und absterben. Um keimen zu können, muss der Samen auf die blossen Erde gelangen, wo die genügende Feuchtigkeit zur Verfügung steht, und wo die Wurzeln den genügenden Halt finden.

Der Temperaturanstieg, die Zunahme der Feuchtigkeit sowie die lückenhafte Pflanzendecke der jüngeren Dryaszeit sind die Faktoren gewesen, die der Birke nach Abschluss des trockenkalten Spätglazials zu ihrer Machtstellung verholfen haben.

### Boreal

Die Vorherrschaft der Kiefer ist in Südfinnland der hervorstechendste Zug des Boreals. In den Pollendiagrammen kommt sie als kontinuierliches oder unterteiltes Maximum zum Vorschein (Sauramo 1946, 1955, 1958, Donner 1951, 1952).

Die Kiefer braucht viel Licht, und daher kommt es, dass die Kiefernbestände in natürlichen Verhältnissen lückenhaft werden (Cajander 1916, S. 229). Diese Lückenhaftigkeit ist besonders charakteristisch für die jüngere Dryaszeit, tritt aber auch im Boreal hervor, indem Pollen von Krautpflanzen und bevorzugt *Ericales*-Arten oft sehr reichlich in den Ablagerungen dieser Periode vorkommen.

Die Kiefer hat eine starke, meistens als Pfahlwurzel ausgebildete Hauptwurzel, die bis zu 2—3 m Tiefe in den Boden dringen kann, und dazu noch kräftige Seitenwurzeln. Dieses Wurzelwerk verankert den Baum fest auch in lockerem Sandboden. Bei der ausgewachsenen Kiefer entspricht der Anteil der Wurzeln etwa einem Fünftel von der Menge des Stamm- und Astholzes. Die Kiefer hat umso grösseres Wurzelwerk, je karger und trockener der Boden ist. In dem ganz besonders trockenen und kargen glazifluvialen Sandboden entwickelt die Kiefer nicht selten bis zu 20—30 m lange, fingerdicke Wurzeln, um den Wasser- und Nährstoffbedarf zu decken.

Im Boreal war das Klima bei relativ hoher Temperatur trocken, weshalb der Grundwasserspiegel niedrig war. Dank ihres leistungsfähigen Wurzelwerks gedieh die Kiefer jedoch im Boreal gut, und wahrscheinlich aus dem gleichen Grunde kam dieser Baum auch schon in der jüngeren Dryaszeit aus.

Das vorliegende Material zeigt keinen direkten Anstieg der Temperatur im Boreal an. Neue wärmebedürftige Arten erscheinen in den Moorablagerungen dieser Zeit nicht. Die im Präboreal vorkommenden Ufer- und Wasserpflanzen bleiben sich ungefähr gleich oder weisen höchstens einen leichten Rückgang auf (V. Valovirta 1962, s. 57). Auch in Bezug auf die baumartigen Pflanzen gilt das Gleiche. Gegen Ende des Präboreals verschwanden die recht weit verbreiteten Birken- und Erlenbestände sowie die Ulmen und Haselsträucher an vielen Stellen gänzlich. In vielen Fällen lag der Wasserspiegel in den Seen tief, und zeitweilig fehlte sogar der Abfluss.

Im Boreal war die Raubbirke (*Betula verrucosa*), die ein Baum der trockeneren Standorte ist, stellenweise allein vorherrschend. Die Birkenart feuchterer Standorte, die Ruch- oder Moorbirke (*Betula pubescens*), war im feuchteren Präboreal gewöhnlicher als die Raubbirke. Die Kiefer, die auf noch trockeneren Standorten auskommt als die Raubbirke, eroberte sich ausgesprochen im Boreal die Stellung der dominanten Baumart.

Gegen Ende des Boreals, in der Zeit nach dem Kiefernmaximum, trat im Gefolge der Ancyclusregression neues Land zutage. Auf diesem kürzlich blossgelegten Boden



siedelten sich sofort mancherlei Pionierarten an, die in den Pollendiagrammen als grosser NBP-Reichtum in dieser Zeit zum Vorschein kommen. Im Pollendiagramm vom Moor Saarelansuo (Abb. 20, s. 37) sieht man dies besonders schön als kontinuierliches boreales Vorkommen von *Artemisia*-Pollen.

### Frühatlantikum

Der Übergang vom Boreal zum Atlantikum ist in den Pollendiagrammen als ein rascher Anstieg der Erlenkurve zu sehen; der Anteil der Kiefer sinkt zugleich um 30—40 %. *Corylus* erreichte in Westeuropa schon eingangs des Boreals ihr grosses Maximum und übertraf bezüglich der Pollen alle anderen Bäume. Ihr Vorkommen setzt auch in den das Untersuchungsgebiet repräsentierenden Pollendiagrammen an der Zonengrenze IV/V ein und nimmt gewöhnlich am Beginn der Zone VI noch zu. *Ulmus*, die zerstreut schon früher angetroffen wird, tritt ihr einheitliches Vorkommen in Zone VI an (vgl. Lappalainen 1962, S. 41). *Tilia*-Pollen findet man in dieser Zone spärlich, und der Baum breitet sich erst am Anfang der nächsten walddgeschichtlichen Periode weiter aus.

Die Zusammensetzung des frühatlantischen Waldes zeigt neben relativ hoher Temperatur auch reiche Niederschläge an, sowie weiter durch die Feuchtigkeit verursachten Anstieg des Grundwassers. In einigen Profilen (Kelunen und Eittosenlampi) wurde die im Boreal entstandene Torfablagerung im Frühatlantikum von limnischer Gyttya überdeckt, was ein Zeichen für den niedrigen Grundwasserstand im Boreal und den darauf folgenden radikalen Anstieg des Wasserspiegels ist.

Nach Jørgensen (1954, S. 179) hat sich diese Zunahme der Feuchtigkeit bei der Vegetation nicht so synchron geltend gemacht wie die Besserung des Klimas im Postboreal. Es hat jedoch den Anschein, als ob die Feuchtigkeit viel schneller zugenommen hätte, als die Temperatur anstieg. Die Temperatur erreichte ihr Optimum erst zu Beginn des Spätatlantikums. In den Pollendiagrammen ist dies nach Aletseen (1959, S. 35) daran zu sehen, dass das Vorkommen von *Tilia* kontinuierlich wird und mehr in den Vordergrund tritt. Deswegen sollte die Zonengrenze V/VI nicht bloss aufgrund des Anstiegs der Erlenkurve festgelegt werden, sondern zugleich muss auch das Sinken der Kiefernkurve in Betracht gezogen werden, weil das Auftreten der Erle ausser vom Klima auch noch durch den Boden bedingt war und somit weitgehend von lokalen Verhältnissen abhängig gewesen ist.

In den Küstenstrichen des Finnischen Meerbusens bedeutet die Zonengrenze V/VI nach Sauramo (1954) Abfluss des Ancylussees auf das Niveau des Weltmeers und zugleich Anfang des Litorinameers. Obschon sich aufgrund der Ablagerungen in dem Untersuchungsgebiet direkt kein rasches Fallen des Wasserspiegels nachweisen lässt, sind infolge der Ancylusregression zahlreiche Becken vom Baltikum freigegeben worden, dessen nun salzig werdendes Wasser wesentlich den Artenbestand des Uferwassers beeinflusste. Die marinen und die Brackwasserarten, wie *Najas marina*, *Ruppia maritima*, *R. spiralis*, *Scirpus maritimus*, *S. Tabernaemontanii* und

*Zannicbellia palustris* v. *pedicellata* wurden nun gewöhnlich. Auch in den vom Meer abgeschnürten selbständigen Becken wurde der Pflanzenbestand reicher. Viele edaphisch anspruchsvolle Pflanzen, wie *Carex pseudocyperus*, *Cladium mariscus*, *Filipendula ulmaris*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus* und *Rumex hydrolapathum* zeigen für die Vegetation auch klimatisch optimale Verhältnisse an. Die früheren Forschungen haben ergeben, dass der Gipfel der postglazialen Wärmewelle in den Beginn der Litorinazeit fällt, also in die Zone VI (vgl. Hyyppä 1933, S. 25, Aario 1935, S. 125, Aurola 1938, S. 152, Sauramo 1940, S. 254, Valovirta 1962, S. 57). Auer (1924, S. 120) hat ganz besonders das üppige Wachstum in dieser Periode und den günstigen Einfluss des Klimas auf die Vegetation in Häme, im Bereich des Sees Vanajavesi hervorgehoben (vgl. Liisa Simola 1963, S. 49).

### Spätatlantikum

Der Pollenbestand des Atlantikums ist durchweg ziemlich farblos, weshalb darin schwer sichere Anhaltspunkte zu finden sind. Insbesondere die Zonengrenze VI/VII lässt sich in den finnischen Pollendiagrammen nicht selten schwierig als eigener Leithorizont unterscheiden. Aus diesem Grunde hat z.B. Donner (1963, S. 8) darauf verzichtet, die verschiedenen Phasen des Atlantikums und das Subboreal voneinander zu trennen.

Die Stratigraphie liefert jedoch gute Hinweise zur Feststellung des Spätatlantikums und des Subboreals. Die Klimaänderung an dieser Zonengrenze macht sich darin geltend, dass die feuchten Weissmoore des Atlantikums sich in trockenere reisermoorartige Moortypen umwandeln (vgl. Salmi 1963).

In der vorliegenden Untersuchung ist die Zonengrenze VI/VII am unteren Ende des einheitlichen *Tilia*-Vorkommens angesetzt, wie Donner (1952, Fig. 3, S. 8) in seiner Untersuchung über Südostfinnland getan hat. Alhonen (1964, S. 194) hat den Anfang des kontinuierlichen *Tilia*-Vorkommens auf etwa 4600 v. Chr. in Westfinnland datiert. An edaphisch günstigen Standorten wurden zerstreute *Tilia*-Vorkommen bereits in Zone VI gefunden. Manchmal ist der Pollen dieser Baumart so spärlich vorhanden, dass die Zonengrenze VI/VII nicht mit Gewissheit angegeben werden konnte.

Auch der Abschluss des Spätatlantikums ist pollenanalytisch nicht leicht zu bestimmen. Ein hierzu herangezogener Anhaltspunkt ist das Einsetzen kontinuierlichen Fichtenvorkommens oder deutliche Zunahme dieser Baumart. Die edlen Laubbölder sind in dieser Periode relativ reichlich vertreten, aber an der Zonengrenze VII/VIII geht *Ulmus* erheblich zurück und bricht oft ganz ab. Dieser Rückgang des *Ulmus*-Feldes, auf den in den Diagrammen aus dem Untersuchungsgebiet gewöhnlich ein Minimum in der Kurve von Erle und anderen edlen Laubböldern folgt, (vgl. Lappalainen 1962 S. 41), und der nicht selten von einem leichten Kiefernmaximum charakterisiert ist, gilt in Irland, England, Südnorwegen, Schweden, Dänemark sowie Nordwest- und Mitteldeutschland als ein bedeutsamer Leithorizont (vgl.

Godwin 1943, S. 218, 1945, S. 32, Jessen 1949, S. 245, Faegri 1940, S. 58, 1943, S. 75, Hafsten 1956, S. 81, T. Nilsson 1948, S. 40, Fries 1951, S. 201, Iversen 1941, S. 20, Schmitz 1953, S. 156 und Aletsee 1959, S. 37).

Faegri glaubt, den Rückgang der Ulme auf den Einfluss menschlicher Tätigkeit zurückführen zu können. Der Mensch der Steinzeit hätte nach Faegri Ulmenlaub als Viehfutter verwendet. Obwohl in Finnland viele Siedlungen aus dieser Periode gefunden worden sind, so dürfte das Ulmenlaub hier doch kaum in so gewaltigen Mengen verfüttert worden sein, dass sich die Auswirkung als synchroner Rückgang dieses Baums zur gleichen Zeit wie in dem oben genannten, weiten Gebiet geltend gemacht hätte. Die Erscheinung kann vielmehr nur durch eine Wandlung des Klimas erklärlich sein, die zugleich die später einsetzende Verschlechterung des Klimas ankündigte.

Firbas (1949, S. 317—318) hat die Zonen VI und VII als mittlere Wärmezeit zusammengefasst. Damals zerfielen die Wälder in Mitteleuropa in ein westliches Laubwald- und ein östliches Nadelwaldgebiet. Dies war ursprünglich eine klimabedingte Wandlung, die aber immer noch den mitteleuropäischen Wäldern das Gepräge gibt. Der Ausgang des Atlantikums ist auch in der Entwicklungsgeschichte der Wälder in dem Untersuchungsgebiet ein Grenzstein gewesen, denn von hier an gingen die Laubwälder und Haine ausschlaggebend zurück, und die Fichte hat danach im Baumbestand festen Fuss gefasst.

### Subboreal

Das Subboreal umfasst denjenigen waldgeschichtlichen Zeitabschnitt, der zwischen den Beginn des einheitlichen oder zunehmenden *Picea*-Vorkommens und das Ende des *Tilia*-Feldes fällt. Der Anteil der edlen Laubhölzer ist zu Beginn der Periode relativ gross, geht aber stufenweise gegen das Ende hin zurück. *Quercus* tritt einheitlicher und häufiger auf als vor oder nach der Subborealzeit.

Klimatisch bedeutet die Periode einen Umschlag des feuchtwarmen Atlantikums in trockeneres, kontinentaleres Klima. Waldgeschichtlich ging die Vorherrschaft der Laubhölzer zurück, während die Nadelhölzer im Baumartverhältnis der Wälder immer mehr in den Vordergrund traten.

Aus der Moorstratigraphie ist ersichtlich, dass in der Zone VIII der *Carex*-Torf oftmals in *Sphagnum*-Torf übergeht, der gewöhnlich Zwergsträucher oder Holzmaterial enthält. Die *Sphagnum*-Überwachsung und Bewaldung der Moore ist ein gutes Kennzeichen der Subborealzeit (vgl. Salmi 1963.)

Auch aus der Sicht der Archäologie und der Vorgeschichte ist diese Periode bedeutsam, denn jetzt findet der Übergang von der Stein- zur Bronzezeit statt, die wiederum in der nächsten waldgeschichtlichen Periode in die Eisenzeit übergeht. Das Subboreal ist also in vieler Hinsicht eine Übergangszeit, wie Firbas (1949, S. 324) auch in Mitteleuropa festgestellt hat. Es wäre daher wünschenswert, dass die Subborealzeit auch bei uns nach Möglichkeit in den Pollendiagrammen als eigene Periode abgetrennt würde.

Faegri (1940, S. 59) hat gewisse Besonderheiten des Subboreals als Anzeichen einer Klimabesserung gedeutet. Er hat besonderes Gewicht auf die grosse Ausbreitung der Eichenmischwälder gelegt und betrachtet aufgrund dessen das Subboreal in Jaeren in Norwegen als den günstigsten Zeitabschnitt des Spätquartärs. Das Klima war kontinentaler (trockener) als heutzutage in den entsprechenden Gegenden von Norwegen, wo die jährliche Niederschlagsmenge sehr hoch ist (1000—1100 mm). Nach Faegri hätte das Trockenerwerden des Klimas zugleich eine Besserung bedeutet. In dem von Hafsten (1956, S. 90) untersuchten Gebiet im Osloer Fjord herrschte das günstigste Klima im Atlantikum. Hier ist die jährliche Niederschlagsmenge durchschnittlich kleiner als in Jaeren an der atlantischen Küste. Es hat den Anschein, wie Gams (1925, S. 110) erwähnt hat, dass die kosmischen Schwankungen sich in verschiedenen Klimagebieten unterschiedlich auswirken. Der für die Vegetation optimale Zustand wird in kontinentalen Gebieten in feuchten Perioden erreicht, im Bereich ozeanischen Klimas dagegen in trockenen Zeitabschnitten.

Von den subborealen Wasserpflanzen ist die Wassernuss, *Trapa natans*, am interessantesten. In den Seen von Süd- und Mittelfinnland ist sie weit verbreitet gewesen. Die nördlichsten subfossilen Vorkommen der Wassernuss in unserem Lande und in unserem ganzen Erdteil, die Moore Mikansuo in Siilinjärvi (Lumiala 1940) und Valmossa in Evijärvi (V. Valovirta 1960), gehören in den Ausgang der Subborealzeit. Das Wassernussvorkommen im Moor Heposaarensuo in Sippola setzt gegen Ende des Spätatlantikums ein und hält das ganze Subboreal hindurch an. Im Moor Holmansuo ist die Wassernuss nur in der Subborealzeit gewachsen.

Das Subboreal ist in Südfinnland eine sehr günstige Zeit gewesen. Das für die Vegetation günstige Klima ist zunächst durch dessen trockenere, kontinentale Beschaffenheit bedingt. Dieser Umstand tritt als verbreitetes, wenschon noch verstreutes Auftreten der Fichte hervor. Die Sommer waren ziemlich trocken und warm, aber die Winter kälter als im Atlantikum. Nach Sauramo (1941, S. 591) wäre das Absinken der Temperatur und die Minderung des Meergebietes gegen Ende des Subboreals im Konkurrenzkampf der Waldbäume der Fichte zugute gekommen.

### Subatlantikum

Der jüngste waldgeschichtliche Zeitabschnitt, das Subatlantikum, setzte in dem Untersuchungsgebiet mit dem vorschreitenden Auftreten der Fichte ein. Eingangs der Periode erreichte die Fichte ihr postglaziales Maximum. Der Anteil von Birke, Erle und edlen Laubhölzern am Baumbestand der Wälder ging ungefähr auf den heutigen Stand zurück. Die Zonengrenze VIII/IX bedeutete das Ende der Wärmezeit und den Anbruch der Nachwärmezeit.

Die Fichte ist schon seit langem in der waldgeschichtlichen Forschung Gegenstand besonderen Interesses gewesen. Die Fichte, *Picea excelsa*, galt ehemals als der jüngste Ankömmling in den Wäldern Skandinaviens. Diese Auffassung dürfte erstmals von dem Norweger Gløersen (1884) ausgesprochen worden sein, nach dem

die Fichte so spät in Norwegen eingewandert wäre, dass der Mensch schon vorher das Land besiedelt hätte. Die Kiefer dagegen hatte bereits vor der Ankunft des Menschen fast das ganze Land erobert. Im nächsten Jahr kam Nathorst (1885) in Schweden zu ähnlichen Resultaten. Nathorst hat nachgewiesen, dass die Kiefer vor der Fichte nach Jämtland gekommen war. In Schonen sind keine Überreste der Fichte gefunden worden; weil die Fichte nach Steenstrup (1841) auch in Dänemark fehlte, kann sie nicht von Süden her nach Schweden gekommen sein, wie früher angenommen worden war. Weil Nathorst nur ein spärliches Untersuchungsmaterial zu Verfügung hatte, wollte er nichts darüber sagen, aus welcher Himmelsrichtung, aus Osten oder aus Westen, die Fichte eingewandert war. — Später haben sich fast alle schwedischen Forscher, die sich an den paläobotanischen Untersuchungen beteiligt haben, auch mit dem Fichtenproblem befasst. Desgleichen haben sich auch in Finnland viele Forscher mit der Fichte beschäftigt, wie z. B. Auer (1928), L. Aario (1932), Hyypä (1933 und 1941), Kilpi (1937), Lumiala (1939 und 1940), Sauramo (1940 und 1941), Salmi (1955), Virkkala (1950) sowie Donner (1963) und R. Aario (1965 a und b).

Nach den Untersuchungen von Hyypä (1941) und Sauramo (1941) ist die Fichte im Spätglazial dem Rückzug des Inlandeises folgend zusammen mit Birke und Kiefer zur Zeit des Baltischen Eissees und des Yoldiameers in Finnland eingewandert. Hierauf weisen auch die in der Umgebung von Leningrad durchgeführten Untersuchungen hin (Dokturowsky und Anufriew, 1931, sowie Markow und Poretzky, 1935). Am spärlichsten war die Fichte in der Ancyluszeit, aber gegen Ende dieser Periode fasste sie in der Gegend unserer östlichen Grenze allmählich Fuss. Eingangs der Litorinazeit, im Atlantikum, wuchs die Fichte als Waldbaum in Nordkarelien und ostwärts der von dort zum Südostteil von Estland verlaufenden Linie. Zu diesem Gebiet gehörte auch ein Teil von Südfinnland. Weiter westlich bildete sich die Westgrenze der Fichtenwälder in der zweiten Hälfte der Litorinazeit, im Subboreal heraus, im Zusammenhang mit ersten Anzeichen der Klimaverschlechterung. Von dieser Zeit an werden bis zur Küste des Bottnischen Meerbusens 2—5 % Fichtensporen angetroffen. Von dieser Brückenkopfstellung her breitete die Fichte sich im Zusammenhang mit der Klimaverschlechterung zu Beginn des Subatlantikums (Auer 1928) aus. Zu dieser Zeit besiedelte die Fichte auch Westfinnland und die Umgebung des Bottnischen Meerbusens bis zu den norwegischen Fjelden. Auch im Bereich der Ostsee breitete die Fichte sich gleichzeitig aus. In diesem Gebiet war die Fichte früher nicht aufgetreten. (Sauramo 1941, S. 587).

In Finnland hat nach Auer (1928) und Sauramo (1941, S. 587) die Grenze der Fichtenwälder sich von Osten her westwärts vorgeschoben und nicht von Süden nach Norden, wie z. B. *Tilia* (vgl. Donner 1963, S. 19). Bisher hat man jedoch noch keine stichhaltige Erklärung für dieses absonderliche postglaziale Verhalten der Fichte ausfindig machen können. Es sollen nun gewisse ökologische Besonderheiten der Fichte, die vielleicht Aufschluss zur Einwanderungsgeschichte der Fichte liefern können, näher ins Auge gefasst werden.

Das heutige Verbreitungsgebiet der Fichte umfasst einen Teil von Mittel- und Nordeuropa sowie Sibirien. Sie fehlt als urwüchsige Baumart an der Süd- und Südwestküste Schwedens, in Dänemark, in Westnorwegen, im grössten Teil von Frankreich, auf sämtlichen Britischen Inseln, in Belgien, Holland und in Norddeutschland.

In Finnland ist die Fichte hauptsächlich eine Art frischer, zumeist flacher Lehmböden, feuchter Moräneböden sowie Fluss- und Bachufer. In Südeuropa gedeiht sie nicht auf der Ebene, sondern bevorzugt die kühleren Gebirgsgegenden, und zwar umso höhere, je weiter südlich das Gebirge liegt. In den südlichsten Gebirgen ihres Verbreitungsgebiets, wie z. B. in Frankreich auf dem Mont Ventoux, wächst die Fichte nur an den Nordhängen (Cajander 1917, S. 1963).

Der hervorragende deutsche Forstmann Pfeil (1860) machte die Beobachtung, dass die Fichte auf nährstoffreichem und auch frischem Boden sich nicht normal und gesund entwickelt, wenn die mittlere Jahrestemperatur mehr als  $+7,5^{\circ}\text{C}$  beträgt. In warmem Klima wächst die Fichte anfänglich schnell, ihr Zellgewebe entwickelt sich aber unvollkommen, der Baum wird leicht von der Kernfäule befallen und stirbt vorzeitig ab.

Parkyné (1877) erwähnt bezüglich der klimatischen Ansprüche der Fichte, dass der Baum eine mittlere Temperatur im Januar von  $-10^{\circ}$  bis  $-12,5^{\circ}\text{C}$  gut verträgt, dass er aber im Juli eine mittlere Temperatur von mindestens  $+10^{\circ}\text{C}$  verlangt. Eine mittlere Julitemperatur von mehr als  $18,75^{\circ}\text{C}$  ist dem Baum nicht zuträglich. Ausserdem fordert die Fichte für ein gutes Gedeihen einen Winterfrost von mindestens  $-1,25^{\circ}\text{C}$  und eine Winterruhe von drei Monaten.

Das Verbreitungsgebiet der Fichte ist nach Dengler (1912) in erster Linie von den Wintertemperatur abhängig; die Fichte braucht eine bestimmte Mindesttemperatur, um ihr Holz zur Reife zu bringen. Die Durchschnittstemperatur im Februar muss dann unter  $0^{\circ}\text{C}$  bleiben. Die Fichte ist auch abhängig von der atmosphärischen Feuchtigkeit, in zu trockenem Klima gedeiht sie nicht.

Die Nordgrenze der Fichte, so wie auch ihre höchste Grenze auf den Fjelden Skandinaviens, wird nach Enquist (1929 und 1933) von der Sommertemperatur bestimmt; die Durchschnittstemperatur von 65 Sommertagen muss  $+12,5^{\circ}\text{C}$  überschreiten. Lange oder strenge Winter sind kein Hindernis für das Fortkommen der Fichte in Skandinavien. Die Süd- und Westgrenze der Fichte wiederum wird von den milden Wintern festgelegt. Die Fichte gedeiht nicht dort, wo die Anzahl der Frosttage im Winter unter 120 bleibt. Derartige Gebiete mit mildem Winter sind in Skandinavien der Südteil von Schweden sowie dessen Westküste bis über Göteborg im Norden hinaus, und ferner die Westküste Norwegens mit Ausnahme des kleinen Gebiets Mo i Rana, wo das Areal der Fichte bis an den Atlantischen Ozean heranreicht.

Die Untersuchungen über die heutige Verbreitung der Fichte haben gezeigt, dass das Fortkommen dieser Baumart im allgemeinen von der Temperatur abhängig ist. Insbesondere die Dauer des Winters hat ausschlaggebende Bedeutung. Das

schwache Vorkommen der Fichte in der postglazialen Wärmezeit ist durch die milden Winter bedingt gewesen. Der Ausgang des Spätglazials dagegen war für die Fichte eine günstige Zeit, denn nach Hyypä (1941, S. 599) kann das spätglaziale Maximum der Fichte geradezu als ein wichtiger chronologischer Anhaltspunkt für die Datierung der Pollendiagramme gelten. Damals gab es für das Gedeihen der Fichte zumindest genügend Frosttage im Winter. Ebenso war auch die Klimaverschlechterung zu Beginn des Subatlantikums für die Fichte ein Profit.

Der Einfluss des Klimas auf das Vorkommen der Fichte lässt sich mit Hilfe der Kurve in Abb. 44 veranschaulichen. Sie zeigt den Verlauf der jetzigen Temperaturkurven von Oktober bis Mai an vier Orten (Kajaani, Vaasa, Åland und Göteborg). Aus der Zeichnung ist ersichtlich, dass die Fichte in der Gegend von Göteborg nicht fortkommen kann (Kurve 1), weil dort die Frosttage nicht genügen. Das Temperaturmittel der Wintermonate müsste um etwa zwei Grad sinken, wenn die Fichte an der Westküste Schwedens gedeihen sollte. In der Gegend von Vaasa (Kurve 3) ist die Fichte eine gewöhnliche Baumart. Dort, wie auch in Kajaani (Kurve 4), genügt die Anzahl der Frosttage im Winter. Auf Åland, das durch die Temperaturkurve von Mariehamn (Kurve 2) repräsentiert ist, sind die Ansprüche der Fichte hinsichtlich der Anzahl der Frosttage knapp erfüllt. Die ersten Frosttage treffen auf Åland Anfang Dezember ein, und sie dauern dann bis Ende März an. Heutzutage wächst die Fichte auf Åland als vereinzelte Bestände und Gruppen, ohne zusammenhängende Wälder mit kräftigem Jungwuchs zu bilden wie auf dem finnischen Festland.

Wie aus der von Donner (1963, S. 19) veröffentlichten Kartenskizze über die Ausbreitung der Fichte hervorgeht, ist dieser Baum in der Gegend von Suomussalmi und Kuusamo bereits in der Borealzeit vorgekommen. Weiter südlich, östlich vom See Pielisjärvi hat sich die Fichte nach Donner (1951, Fig. 29, S. 64 und Fig. 30, S. 65) im Spätatlantikum ausgebreitet. Nach Kanerva (1956, S. 84) ist die Fichte in der Gegend von Hyrynsalmi erneut (nach der Spätglazialzeit) wieder im Subboreal stärker geworden. Die Fichte fehlte während des Optimums der Wärmezeit in Nordkarelien und Kainuu, und zwar in erster Linie wegen der milden Winter.

Als die Temperatur von ihrem Maximum abzusinken begann, wurde die für die Fichte erforderliche Winterkälte zunächst in der Gegend von Kajaani erreicht. Als die Zahl der Frosttage zunahm, drang die Fichte westwärts in die Gegend von Vaasa vor, sowie dann weiter nach Åland und auf Göteborg zu. Die allmähliche Abkühlung des Klimas führte also in Fennoskandien zu einem langsamen, *metachronen* Vormarsch der Fichte von Nordost nach Südwest, wie Auer (1928) nachgewiesen hat, und wie Fries (1951, S. 151) vermutete, und wie es ganz besonders deutlich aus Sauramos (1941, Abb. 6, S. 586), Donners (1963, Fig. 11, S. 19) und R. Aarios (1965 b, Abb. 3, S. 220) Kartenskizzen über die Ausbreitung der Fichte hervorgeht. Somit hat die Verbreitung der Fichte in Finnland beträchtlich früher stattgefunden als in Schweden, wie V. Okko (1949, S. 99) und Virkkala (1950, S. 38) nachgewiesen haben.

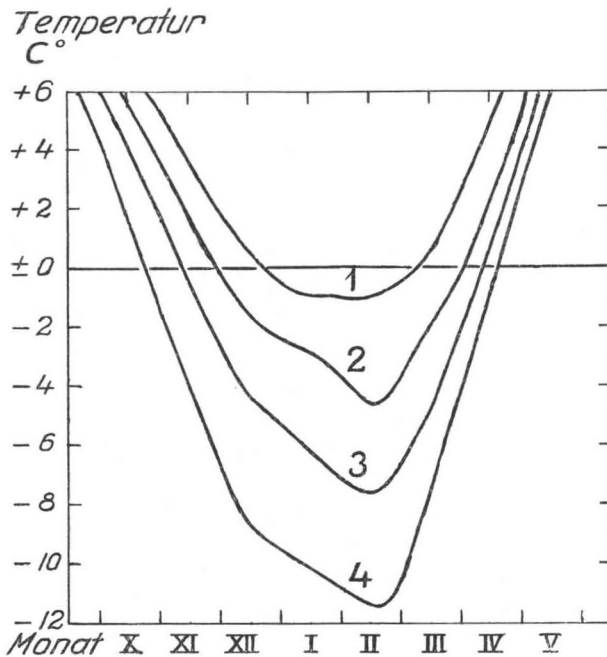


Abb. 44. Verlauf der Temperaturkurven von Oktober bis Mai. 1, in Göteborg (Schweden); 2, auf Åland (Ahvenanmaa); 3, in Vaasa (am Bottnischen Meerbusen); 4, in Kajaani (im nordöstlichen Finnland).

Schnelle und genügend starke Abkühlung der Winter, wie sie um die Wende des Subboreals und Subatlantikums stattgefunden hat, führte wiederum zur *synchronen* Ausbreitung der Fichte in dem ganzen Gebiet, wo die Anzahl der Frosttage im Winter infolge der sinkenden Temperatur über 120 anstieg. Die synchrone Ausbreitung der Fichte ist in den westfinnischen Pollendiagrammen als ein Anstieg der Fichtenkurve an der Zonengrenze VIII/IX zu sehen.

Die Fichte hat sich also gleichzeitig in Süd- und Mittelfinnland sowie im südlichen Teil von Nordfinnland ausgebreitet, nicht aber in Ost- und Südostfinnland und auf der Karelischen Langene, wo die Fichte eine beachtliche Stellung als Bestandteil der Wälder die ganze Postglazialzeit hindurch behauptet zu haben scheint, und wo sich im allgemeinen keine subatlantische Vermehrung der Fichte unterscheiden lässt.

Ohne hier näher auf die mit  $C^{14}$ -Bestimmungen (vgl. R. Aario 1956 b) und anderen Verfahren erhaltenen Zahlen über den Zeitpunkt der Ausbreitung der Fichte in verschiedenen Gegenden von Finnland näher einzugehen, lässt sich das oben Gesagte folgendermassen zusammenfassen:



Das Erstvorkommen der Fichte in unserem geographischen Gebiet fällt ins Ende der Spätglazialzeit. Eingang der Postglazialzeit ist die Fichte im grössten Teil unseres Landes verschwunden gewesen.

Die Front der Fichte hat sich allmählich nach dem Boreal von Nordost nach Südwest und West vorgeschoben. Die rasche Abkühlung des Klimas zu Beginn des Subatlantikums hat zu einer ungefähr gleichzeitigen Expansion der Fichte in weitem Gebiet geführt. Nach ihrem im Postglazial erreichten Maximum hat die Fichte stufenweise von ihrer Bedeutung als Komponente der Wälder verloren.

Die Fichte hat den eroberten Raum zugunsten der Kiefer sowie in gewissem Masse auch der Birke eingebüsst, was aus dem Gefüge der Pollendiagramme ersichtlich ist. Der Rückgang der Fichte zur Gegenwart hin bedeutet eine Klimaerwärmung, indem zuvörderst der Winter milder wird, ferner ist es, da die Kiefer neuen Raum erobert, auch trockener geworden, was wiederum Senkung des Grundwasserspiegels bedeutet. Die meteorologischen Messungen zeigen, dass es sich tatsächlich so verhält. Die allmähliche Erwärmung des Klimas ist seit dem 17. und 18. Jahrhundert festgestellt worden (Angervo und Leiviskä 1944, S. 257). Der Sommer ist durchschnittlich wärmer geworden, und besonders der kalte Winter hat beträchtlich an Strenge verloren, wenigstens im Lauf der letzten hundert Jahre.

### Die Entwicklung der Moore

Wenn die Standortfaktoren sich dahingehend verändern, dass die Moorpflanzen in der Pflanzendecke die Vorherrschaft erringen, kommt es zur Vermoorung. Ein Blick auf die Verbreitung der Moore auf dem Erdball (vgl. z. B. von Bülow 1929, S. 184) lässt erkennen, dass die Gegenden mit Trockenklima von anderen Gebieten insofern abweichen, als in den ersteren kein Torf gebildet wird und somit keine Vermoorung stattfindet. Am zahlreichsten sind die Moore in der humiden Nadelwaldregion der nördlichen Halbkugel, wo im allgemeinen genügend Feuchtigkeit für die Torfbildung vorhanden ist. Die Feuchtigkeit ist jedoch nicht der einzige Faktor, der zur Entstehung von Mooren beiträgt. Das Klima zusammen mit dem Boden ist ausschlaggebend für das Zustandekommen der Moore, für ihre Ausbreitung, für die Moortypen sowie für die Zusammensetzung der Torfablagerungen (vgl. von Bülow 1929, S. 69). Moore entstehen bevorzugt in solchen Gegenden, wo die Niederschlagsmenge grösser ist als die Verdunstung, und wo das Klima die Entwicklung der Vegetation fördert, m. a. W. wo die mittlere Temperatur des wärmsten Monats in der Vegetationsperiode über  $+10^{\circ}$  C liegt.

Wenn das Klima im Spätquartär geschwankt hat, dann sind die trockenen Perioden bezüglich der Entstehung und Entwicklung der Moore ungünstige Zeiten gewesen, während die feuchten Perioden die Vermoorung gefördert haben. Die Einteilung der Spätquartärzeit in Spät- und Postglazial bedeutet eine scharfe Trennung auch aus der Perspektive der Wälder und Moore. In der Spätglazialzeit waren in

unserem Lande kaum regelrechte Wälder und nur wenige Moore entstanden. Im Postglazial breiteten sich die Wälder aus, und die Torfbildung, also die Vermoorung, kam in Gang. Das Fehlen der Moore und Wälder einerseits sowie der Reichtum an Mooren und Wäldern andererseits gehen die ganze Zeit nach der Vereisung hindurch Hand in Hand. Im Rahmen dieser groben Einteilung hat das Klima noch geschwankt, indem trockene und feuchte Perioden miteinander abwechselten.

### Spätglazial

Das Spätglazial ist in West- und Nordwesteuropa eine kontinentale und trockene Zeit gewesen, für welche reiche *Empetrum*-Siedlungen kennzeichnend waren (vgl. Firbas 1949, van der Hammen 1951, Iversen 1949, Schütrumpf 1955 und van Zeist 1955). Das Spätglazial wird jedoch von zwei feuchteren Perioden unterbrochen, in denen sich organogene Sedimente auf den minerogenen Bodenarten ablagerten, worauf die ersteren erneut von mineralhaltigen Schichten überdeckt wurden. Von diesen organogene Stoffe führenden Schichten ist die älteste, aus der Zeit der Bölling-Oszillation, bisher in Holland (van der Hammen 1951), Mitteldeutschland (Müller 1953) und in Dänemark (Iversen 1954) angetroffen worden. Die jüngere feuchte Periode des Spätglazials, das Alleröd, ist allgemein in Fennoskandien nachgewiesen worden (Donner 1951, Kanerva 1956, V. Okko 1957, Sorsa 1964 und Vasari 1962).

Das Endstadium des Spätglazials, die jüngere Dryaszeit, ist eine trockene Periode gewesen. In Finnland war die Trockenheit freilich nicht so extrem wie weiter südlich. In den zahlreichen Becken, die gegen Ende der Periode vom Baltikum freigegeben wurden, setzte sich feinsandhaltige Gyttja ab (vgl. Marjatta Okko 1962, Fig. 12, S. 143). In den Randpartien der Becken entstanden ziemlich dünne Schichten organogener Bodenarten, die in der Hauptsache Braunmoos- und *Equisetum-Carex*-Torf enthielten (vgl. Donner 1951).

Wie die Moorprofile aus dem Untersuchungsgebiet zeigen, sind die am Ausgang des Spätglazials abgesetzten Sedimente regelmässig sand- oder feinsandhaltige Gyttja. Sie enthalten neben den Arten fester Standorte (*Artemisia* sp., *Dryas octopetala*, *Ephedra distachya*, *Empetrum nigrum*, *Hippophaë rhamnoides*, *Polygonum lapathifolium*, *Statice armeria* und *Salix* sp.) auch Pflanzenarten von Süßwasserseen und Weihern (*Batrachium* sp., *Najas flexilis*, *Myriophyllum alternifolium* und *M. spicatum*, *Potamogeton alpinus*, *P. natans*, *P. pusillus* und *Bryales*). Derartige um die Wende von Spät- und Postglazial entstandene Seichtwassersedimente, gewöhnlich mehr oder weniger mit Mineralstoffen durchsetzte Gyttja, die als erste Entwicklungsstadien der Moore gelten dürfen, kommen im Ostteil des Untersuchungsgebiets in etwa 40 m Höhe vor (Valtionmaansuo), im mittleren Teil in etwa 50 m Höhe (Valkialampi) und im Westteil in etwa 65 m Höhe. In dieser über den nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets laufenden Zone, wo die Höhendifferenz zwischen oberer und unterer Grenze etwa 30 m beträgt, liegen die gegen Ende der jüngeren Dryaszeit abgelagerten lakustrischen Schichten auf spätglazialen Tonsedimenten.

Selbständige Moorbecken sind ausgangs der Spätglazialzeit in dem Untersuchungsgebiet auch so entstanden, dass im Boden verschüttete Eisblöcke abschmolzen, wobei Wasser im Becken zurückblieb. Andererseits haben die Untersuchungen über den Vermoorungsprozess der Weiher ergeben, dass das Grundwasser gegen Ende des Spätglazials rasch in solche Becken stieg, die früher trocken gewesen waren. Der Anstieg des Grundwassers kam offenbar daher, dass die Niederschläge am Ende des Spätglazials reicher wurden. Der Einbruch des Yoldiameers ins Baltikum brachte auch ozeanisches und zugleich feuchtes Klima mit sich. Der Pflanzenbestand am Ausgang des Spätglazials ist daher hauptsächlich aus zwei Elementen zusammengesetzt. Kennzeichnend sind einerseits die Pflanzen der trockenkalten Steppentundren, andererseits wiederum gehören dazu auch Arten, die ozeanisches Klima bevorzugen (*Statice armeria* und *Triglochin* sp.).

### Vorwärmezeit

Obwohl ausgangs der Spätglazialzeit organogene Bodenarten, Gytja und auch Torf entstanden, setzte die eigentliche Vermoorung erst im Präboreal ein. Die Temperatur stieg an, und die Feuchtigkeit nahm rasch zu; auf den mehr oder weniger minerogene Stoffe enthaltenden Sedimenten lagerte sich allmählich Detritusgyttja ab. Am Rand der Becken kam die Torfbildung in Gang.

In den Becken herrschten eingangs der Periode günstige edaphische Verhältnisse, so dass in ihnen auch anspruchsvolle Pflanzenarten gediehen, wie *Ceratophyllum demersum*, *Najas flexilis* und *Potamogeton obtusifolius*, die allgemein verbreitet in den Sedimenten dieser Periode vorkommen.

In den im Präboreal zuwachsenden Becken wurde der *Carex*-Torf, in welchem nicht selten beträchtlichen Mengen von Braunmoosresten enthalten waren, zur vorherrschenden Moorbodenart. Später, im Boreal, enthielt der Torf bevorzugt Holz (vgl. Abb. 29), was eine trockenere Phase in der allgemeinen Entwicklung der Moore anzeigt. In der ständigen, progressiven Entwicklung der Moore lassen sich neue Vernässungs- und Trockenperioden wahrnehmen. Regelrechte Trockenhorizonte, sog. Rekurrenzflächen, sind in den Mooren des Untersuchungsgebiets nicht beobachtet worden. Dies dürfte damit zu tun haben, dass es in dem Gebiet keine typischen ombrogenen *Sphagnum*-Moore gibt, in denen die Rekurrenzflächen hauptsächlich vorkommen.

Die Schichtenfolge der Moore in dem Untersuchungsgebiet lässt meistens erkennen, in welcher Beziehung die Ablagerungsstelle zur freien Wasserfläche oder zum Grundwasser gestanden hat. Zu den limnischen Schichten sind diejenigen Bodenarten gerechnet worden, die unter dem Wasserspiegel in Weihern, Seen, Meeresbuchten oder sonst entsprechenden Gewässern abgelagert worden sind. Diese unterschiedlich zusammengesetzten minerogenen Bodenarten, und desgleichen die unmittelbar darüber liegenden Gytjen und sog. limnischen Torfe (*Bryales*-, *Carex*-, *Equisetum*- und *Phragmites*-Torfe) lassen sich aufgrund des Wassers, in dem sie abgelagert sind,

einteilen in marine, d. h. in Salzwasser abgesetzte Schichten, sowie in lakustrische, d. h. in Süßwasser entstandene Sedimente. Ferner ist in dem Untersuchungsgebiet noch eigene Lagunengyttja unterschieden worden, die besonders in einer lagunenartigen Bucht des Litorinameers abgelagert worden ist. Sie enthält stets Reste von Gefäßpflanzen, die in Brackwasser gedeihen. Aufgrund der Kiesalgen kann eine solche Bodenart sich als stark marin erweisen (vgl. Salmi 1961, Tabelle S. 423).

Die telmatischen Schichten des Untersuchungsgebiets sind, wie gewöhnlich, an Stellen entstanden, die zeitweise überflutet waren, und sie bestehen in der Hauptsache aus *Carex*-Resten. Oft sind ausserdem Reste von gegen Überschwemmung beständigen Pflanzenarten in ihnen enthalten, wie u. a. *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata* und *Lysimachia thyrsoflora*. Auch Reste von Braunmoosen werden im Pflanzenbestand der telmatischen Bodenarten angetroffen. Scheidenwollgras (*Eriophorum vaginatum*) kommt ebenfalls nicht selten in solchen Moorböden vor.

Die gewöhnlichsten Torfarten des Gebiets, die *Carex-Sphagnum*- und die meisten *Sphagnum*-Torfe, werden zu den semiterrestrischen Moorbodenarten gezählt. Sie sind an der Obergrenze des Grundwassers entstanden und vermitteln zwischen den telmatischen und den terrestrischen Schichten. Die Torfe dieser Gruppe sind meistens ausgesprochen in den semiterrestrischen Verhältnissen der Weissmoore entstanden (vgl. Aario 1932, S. 109).

Die terrestrischen und gewöhnlich holzdominanten Torfe des Gebiets liegen in Reiser- oder Bruchmooren. Zu diesen sind auch die Grund- und vor allem Überschwemmungswasser meidenden *Sphagnum fuscum*- und *S. acutifolium*-Torfe gerechnet.

Die Schwankungen des Wasserspiegels im Baltikum haben im allgemeinen Rhythmus der Moorentwicklung in dem Untersuchungsgebiet mehrere radikale Änderungen verursacht. Die Moore, die im Präboreal ihre Entwicklung angetreten hatten, wurden ausgangs dieser Periode vom Wasser überflutet. Die organogenen Bodenarten wurden dann von tonhaltigen Sedimenten überlagert. Damit kam die bereits im Gang gewesene Vermoorung zum Stehen. Die frühboreale Transgression war jedoch nur von kurzer Dauer. Die Landhebung hob die Schwellen der Becken über den Wasserspiegel, so dass die Becken eingangs der Borealzeit abgeschnürt wurden.

## Wärmezeit

Nachdem die boreale Transgression ihr Maximum erreicht hatte, fiel der Wasserspiegel im Baltikum allmählich wieder. Während der Ancyclusregression wurden viele Becken frei, und in diesen bildeten sich Moorböden. Zugleich schlug das trockene Klima des Boreals in die feuchte atlantische Periode um. Viele Becken, die im Boreal ausgetrocknet waren, vernässten erneut. In manchen Mooren wurden die Torfablagerungen von limnischen Sedimenten überdeckt.

Das salzig gewordene Wasser des Baltikums, das Litorinameer, stieg wiederum an. Die Moore, die im Lauf des Atlantikums ihre Entwicklung angetreten hatten, wurden von drei verschiedenen Wellen salzigen Meerwassers überflutet, die ton-

haltige Sedimente auf den organogenen Moorböden hinterliessen. Aus der bunten Bodenart dieser Periode zu schliessen war der Wasserspiegel des Litorinameers ausser den regelrechten Transgressionen auch noch ständigen Schwankungen unterworfen. Derartige bunte Tongyttja, die meistens das Gepräge von Akkumulationsablagerung hat, kann auch bei Stürmen im Sommer zustande gekommen sein.

Nach dem Atlantikum änderte sich das Wesen der Vermoorung und der Torfbildung. Das Klima des Subboreals war deutlich trockener als in der vorigen Periode. Das Spiegel des Grundwassers fiel, und infolgedessen wandelten die Moore sich zu Reisermooren. Ein gutes Merkmal der Subborealzeit ist auch, abgesehen von gut humifiziertem Torf im allgemeinen, die reiche Menge von Holzstoffen im Torf. Um die Wende vom Atlantikum zum Subboreal wurden die telmatischen Torfschichten nicht selten terrestrisch. Das Absinken des Grundwassers regte andererseits die Bildung von eigentlichem *Sphagnum*-Torf an. Derartiges Überwachsen von *Sphagnum* kam in leichterer Form bereits in der Borealzeit vor, aber erst im Subboreal kam die Bildung von *Sphagnum fuscum*-Torf regelrecht in Gang.

### Nachwärmezeit

In den Seen und Weihern ging der Kreislauf der pflanzlichen Stoffe, ihre Bildung und Zersetzung, bis zum Ausgang des Subboreals rege vor sich. Die seichten Becken blieben in dieser Zeit günstige Standorte der Wasser- und Uferpflanzen. Die Abkühlung des Klimas zu Beginn des Subatlantikums erschütterte weitgehend das bisher in der Natur herrschende Gleichgewicht. Die Tätigkeit der Mikroorganismen wurde schwächer, und die Intesität der Humifizierung liess daher nach. Immer grössere, nicht zersetzte Pflanzenteilchen füllten allmählich die vom Boden her zuwachsenden Becken aus. Die endgültige Verlandung brachte den Kreislauf der Pflanzennährstoffe ins Stocken. Dies führte zu offener Oligotrophie, und im Gefolge trat eine gewaltige Expansion der edaphisch anspruchslosen *Sphagnum*-Bestände an den ehemals üppigen Standorten ein. Diese Entwicklung führte dahin, dass am Ende der Subborealzeit die Becken im allgemeinen zuwuchsen, und dass im Subatlantikum mächtige *Sphagnum*-reiche Torfschichten gebildet wurden.

### SCHLUSSWORT

Die Untersuchung befasst sich mit der spätquartären Entwicklung im südöstlichen Finnland. Zu diesem Zweck wurde ein Gebiet östlich vom Fluss Kymijoki gewählt, das sich vom ersten Salpausselkä bis zum Finnischen Meerbusen erstreckt. Das Interesse galt zuvörderst der Ausdehnung der Phasen des Baltikums in dem Untersuchungsgebiet, der Geschichte der Wälder und der Entwicklung der Moore. Als Methoden dienten ausser stratigraphischen Untersuchungen noch Makrofossilien-, Pollen- und Diatomeenanalysen.

Die isostatische Landhebung, die Bewegungen des Weltmeers sowie die eigenen Schwankungen des Wasserspiegels im Baltikum sind für den Entwicklungsverlauf in dem Untersuchungsgebiet ausschlaggebend gewesen. Die Schwankungen des Wasserspiegels sind in der Stratigraphie der Moore als deutlich ausgeprägte Regressions- und Transgressionsschichten zu sehen, die gute Anhaltspunkte für die Aufklärung der chronologischen Entwicklung abgegeben haben.

Die Entwicklung des Baltikums ist charakterisiert von drei grossen Regressionsperioden, auf welche eine ein- oder mehrphasige Transgression folgte. Die erste starke Regression trat ein, als der Baltische Eissees durch den mittelschwedischen Sund abfloss, so dass im Baltikum der Wasserspiegel um nahezu 30 m fiel. Nach dieser Regression lagen das Baltikum und das Weltmeer (Yoldiameer) im gleichen Niveau. Die nächste Regression fand in der Präborealzeit statt, und damals wurden viele Becken abgeschnürt, in denen sich dann Torf bildete. Auf diese Regression folgte eine zweiphasige boreale Transgressionsperiode, während welcher die vorgenannten Torfe von limnischen, stark tonhaltigen Schichten überlagert wurden. Die dritte deutlich wahrnehmbare Regression ging vor sich, als der Ancylussees durch die dänischen Meerengen mit dem Weltmeer in Verbindung kam. Hierauf trat in dem Untersuchungsgebiet eine dreiphasige Litorina-Transgressionsperiode ein. Diese Transgressionen machten sich in dem Untersuchungsgebiet als relativ geringfügiges Undulieren des Wasserspiegels im Baltikum geltend. Zur Gegenwart hin sind die Schwankungen des Wasserspiegels immer kleiner geworden.

Hinsichtlich der Entwicklung der Wälder zerfällt das Spätquartär in das waldlose Spätglazial und das waldreiche Postglazial. Im Postglazial lassen sich folgende Hauptphasen unterscheiden:

- Die präboreale Birkenperiode, in welcher die Temperatur anstieg und die Feuchtigkeit zunahm.
- In der borealen Kiefernperiode war es warm und trocken, das Grundwasser stand niedrig, und die Vermoorung war daher gering.
- In der atlantischen Periode der edlen Laubbölzer war das Klima warm und feucht, die Zeit war also für die Vegetation günstig.
- Das Subboreal hatte warmes und trockneres, kontinentales Klima, und in dieser Zeit war die Wassernuss in unserem Land weit verbreitet.
- In der subatlantischen Fichtenperiode wurde das Klima kühl und trocken. Die edlen Laubbölzer gingen ausschlaggebend zurück, und an ihre Stelle trat die Fichte. Zur Gegenwart hin schlägt das Klima wieder in trockener und wärmerer Richtung um.

Bezüglich der Moore zerfällt das Spätquartär in das Spätglazial, in dem keine wesentliche Vermoorung stattgefunden hat, sowie in das Postglazial mit weitgehender Vermoorung.

- Die Vorwärmezeit setzte mit der präborealen Vermoorungsperiode ein, die in der Borealzeit mit nachlassender Vermoorungsintensität ausging.

- Die eigentliche Wärmezeit begann mit der atlantischen Vermoorung und endete mit dem trockeneren Subboreal, für welches im allgemeinen gut humifizierte Torfe mit Resten von Nadelhölzern, also Zeichen von Reisermooren, kennzeichnend sind.
- Die Nachwärmezeit umfasst die feuchte und kühle subatlantische Periode, während welcher die Vermoorung ihren Höhepunkt erreichte, und wo mächtige, schwach humifizierte *Sphagnum*-Torfe in den oberflächlichen Partien der Moore entstanden. Die jüngsten Phasen in der Entwicklung der Moore zeigen Erwärmung und trockenere Tendenz des Klimas an.

## SCHRIFTTUM

- AARIO, LEO (1932) Pflanzentopographische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N-Satakunta. *Fennia* 55, Nr. 1.
- »— (1935) Die postglazialen Niveauverschiebungen im mittleren Uusimaa mit Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu steinzeitlichen Wohnplätzen. *Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A*, 64, Nr. 1.
- AARIO, RISTO (1965 a) Development of ancient Lake Päijänne and the history of the surrounding forests. *Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A*, III, 81.
- »— (1965 b) Die Fichtenverhäufung im Lichte von  $C^{14}$ -Bestimmungen und die Altersverhältnisse der finnischen Pollenzonen. *C. R. Soc. Géol. Finlande* 37, S. 215—231. *Bull. Comm. géol. Finlande* 218.
- ALETSEE, LUDVIG (1959) Zur Geschichte der Moore und Wälder des nördlichen Holsteins. *Nova Acta Leopoldina. N. F.* 139, 21.
- ALHONEN, PENTTI (1964) Radiocarbon age of waternut (*Trapa natans* L.) in the sediments of Lake Karhejärvi, SW-Finland. *Mem. Soc. F. Fl. Fennica* 40, S. 192—197.
- ANDERSSON, GUNNAR (1892) Om slamning af torf. *Geol. Fören. Stockholm Förh.* 14, S. 506—508.
- »— (1898) Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora. *Fennia* 15. *Bull. Comm. géol. Finlande* 8.
- ANGERVO, J. M. und LEIVISKÄ, IIVARI (1944) Maapallon ilmastot. *Porvoo*.
- ASSARSSON, G. und GRANLUND, E. (1924) En metod för pollenanalys av minerogena jordarter. *Geol. Fören. Stockholm Förh.* 46, S. 76—82.
- AUER, VÄINÖ (1928) Über die Einwanderung der Fichte in Finnland. *Comm. Inst. Quaest. Forest. Finlandiae* 13, S. 1—24.
- »— (1959) The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part III. Shoreline displacements. *Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A*, III, 60.
- AUROLA, ERKKI (1938) Die postglaziale Entwicklung des südwestlichen Finnlands. *Bull. Comm. géol. Finlande* 121.
- AVERDIECK, FRITZ-RUDOLF (1957) Zur Geschichte der Moore und Wälder Holsteins. *Nova Acta Leopoldina. N. F.* 130, 19.
- BACKMAN, A. L. (1919) Torvmarksundersökningar i mellersta Österbotten. *Acta Forest. Fennica* 12, Nr. 1.
- »— (1941) *Najas marina* in Finnland während der Postglazialzeit. *Acta Bot. Fennica* 30, S. 1—38.
- »— (1943) *Ceratophyllum submersum* in Nordeuropa während der Postglazialzeit. *Acta Bot. Fennica* 31, S. 1—38.
- »— (1948) *Najas flexilis* in Europa während der Quartärzeit. *Acta Bot. Fennica* 43, S. 1—44.
- »— (1950) *Najas tenuissima* (A.Br.) Magnus einst und jetzt. *Soc. Scient. Fennica* 10, 19, S. 1—36.
- »— (1951) *Najas minor* All. in Europa einst und jetzt. *Acta Bot. Fennica* 48, S. 1—32.
- BEIJERINCK, W. (1947) Zadenatlas der nederlandsche flora. Wageningen.



- BERTSCH, KARL (1941) Früchte und Samen. Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit. Stuttgart.
- BLYTT, AXEL (1876) Essay on the Immigration of the Norwegian Flora during alternating rainy and dry periods. Christiania.
- BRANDER, G. (1935) Bålen-See-Studien 2. Die baltische Diatomeen-Succession des Bålen-Bäckens. Geol. Fören. Stockholm Förh. 57, S. 318—340.
- BÜLOW, K. VON (1929) Allgemeine Moorgeologie. Einführung in das Gesamtgebiet der Moorkunde. Berlin.
- CAJANDER, A. K. (1914) Metsätalouden perusteet II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.
- DE GEER, GERARD (1882) Om en postglacial landsänkning i södra och mellersta Sverige. Sverges Geol. Unders., Ser. C, 52.
- »— (1896) Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden. Stockholm.
- DENGLER, A. (1912) Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Verbreitungsgebiete einiger forstlich und pflanzengeographisch wichtigen Holzarten in Nord- und Mitteldeutschland. II. Die Horizontalverbreitung der Fichte (*Picea excelsa* L.). Neudamm.
- DOKTUROWSKY, W. und ANUFRIEW, G. (1931) Beiträge zur Stratigraphie der Leningrader Torfmoore. Arb. d. Torfinst. 9M., r., d.r.
- Домбровская, А. Б., Коренева, М. М., Тюремнов, С. Н. (1959) Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. Москва-Ленинград
- DONNER, JOAKIM (1951) Pollen-analytical studies of Late-Glacial deposits in Finland. C. R. Soc. Géol. Finlande 24, S. 1—92. Bull. Comm. géol. Finlande 154.
- »— (1952) On the early post-Glacial shoreline displacement in south-east Finland. Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, III, 29.
- »— (1958) The late-glacial period and its correlation with the retreat stages of the ice in Finland. C. R. Soc. Géol. Finlande 30, S. 79—86. Bull. Comm. géol. Finlande 180.
- »— (1963) The zoning of the postglacial pollen diagrams in Finland and the main changes in the forest composition. Acta Bot. Fennica 65, S. 1—40.
- »— (1964) The late-glacial and postglacial emergence of south-western Finland. Soc. Scient. Fennica 30, S. 1—47.
- EBERLE, G. (1926) Einiges über die Wasser- oder Spitznuss (*Trapa natans*). Aus Natur und Museum. Frankfurt am M. 6, S. 165—171.
- »— (1927) Die Entwicklung der Wassernusspflanze (*Trapa natans* L.) von reifer Frucht bis zum Auftauchen der Blattrosette. Aus Natur und Museum. Frankfurt am M. 12, S. 13—27.
- ENQUIST, FR. (1929) Studier över samtida växlingar i klimat och växtlighet. Summary: Studies of contemporary changes in climate and vegetation. Svensk Geogr. Årsbok. S. 7—50.
- »— (1933) Trädgränsundersökningar. Referat: Baumgrenzuntersuchungen. Svenska Skogsvårdsför. Tidskr. 26, S. 145—214.
- FAEGRI, K. (1940) Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen. II. Zur spätquartären Geschichte Jaerens. Bergens Museums Årb. 1939—40. Naturvit. rekke 7.
- FAIRBRIDGE, R. W. (1961) Eustatic changes in sea level (Physics and Chemistry of the Earth, Vol. 4). Pergamon Press, S. 99—185.
- FIRBAS, F. (1949) Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Allgemeine Waldgeschichte. Jena.
- FLORIN, MAJ-BRITT (1946) Clypeusflora i postglaciala fornsjölagerföljder i östra Mellansverige. Geol. Fören. Stockholm Förh. 68, S. 429—458.
- FLORIN, STEN (1948) Kustförskjutningen och bebyggelseutvecklingen i östra Mellansverige under senkvartär tid. Geol. Fören. Stockholm Förh. 70, S. 1—204.
- FRIES, MAGNUS (1951) Pollenanalytiska vittnesbörd om senkvartär vegetationsutveckling, särskilt skogshistoria, i nordvästra Götaland. Deutsche Zusammenfassung: Pollenanalytische Zeugnisse der spätquartären Vegetationsentwicklung, hauptsächlich der Waldgeschichte, im nordwestlichen Götaland (Südschweden). Acta Phytogeogr. Suecica 29.

- GAMS, H. (1925 a) Die postglaziale Wärmezeit. Geogr. Zeitschr. 31.  
 —»— (1925 b) Aus der Geschichte der Flora und Fauna des Bodensees. Schrift. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees 53.
- GERASIMOV, D. A. (1926) Klimaänderungen und Waldentwicklung des Gouvernements Twer während der postglacialen Zeit. Bull. du jardin bot. princ. de l' U.R.S.S., 25, 4. Leningrad.  
 —»— (1930) On the age of the Russian peatbogs. Geol. Fören. Stockholm Förh. 52, S. 19—46.
- GLØERSEN, A. T. (1884) Vestlands-Granen og dens Indvandrings-Veie. Norske Forstforen. Aarb. 1884, S. 1—41.
- GODWIN, H. (1943) Coastal peat beds of the British Isles and North Sea. Jour. Ecol. 31.  
 —»— (1945) Coastal peat-beds of the North Sea region, as indices of land and sea-level changes. New Phytol. 44, S. 129.  
 —»— (1956) The history of the British flora. Cambridge.
- HAFSTEN, ULF (1956) Pollen-analytic investigation on the late Quaternary development in the inner Oslofjord area. Univ. Bergen Årb. Naturvit. rekke 8.
- HALDEN, BERTIL (1916) Försök till bestämning af Litorinagränsen i Hälsingland. Geol. Fören. Stockholm Förh. 38, S. 224—225.  
 —»— (1917) Om torvmossen och marina sediment inom norra Hälsinglands Litorinaområde. Sveriges Geol. Unders. Ser. C, 280.  
 —»— (1929) Kvartärgeologiska diatomacéstudier belysande den postglaciala transgressionen å svenska västkusten. 1. Högnästrakten. Geol. Fören. Stockholm Förh. 51, S. 311—366.
- HAMMEN, T. VAN DER (1951) Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Leidse Geol. Med. 17.  
 —»— (1952) Dating and correlation of periglacial deposits in Middle and Western Europe. Geologie en Mijnbouw, N. W. 9.
- HERLIN, RAFAEL (1896) Paläontologisk-växtgeografiska studier i norra Satakunta. Vet. Medd. Geogr. Fören. i Finland, III.
- HIITONEN, ILMARI (1933) Suomen kasvio. Helsinki.
- HYYPÄ, ESA (1933) Das Klima und die Wälder der spätglazialen Zeit im Bereich der Karelischen Landenge. Acta Forest. Fennica 39, Nr. 4.  
 —»— (1936) Über die spätquartäre Entwicklung Nordfinlands mit Ergänzungen zur Kenntnis des spätglazialen Klimas. Bull. Comm. géol. Finlande 115.  
 —»— (1937) Post-Glacial changes of shore line in South-Finland. Ibid. 120.  
 —»— (1941) Über das spätglaziale Klima in Finnland. Geol. Rundschau 32, S. 595—611.  
 —»— (1942) Beiträge zur Kenntnis der Ladoga- und Ancylustransgression. C. R. Soc. Géol. Finlande 15, S. 137—178. Bull. Comm. géol. Finlande 128.  
 —»— (1951) Kuvia Salpausselän rakenteesta Summary: On the structure of the First Salpausselkä. Geologi Nr. 2—3, S. 5—7.  
 —»— (1960) Quaternary geology of eastern and northern Finland. Internat. Geol. Congress, XXI session Norden 1960. Guide to excursion No. C 35.  
 —»— (1963) On the Late-Quaternary history of the Baltic Sea. Fennica 89, S. 37—48.  
 —»— HOFFREN, V. und ISOLA, A. (1962) Geological Survey of Finland radiocarbon measurements, 1. Radiocarbon 4, S. 81—83.  
 —»— (1963) Geological Survey of Finland radiocarbon measurement 2. Radiocarbon 5, S. 302—304.
- ILVESSALO, YRJÖ (1960) Soiden esiintyminen Suomessa. Summary: The occurrence of swamps in Finland. Suo 4, S. 55—62.
- IVERSEN, JOHNS (1949) The influence of prehistoric man on vegetation. Danm. Geol. Unders. IV, 4 Række, 3, 6.  
 —»— (1954) The Late-Glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. Danm. Geol. Unders. II, Række, 80, S. 87—119.
- JESSEN, KNUD (1935) Archeological dating in the history of North Jutland's vegetation. Acta Archaeol 5, 2.

- JESSEN, KNUD (1938) Some West Baltic pollen diagrams. Quartär 1.  
 —»— (1949) Studies in Late Quaternary deposits and flora-history of Ireland. Proc. Royal Irish Academy, 52, B, 6.
- JØRGENSEN, SVEND (1954) A pollen analytical dating of Maglemose finds from the bog Aamosen, Zealand. Danm. Geol. Unders. II, Raekke, 80, S. 159—187.
- KANERVA, REINO (1956) Pollenanalytische Studien über die spätquartäre Wald- und Klimageschichte von Hyrynsalmi in NO-Finnland. Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, III, 46.
- KILPI, S. (1937) Das Sotkamo-Gebiet in spätglazialer Zeit. Bull. Comm. géol. Finlande 117.
- KUJALA, VIJO (1939) Itäisen Kymenlaakson kasvisto. Kymenlaakson Osakunnan Kotiseutujulkaisu Ankkapurha, I, Kouvola. S. 158—180.  
 —»— und ULVINEN, ARVI (1964) Floristische Untersuchungen in Ost-Kymenlaakso in Südfinnland. Ann. Bot. Soc. »Vanamo» 35, Nr. 3.
- LAGERHEIM, G. (1902 a) Bidrag till kännedom om kärnkryptogamernas forna utbredning i Sverige och Finland. Geol. Fören. Stockholm Förh. 24, S. 37—43.  
 —»— (1902 b) Metoder för pollenundersökning. Bot. Notiser.
- LAPPALAINEN, VEIKKO (1962) The shore-line displacement on southern Lake Saimaa, Acta Bot. Fennica 64, S. 1—125.
- LINDBERG, HARALD (1898) Sakkolan pitäjän Isosuon kasvitieteellinen tutkimus. Suomen Suoviljelysyhd. vuosik., 1. S. 98—157.  
 —»— (1899) En rik torrfyndighet i Jorois socken, Savolaks. Ibid. S. 1—37.  
 —»— (1900) Suomen turvesuot. Ibid. 2, S. 1—73.  
 —»— (1910) Phytopaläontologische Beobachtungen als Belege für postglaziale Klimaschwankungen in Finnland. »Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit», Stockholm.
- LUMIALA, O.V. (1939) Das Moor Vanhalammensuo (Kuusamo, Korvasvaara). Ann. Bot. Soc. »Vanamo» 12, Nr. 3, S. 1—16.  
 —»— (1940) Zwei Moorprofile aus Siilinjärvi, dem nördlichsten bekannten Fundort fossiler *Trapa natans* in Finnland. C. R. Soc. Géol. Finlande 15, S. 1—20. Bull. Comm. géol. Finlande 128.
- LUTHER, HANS (1951) Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinnland. II. Spezieller Teil. Acta Bot. Fennica 50.
- MARKOV, K. K. und PORETZKY, W.S. (1935) Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchung über die Geschichte des Finnischen Meerbusens, Ladoga- und Onegasees. Beih. Bot. Zentralbl. 52, S. 389—446.
- MÖLDER, KARL (1943) Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in der Pojo-Bucht. Ann. Bot. Soc. »Vanamo» 18, Nr. 2, S. 1—202.  
 —»— (1958) Suomen geologinen kartta. Maaperäkartta. Lehti 3042. Hamina.  
 —»— (1960) Suomen geologinen kartta. Maaperäkartta. Lehti 3131. Taavetti.  
 —»— (1962) Über die Diatomeenflora des Bottnischen Meerbusens und der Ostsee. Merentutkimuslaitoksen julk. Nr. 203.
- »— VALOVIRTA, V. und VIRKKALA, K. (1957) Über Spätglazialzeit und frühe Postglazialzeit in Südfinnland. Bull. Comm. géol. Finlande 178.
- MÜLLER, H. (1953) Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. Nova Acta Leopoldine. N. F. 16, 110.
- MUNTHE, HENR. (1887) Om postglaciala aflagringar med *Ancylus fluviatilis* på Gotland. Kungl. Vet.-Akad. Öfvers. Förh. 10.  
 —»— (1902) Beskrivning till kartblandet Kalmar. Sveriges Geol. Unders., Ser. Ac, 6.  
 —»— (1910) Studies in the Late-Quaternary history of southern Sweden. Geol. Fören. Stockholm Förh. 32, S. 1197—1294.  
 —»— (1940) Om Nordens, främst Balticums, senkvartära utveckling och stenåldersbebyggelse. Kungl. Vet.-Akad. Handl. III, 19, 1.

- NATHORST, A. G. (1870) Om några arktiska växtlämningar i en sötvattenslera vid Alnarp i Skåne. Lunds Univ. Årsskr. 7.
- (1885) Förberedande meddelande om floran i några norrländska kalktuffer. Geol. Fören. Stockholm Förh. 98, S. 762—776.
- NILSSON, ERIK (1953) Om södra Sveriges senkvartära historia. Geol. Fören. Stockholm Förh. 75, S. 155—246.
- (1960) Södra Sverige i senglacial tid. Geol. Fören. Stockholm Förh. 82, S. 134—149.
- (1964) Geochronological investigations in Southern Sweden. Geol. Fören. Stockholm Förh. 86, S. 162—170.
- NILSSON, TAGE (1935) Die pollenanalytische Zonengliederung der spät- und postglazialen Bildungen Schonens. Geol. Fören. Stockholm Förh. 57, S. 385—562.
- (1948) On the application of the Scanian Post-Glacial zone system to Danish pollen-diagrams. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 5, 5.
- (1961) Ein neues Standardpollendiagramm aus Bjärsjöholmssjön in Schonen. Lunds Univ. Årsskr. N. F. (2) 56.
- (1964) Standardpollendiagramme und  $C^{14}$ -Datierungen aus dem Ageröds Mosse im mittleren Schonen. Lunds Univ. Årsskr. N. F. 59.
- OKKO, MARJATTA (1962) On the development of the First Salpausselkä, west of Lahti. Bull. Comm. géol. Finlande 202.
- OKKO, VEIKKO (1948) On the development of the Heposuo bog, near the town of Kuopio. C. R. Soc. Geol. Finlande 21, S. 33—44. Bull. Comm. géol. Finlande 142.
- (1949) Suomen geologinen yleiskartta. Lehti B 4. Kokkola. Maalajikartan selitys. Geologinen tutkimuslaitos.
- (1957) The second Salpausselkä at Jylisjärvi, east of Hämeenlinna. Fennia 81, No. 4.
- PFEIL, W. (1860) Die deutsche Holzzucht. Begründet auf die Eigentümlichkeit der Forsthölzer und ihr Verhalten zu dem verschiedenen Standort. Leipzig.
- POST, LENNART VON (1909) Stratigraphische Studien über einige Torfmoore in Närke. Geol. Fören. Stockholm Förh. 31, S. 629—706.
- (1916) Skogsträdpollen i sydsvenska torvmosselagerföljder. Forhandl. 16. skand. naturforsk. møte Kristiania 1916.
- PURKYNĚ, EMANUEL VON (1877) Ueber zwei in Mitteleuropa wachsende Fichtenformen. All. Forst- und Jagdz. S. 1—10.
- RAMSAY, WILHELM (1926) Nivåförändringar och stenåldersbosättningen i det baltiska området. Fennia 47, Nr. 4.
- (1931) Material zur Kenntnis der spätglazialen Niveaushiftungen in Finnland. Fennia 54, Nr. 3.
- SALMI, MARTTI (1948) Die Ancylostergression in dem Moore Hangassuo im Süd-Finnland. C. R. Soc. Geol. Finlande 21, S. 1—20. Bull. Comm. géol. Finlande 142.
- (1955) Geologische Darlegung des Bronzeschwertfundes von Kiukainen. Suomen Museo, S. 77—83.
- (1959) Konnunsuo, turvegeologinen tutkimus. Summary: Konnunsuo bog. A peatgeological investigation. Suo 3, S. 50—56.
- (1961) Two Littorina transgressions in Virolahti, Southeastern Finland. C. R. Soc. Geol. Finlande 33, S. 417—436. Bull. Comm. géol. Finlande 1960.
- (1962) Radiocarbon determinations from the bog profile of Lapaneva, Kihniö, Western Finland. C. R. Soc. Geol. Finlande 34, S. 195—205. Bull. Comm. géol. Finlande 204.
- (1963) On the Late-Quaternary distribution in Finland of the filbert (*Corylus avellana* L.) Bull. Comm. géol. Finlande 207.
- SAMUELSSON, G. (1934) Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nordeuropa (Fennoskandien und Dänemark). Acta Phytogeogr. Suecica, 6.

- SAURAMO, MATTI (1923) Studies on the Quaternary varve sediments in southern Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 60.
- »— (1929) The Quaternary geology of Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 86.
- »— (1934) Zur spätquartären Geschichte der Ostsee. C. R. Soc. Geol. Finlande 8, S. 28—87. Bull. Comm. géol. Finlande 104.
- »— (1937) Das System der spätglazialen Strandlinien im südlichen Finnland. Soc. Scient. Fennica, Comment. Phys.-Math. 9, No. 10.
- »— (1939) The mode of the land upheaval in Fennoscandia during Late-Quaternary time. Fennia 66, No. 2.
- »— (1940) Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan. Porvoo-Helsinki.
- »— (1941) Die Geschichte der Wälder Finnlands. Geol. Rundschau 32.
- »— (1946) Waldgeschichtliche Gliederung des Spätglazials. Sitzungsber. Finn. Akad. Wiss.
- »— (1947) Studier öfver de senglaciala nivåförändringarna i Fennoskandia. Geol. Fören. Stockholm Förh. 69, S. 79—107.
- »— (1949) Das dritte Scharnier der fennoskandischen Landhebung. Soc. Scient. Fennica. Årsbok-Vuosikirja 27 B, Nr. 4.
- »— (1954) Das Rätsel des Ancylussees. Geol. Rundschau 42.
- »— (1955) On the nature of the Quaternary crustal upwarping in Fennoscandia. Acta Geographica 14, S. 334—348. Helsinki.
- »— (1958) Die Geschichte der Ostsee. Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, III, 51.
- SAVOLAHTI, ANTTI (1956) The Ahvenisto massif in Finland; the age of the gabbro-anorthosite complex and the crystallization of rapakivi. Bull. Comm. géol. Finlande 174.
- SCHMITZ, HEINZ (1953) Die Waldgeschichte Ostholsteins und der zeitliche Verlauf der postglazialen Transgression an der holsteinischen Ostseeküste. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch. 66, Nr. 3.
- SCHÜTRUMPF, R. (1955) Das Spätglazial. Eiszeitalter und Gegenwart 6, S. ;1—51.
- SIMOLA, LIISA KAARINA (1963) Über die postglazialen Verhältnisse von Vanajavesi, Leteensuu und Lehijärvi sowie die Entwicklung ihrer Flora. Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, III, 70.
- SERNANDER, RUTGER (1891) Über subfossile Strünke auf dem Boden schwedischer Seen. Bot. Centralbl. 1891.
- »— (1894) Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Uppsala.
- »— (1912) Postglaziale Klimaschwankungen im skandinavischen Norden. Gerlands Beitr. zur Geophysik 11, Nr. 2—4, Leipzig.
- SORSA, PENTTI (1964) Über das Spätglazial in Salla, Nordfinnland. Ann. Bot. Fennici 1, S. 97—105.
- STEENSTRUP, JAPETUS (1842) Geognostisk-geologisk Undersøgelse af Skovmoserne Vidnesdam- og Lille-mosse i det nordlige Sjælland. Vid. Selsk. naturvid. og math. Afh. 9. Kjøbenhavn.
- SUNDELIN, UNO (1917) Fornsjöstudier inom Stånåns och Svartåns vattenområden. Sveriges Geol. Unders. Ser. Ca, 16.
- »— (1919) Über die spätquartäre Geschichte der Küstengegenden Östergötalands und Smålands. Bull. Geol. Inst. Upsala 16.
- »— (1924) Om sydsandinavians senkvartära nivåförändringar. Geol. Fören. Stockholm Förh. 46, S. 495—512.
- TANNER, V. (1933) On the nature of the Salpausselkä ridges in Finland; some old and new data. Fennia 58, Nr. 3.
- THOMASSON, H. (1927) Baltiska tidbestämningar och baltisk tidsindelning vid Kalmarsund. Geol. Fören. Stockholm Förh. 49, S. 19—76.
- »— (1935) Äldre baltiska skeden. Geol. Fören. Stockholm Förh. 57, S. 599—625.
- TORELL, OTTO (1887) Undersökningar öfver istiden. Sverges Geol. Unders. Ser. C, 91.
- TYNNI, RISTO (1959) Über das Vorkommen von *Ephedra distachya* L. während des Spät- und Postglazials in Finnland. Arch. Soc. 'Vanamo' 13, Nr. 2.

- TYNNI, RISTO (1960) Ostseestadium während der Allerödzeit in Askola, Ost-Uusimaa, (Südfinnland). C. R. Soc. Géol. Finlande 32, S. 149—157. Bull. Comm. géol. Finlande 188.
- VALOVIRTA, E.J. (1937) Untersuchungen über säkulare Landhebung als pflanzengeographischer Faktor. Acta Bot. Fennica 20.
- »— (1950) Über die Strandhöhenzonen als Hilfsmittel bei der Schärenflora im Landhebungsgebiet. Ibid. 47.
- VALOVIRTA, VEIKKO (1960) Paläobotanische Untersuchung über einen nördlichen Fundort subfossiler *Trapa natans* L. in Süd-Pohjanmaa. C. R. Soc. Géol. Finlande 32, S. 41—65. Bull. Comm. géol. Finlande 188.
- »— (1962) *Cladium mariscus* in Finnland während der Postglazialzeit. Bull. Comm. géol. Finlande 197.
- VASARI, YRJÖ (1962) A study of the vegetational history of the Kuusamo district (North East Finland) during the Late-Quaternary period. Ann. Bot. 'Vanamo' 33, Nr. 1.
- VIRKKALA, K. (1950) Kuusen yleistymisen ajankohta Länsi-Suomessa. Summary: The date of the beginning of the general spread of the spruce in West Finland. Terra, S. 35—41.
- »— (1953) Altitude of the Littorina limit in Askola, Southern Finland. C. R. Soc. Géol. Finlande 26, S. 59—72. Bull. Comm. géol. Finlande 159.
- »— (1959) Über die spätquartäre Entwicklung in Satakunta, W-Finnland. Bull. Comm. géol. Finlande 183.
- WEBER, C.A. (1893) Über die diluviale Vegetation von Klinga in Brandenburg und ihre Herkunft. Engler's Bot. Jahrb. 17.
- ZEIST, W. VON (1955) Pollen analytical investigations in the Northern Netherlands. Acta Bot. Neerland 4, S. 1—61.

Zone	V				IV								III				
	530	540	550	553	556	560	562	564	566	568	570	575	580	585	590	595	600
<b>Salz- und Brackwasserformen:</b>																	
<i>Amphora americana</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>A. mexicana</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	9	3	3	1	1
<i>A. commutata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	2	1	8	7
<i>Campylodiscus echeneis</i> ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	3	2
<i>Diploneis interrupta</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1
<i>D. smithii</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	2	—	2
<i>Grammatophora oceanica</i> ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Gyrosigma balticum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	1	3	—	—	1	—
<i>Nitzschia navicularis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	10	14	6	15	30	44
<i>N. obtusa</i> .....	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. punctata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	2
<i>Pyxidicula</i> sp. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhabdonema arcuatum</i> ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>R. minutum</i> .....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—
<i>Rhopalodia gibberula</i> ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>R. musculus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Synedra tabulata</i> .....	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<b>Süss- und Brackwasserformen:</b>																	
<i>Cymbella prostrata</i> .....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Epithemia sorex</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. turgida</i> (v. <i>westermanni</i> )	6	23	27	17	—	—	—	—	—	26	5	4	2	5	3	5	3
<i>E. turgida</i> v. <i>granulata</i> ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	1	—	—	—	—
<i>E. zebra</i> .....	15	32	28	5	3	1	2	1	1	20	5	—	4	—	—	3	2
<i>E. zebra</i> v. <i>porcellus</i> .....	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Mastogloia smithii</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—
<i>Rhoicosphenia curvata</i> ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—
<b>Ancylus-Formen:</b>																	
<i>Amphora ovalis</i> .....	1	—	2	—	2	—	3	—	—	5	22	20	14	15	18	15	13
<i>Campylodiscus noricus</i> v. <i>hibernica</i> .....	—	1	—	—	14	1	—	—	—	1	25	20	15	15	5	1	—
<i>Cymbella aspera</i> .....	—	1	—	1	2	—	1	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Epithemia hyndmanni</i> ....	2	16	12	22	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gyrosigma attenuatum</i> ....	—	4	9	21	13	2	—	—	—	1	6	10	16	30	31	13	7
<i>Melosira arenaria</i> .....	3	1	2	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. granulata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	6	—	4	—	—
<i>M. islandica</i> ssp. <i>helvetica</i> .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	4	14	7	4	4	—	—
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> .	2	—	—	—	1	1	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Epiphytische Formen:</b>																	
<i>Cocconeis disculus</i> .....	—	—	7	11	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. placentula</i> .....	2	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cymbella affinis</i> .....	2	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. cistula</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
<i>C. cymbiformis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
<i>C. sinuata</i> .....	1	2	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	3
<i>Epithemia argus</i> .....	—	7	7	4	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	1	—	—
<i>Gomphonema acuminatum</i> .	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. lapponica</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i> ....	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—

Beilage I

Moore Leuksuo, Michikkälä

Zone	V				IV						III						
	530	540	550	553	556	560	562	564	566	568	570	575	580	585	590	595	600
Tiefe cm																	
<b>Litoralformen:</b>																	
Achnantes linearis	3	1	1	1	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
A. minutissima	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A. peragalli	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caloneis schumanniana	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
Cymatopleura elliptica	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—
Diploneis elliptica	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	1	2	2	2	3	4
D. puella	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	1	4	7	7
Eunotia diodon	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
E. exigua	—	—	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. pectinalis	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
E. pectinalis v. minor	1	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. praerupta	1	—	—	—	—	2	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fragilaria atomus	—	—	—	—	—	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F. construens	9	1	2	—	2	36	15	17	27	—	2	—	—	—	—	—	—
F. construens v. binodis	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
F. lapponica	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F. pinnata	1	1	—	—	6	26	26	27	47	11	6	—	—	—	—	—	—
F. virescens	1	—	—	—	—	5	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Frustulia rhomboides	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Melosira ambigua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
M. distans	2	—	—	1	—	—	—	2	—	1	1	1	2	1	—	—	—
M. italica	8	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Navicula cocconeiformis	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
N. cryptocephala	2	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N. hustedtii	9	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N. pupula	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Neidium bisulcatum	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Nitzschia fonticola	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Opephora martyi	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Pinnularia cardinalis	—	1	—	—	4	—	7	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
P. gentilis	—	—	—	—	—	—	13	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P. maior	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P. nobilis	2	1	—	2	13	3	10	3	—	1	2	—	1	1	—	—	—
P. viridis	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stauroneis acuta	—	—	—	—	10	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. anceps	—	—	—	1	—	2	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
S. phoenicenteron	2	—	—	—	1	1	2	5	2	—	1	—	—	—	—	—	—
Surirella robusta	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. spiralis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	4	1	1	—	—
S. turgida	—	—	—	—	21	11	6	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Synedra ulna	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Tabellaria fenestrata	2	—	—	—	—	—	3	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Salz- und Brackwasserformen</b>	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	12	21	29	18	25	49	59
<b>Süss- und Brackwasserformen</b>	25	58	55	22	3	1	2	1	1	56	11	4	7	6	4	9	6
<b>Ancylus-Formen</b>	8	23	25	57	33	4	6	9	4	7	58	70	53	64	62	29	20
<b>Epiphytische Formen</b>	6	10	15	15	1	1	—	—	6	10	1	2	1	1	2	2	3
<b>Litoralformen</b>	58	7	4	6	63	94	92	90	89	25	18	3	10	11	7	11	12



Zone	V				IV			
	430	440	450	460	470	480	490	500
Tiefe cm								
<b>Salz- und Brackwasserformen:</b>								
Achnantes hauckiana	—	—	—	—	—	—	—	4
Amphora mexicana	—	—	1	—	—	—	—	—
Cymbella naviculiformis	—	—	—	—	—	1	—	—
Diploneis smithii	—	—	—	—	—	—	—	2
Gyrosigma balticum	—	—	2	—	—	—	—	—
Nitzschia navicularis	—	—	—	—	—	—	—	7
<b>Süss- und Brackwasserformen:</b>								
Cocconeis pediculus	7	—	10	12	4	3	3	—
Cymbella prostrata	—	3	3	3	—	2	3	6
Epithemia sorex	6	7	10	14	8	6	3	—
E. turgida	11	4	16	17	13	23	4	1
E. zebra	6	2	10	4	6	2	1	—
E. zebra v. porcellus	2	2	5	5	1	1	1	—
Fragilaria pinnata	2	—	6	4	8	2	—	2
Opephora martyi	1	1	1	—	1	3	1	—
Rhoicosphenia curvata	1	2	—	2	—	—	—	—
Rhopalodia gibba	3	3	2	4	2	—	—	—
<b>Ancylus-Formen:</b>								
Amphora ovalis	1	2	—	1	2	1	1	28
Cymbella aspera	2	—	—	—	—	—	—	—
Didymosphenia geminata	—	—	—	—	1	1	—	—
Diploneis finnica	—	1	—	—	—	—	—	19
Epithemia hyndmanni	3	13	5	3	2	1	2	3
Cyrosigma attenuatum	2	—	4	3	3	7	3	2
Melosira arenaria	2	4	—	—	—	—	—	—
M. granulata	4	16	7	4	8	11	2	—
M. islandica ssp. helvetica	1	—	3	2	—	1	1	3
Stephanodiscus astrea	1	6	7	1	6	5	1	—
<b>Epiphytische Formen:</b>								
Cocconeis diminuta	1	—	—	—	—	—	—	1
C. disculus	2	—	—	1	2	—	—	—
Cymbella affinis	7	1	—	2	1	1	—	—
C. amphioxys	—	—	—	—	—	—	4	—
C. cymbiformis	—	—	—	1	1	1	—	—
C. gracilis	—	—	—	—	1	—	4	2
C. helvetica	—	2	—	1	—	—	—	—
C. lacustris	—	—	—	—	—	2	—	9
C. lanceolata	—	3	1	1	—	1	—	—
C. leptoceros	—	—	—	—	1	2	—	—
C. sinuata	1	—	—	—	1	—	—	—
C. veneris	—	—	1	—	1	—	—	—
Epithemia muelleri	—	—	—	—	—	—	1	—
Gomphonema acuminatum	—	—	—	—	—	—	1	—
G. acuminatum v. coronata	—	2	—	1	—	—	1	—
G. acuminatum v. brebissoni	1	—	—	—	—	—	—	—
G. constrictum	—	—	—	—	2	1	—	—
G. parvulum	1	1	—	—	—	—	—	—
Hantzschia amphioxys	2	—	—	—	—	—	—	—
Rhopalodia parallela	—	2	—	—	—	—	—	—

Beilage II

Ristikorvensuo, Virolahti

Zone	V				IV			
	430	440	450	460	470	480	490	500
Tiefe cm								
<b>Litoralformen:</b>								
Achnantes calcar .....	—	—	—	—	2	1	—	—
A. lanceolata .....	1	—	—	—	—	—	2	—
A. minutissima .....	2	1	—	—	1	—	—	—
Amphora ovalis v. pediculus .....	2	2	—	—	2	2	—	1
A. perpusilla .....	2	—	1	—	1	—	—	—
Anemoeoneis exilis .....	—	—	—	—	—	1	1	1
Cymatopleura elliptica .....	—	—	—	1	1	2	—	—
Cymbella ehrenbergii .....	1	—	—	—	—	—	2	—
Denticula tenuis .....	1	—	—	—	—	—	—	—
Diploneis elliptica .....	—	—	1	1	1	—	—	—
Eunotia arcus .....	—	—	—	—	—	—	3	—
E. praerupta .....	—	—	—	—	—	—	1	1
Fragilaria construens .....	8	4	1	—	1	1	1	—
F. construens v. binodis .....	6	1	2	1	1	1	—	—
F. intermedia .....	—	—	—	2	—	—	—	—
F. virescens .....	—	—	—	—	—	—	2	—
Frustulia rhomboides .....	—	—	—	—	—	—	3	2
F. rhomboides v. saxonica .....	—	—	—	—	—	—	2	—
Melosira ambigua .....	1	1	—	—	—	—	—	—
Navicula cocconeiformis .....	—	—	—	1	1	—	—	—
N. cuspidata .....	—	1	1	—	1	1	—	—
N. jentzschii .....	—	2	—	—	—	—	—	—
N. kotschyi .....	—	—	—	—	2	—	—	—
N. jutica v. cohnii .....	—	—	—	—	—	1	—	—
N. pupula v. rectangularis .....	1	—	—	2	—	3	3	—
N. radiosa .....	—	3	—	3	2	—	—	—
Nitzschia acuta .....	—	1	—	—	1	—	—	1
N. angustata .....	—	—	—	—	—	—	2	—
N. gracilis .....	—	1	—	—	—	—	—	—
N. fonticula .....	—	—	—	1	—	—	—	—
Pinnularia alpina .....	—	—	—	—	—	1	1	—
P. braunii .....	—	—	—	—	—	—	—	1
P. gentilis .....	—	—	—	—	—	1	—	—
P. gibba .....	—	—	—	—	—	—	8	1
P. interrupta .....	1	1	—	—	1	1	6	—
P. mesolepta .....	—	—	—	—	—	5	2	1
P. microstauron .....	—	—	—	—	—	—	—	1
P. nobilis .....	—	2	—	—	3	1	4	—
P. streptoraphe .....	—	—	—	—	—	—	1	—
Stauroneis anceps .....	1	2	—	—	—	—	4	—
S. phoenicenteron .....	—	—	—	1	—	1	12	—
Surirella turgida .....	—	—	—	—	—	—	1	—
Synedra acus .....	—	—	—	—	1	—	—	—
S. ulna .....	1	1	—	1	1	—	—	—
Tabellaria fenestrata .....	2	1	—	—	2	—	1	1
<b>Salz- und Brackwasserformen</b> .....	—	—	3	—	—	1	—	13
<b>Süss- und Brackwasserformen</b> .....	39	24	63	65	43	42	16	9
<b>Ancylus-Formen</b> .....	16	41	26	14	22	27	10	55
<b>Epiphytische Formen</b> .....	15	11	2	7	10	8	11	12
<b>Litoralformen</b> .....	30	24	6	14	25	23	62	11

Zone	V				IV			III		
	580	585	590	595	600	605	615	625	635	645
Tiefe cm										
<b>Salz- und Brackwasserformen:</b>										
<i>Campylodiscus clypeus</i> v. <i>bicostata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>C. echeneis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3
<i>Diploneis smithii</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	2	4	3
<i>Cyrosigma balticum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1
<i>Nitzschia navicularis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	26	57	34
<i>N. punctata</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
<b>Süss- und Brackwasserformen:</b>										
<i>Cymbella prostrata</i> .....	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
<i>Epithemia intermedia</i> .....	—	—	—	14	12	12	—	—	—	—
<i>E. sorex</i> .....	—	—	—	3	1	—	1	—	—	—
<i>E. turgida</i> (v. <i>westermanni</i> ) .....	—	2	—	23	17	25	5	5	6	5
<i>E. zebra</i> .....	—	—	—	14	15	17	9	2	—	—
<i>E. zebra</i> v. <i>porcellus</i> .....	—	—	—	—	7	11	1	—	1	1
<i>Opephora martyi</i> .....	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—
<i>Rhopalodia gibba</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—
<b>Ancylus-Formen:</b>										
<i>Amphora ovalis</i> .....	—	2	—	3	3	1	—	—	3	8
<i>Campylodiscus noricus</i> v. <i>hibernica</i>	—	—	—	1	6	4	—	—	—	—
<i>Epithemia hyndmanni</i> .....	—	6	—	11	12	3	—	—	—	—
<i>Gyrosigma attenuatum</i> .....	—	4	—	7	—	2	—	2	6	33
<i>Melosira arenaria</i> .....	—	2	—	4	—	—	—	—	—	—
<i>M. granulata</i> .....	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—
<i>M. islandica</i> ssp. <i>helvetica</i> .....	—	—	—	3	—	1	—	1	9	2
<b>Epiphytische Formen:</b>										
<i>Cocconeis placentula</i> .....	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
<i>C. scutellum</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Cymbella affinis</i> .....	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
<i>C. aspera</i> .....	—	9	—	1	2	6	3	—	—	1
<i>C. cistula</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>C. lanceolata</i> .....	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. naviculiformis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>C. parva</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>C. sinuata</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Epithemia muelleri</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Gomphonema acuminatum</i> v. <i>bres-</i> <i>bissoni</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>G. parvulum</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Hantzschia amphioxys</i> .....	—	—	—	—	—	—	2	10	—	1
<i>H. amphioxys</i> v. <i>vivax</i> .....	—	1	—	—	1	—	—	2	—	—

Beilage III

Moore Haapahaikulansuo, Sippola

Zone	V				IV			III		
	580	585	590	595	600	605	615	625	635	645
Tiefe cm										
<b>Litoralformen:</b>										
Achantes septata .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Amphora ovalis v. pediculus .....	—	—	—	—	2	—	2	—	1	—
A. perpusilla .....	—	—	—	—	1	—	5	—	—	—
Caloneis silicula .....	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—
Cymatopleura elliptica .....	—	—	—	—	1	2	—	—	—	2
Cymbella ehrenbergii .....	—	2	—	1	1	—	—	—	—	—
Diploneis elliptica .....	—	—	—	—	1	—	—	3	3	—
Eunotia alpina .....	—	—	(4)	—	—	—	—	—	—	—
E. diodon .....	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—
E. exigua .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
E. formica .....	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
E. gracilis .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
E. lunaris .....	(1)	2	—	—	—	—	—	—	—	—
E. lunaris v. subarcuata .....	—	—	(1)	—	—	—	1	—	—	—
E. praerupta .....	(2)	35	—	2	2	2	8	2	—	—
E. praerupta v. bidens .....	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—
E. sudetica .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
E. veneris .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Fragilaria pinnata .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Cyrosigma acuminatum .....	—	—	—	—	2	1	12	—	—	—
Melosira distans .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
M. italica .....	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Navicula cryptocephala .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
N. exigua .....	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
N. muralis .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
N. pupula .....	—	—	—	—	1	—	13	1	—	—
Neidium bisulcatum .....	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
Pinnularia appendiculata .....	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—
P. brevistriata .....	—	1	—	—	—	—	—	6	—	—
P. cardinalis .....	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—
P. hyppäei .....	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
P. maior .....	—	2	—	—	1	1	2	2	—	—
P. nobilis .....	—	4	(1)	5	1	—	—	—	—	—
P. viridis .....	(10)	23	(5)	1	4	4	4	17	2	1
Stauroneis anceps .....	—	—	—	—	—	—	6	1	—	—
S. phoenicenteron .....	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
Synedra ulna .....	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
Tabellaria fenestrata .....	—	4	—	—	—	—	2	—	—	—
<b>Salz- und Brackwasserformen ..</b>	—	—	—	—	—	—	—	30	69	43
<b>Süss- und Brackwasserformen ..</b>	—	2	—	56	54	66	17	10	7	6
<b>Ancylus-Formen .....</b>	—	14	—	31	21	11	—	4	18	43
<b>Epiphytische Formen .....</b>	(1)	10	—	1	5	7	14	14	—	2
<b>Litoralformen .....</b>	(13)	74	(11)	12	20	16	69	42	6	6



## Beilage IV

Moore Morsiussuo, Vehkalahti

Zone	V					IV					III				
	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
<b>Litoralformen:</b>															
Achnantes calcar . . . . .	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A. lanceolata v. elliptica . . .	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amphora ovalis v. pediculus . . .	—	—	—	—	—	—	8	—	6	—	—	—	—	—	—
A. perpusilla . . . . .	3	4	1	8	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Anamoeoneis sphaerophora . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A. serians v. brachyosira . . .	—	—	—	—	—	—	1	—	3	1	—	—	—	—	—
Caloneis silicula . . . . .	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. schumanniana v. bicon-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
stricta . . . . .	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyclotella meneghiniana . . .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. stelligera . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Cymatopleura elliptica . . . . .	—	2	—	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cymbella ehrenbergii . . . . .	2	1	—	—	2	—	—	—	3	1	2	—	—	1	3
Diploneis domplittensis . . . . .	1	—	—	—	—	—	15	2	—	—	—	—	—	—	—
D. elliptica . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
D. ovalis . . . . .	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
D. puella . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Eunotia alpina . . . . .	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. clevei . . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. diodon . . . . .	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. exigua . . . . .	—	—	—	—	—	1	—	1	3	—	—	—	—	—	—
E. faba . . . . .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
E. flexuosa . . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. formica . . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
E. lapponica . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
E. lunaris . . . . .	—	—	—	—	—	1	—	3	3	—	—	—	—	1	—
E. monodon . . . . .	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. parallela . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6	—	—	—	—
E. pectinalis . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	—	—	3	—
E. pectinalis v. minor . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
E. robusta . . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
E. veneris . . . . .	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fragilaria atomus . . . . .	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F. constricta f. stricta . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
F. construens v. binodis . . . . .	2	3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F. lapponica . . . . .	3	5	2	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F. pinnata . . . . .	11	9	—	2	1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
F. previstriata . . . . .	4	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Frustulia rhomboides v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
saxonica . . . . .	—	—	—	1	—	4	—	3	3	5	8	—	—	2	—
F. vulgaris . . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
Gyrosigma acuminatum . . . . .	1	2	4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
G. spenserii . . . . .	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melosira ambigua . . . . .	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M. distans . . . . .	—	—	3	—	1	1	—	1	—	1	—	—	—	1	2
M. granulata v. angustissima . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	6	—	—	—	—	—	—
Navicula anglica . . . . .	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N. cari . . . . .	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N. cocconeiformis . . . . .	—	—	—	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Forts.

Beilage IV

Zone	V					IV					III				
	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	250	280	290
Tiefe cm															
<i>N. cryptocephala</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—
<i>N. cuspidata</i> v. <i>ambigua</i> ..	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. menisculus</i> .....	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. placentula</i> .....	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pseudocutiformis</i> .....	3	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>N. pupula</i> v. <i>rectangularis</i> ..	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
<i>N. tuscula</i> .....	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Neidium bisulcatum</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	3	—	—	—	—	2	—
<i>N. iridis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Nitzschia holsatica</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	1	—
<i>N. palea</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia appendiculata</i> ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
<i>P. borealis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>P. gentilis</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. gibba</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	—	—	2	1
<i>P. interrupta</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>P. leptosoma</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
<i>P. maior</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—
<i>P. mesolepta</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. mesolepta</i> v. <i>angustata</i> ..	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. microstauron</i> .....	—	—	—	1	—	1	—	2	—	—	6	—	—	1	1
<i>P. molaris</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1	2	—	—	—	—
<i>P. nobilis</i> .....	—	1	—	—	—	10	1	—	3	1	1	—	—	—	1
<i>P. viridis</i> .....	—	—	—	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. sp.</i> .....	—	—	—	—	—	31	—	—	10	6	5	—	—	2	3
<i>Stauroneis anceps</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4
<i>S. phoenicenteron</i> .....	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	1
<i>Surirella biseriata</i> .....	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. caproni</i> .....	—	3	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Synedra ulna</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—
<i>Tabellaria fenestrata</i> .....	1	3	—	1	—	3	—	—	3	—	2	—	—	9	—
<b>Salz- und Brackwasserformen</b> .....	—	—	—	—	—	—	1	81	—	(3)	—	(1)	(1)	—	—
<b>Süss- und Brackwasserformen</b> .....	13	12	18	17	28	1	4	2	9	(1)	—	—	—	(1)	(1)
<b>Ancylus-Formen</b> .....	35	47	47	35	36	11	63	1	12	(4)	(1)	(1)	—	(1)	(2)
<b>Epiphytische Formen</b> ....	13	2	12	11	8	—	—	—	6	(2)	(2)	—	—	(4)	(1)
<b>Litoralformen</b> .....	39	39	22	35	28	88	32	16	73	(30)	(47)	—	—	(44)	(20)







