

# **DIE REGIONALE ENTWICKELUNGS- GESCHICHTE DER WÄLDER ESTLANDS**

VON

**P. W. THOMSON**

---

DORPAT 1929

Druck von C. Mattiesen, Dorpat.

Die meisten Resultate meiner waldgeschichtlichen Forschungen in Estland sind schon in folgenden vorläufigen Mitteilungen veröffentlicht worden:

a) En pollenanalytisk undersökning av Estlands mossar. Svensk Bot. Tidskrift 1925, II. 1, S. 116. b) Die Pollenflora der Torflager Estlands. Bot. Arch. Königsberg 1925. c) Die Stratigraphie der Torfmoore und lacustrinen Sedimente in Estland. Sookultuur III, 1926. d) Pollenanalytische Untersuchungen in Estland. Geol. För. Förh. Bd. 48, H. 4. e) Das geologische Alter der Kunda- und Pernaufunde. Beiträge zur Kunde Estlands. Bd. XIV, H. 1, S. 1—11.

In dieser Arbeit möchte ich an Hand eines grösseren Tatsachenmaterials die regionale Waldgeschichte in Estland im Zusammenhang mit der Geschichte der Ostsee und den bisherigen archäologischen Konnexionen schildern, um einen Teil des vorliegenden Tatsachenmaterials der Allgemeinheit zugänglich zu machen.

Ursprünglich lag die Absicht vor, diese Arbeit in Verbindung mit der genauen stratigraphischen Schilderung der typischsten Moore zu veröffentlichen. Wegen Zeitmangel ist jedoch davon Abstand genommen worden. Die bisher untersuchten Linienprofile werden in einer später erscheinenden Beschreibung einzelner Moorkomplexe publiziert werden, in der auch die Vegetation eingehend berücksichtigt wird.

Dieselben Gründe wie auch die Tatsache, dass im botanischen und geologischen Institut der Universität Riga eifrig auf diesem Gebiet gearbeitet wird, haben mich veranlasst, meine Untersuchungen nicht auf den südlichen Teil des gesamten ostbaltischen Gebietes auszudehnen.

Alle in der vorliegenden Arbeit veröffentlichten Einzeldiagramme und Profile sind für die betreffenden Moore typisch, so dass sie gleichzeitig eine Übersicht über die moorstratigraphischen Verhältnisse Estlands geben.

Das auf über 20 Moorkomplexe verteilte Netz der pollenanalytischen Untersuchungen in Estland ist genügend dicht, um ein umfassendes Bild der Waldgeschichte zu geben.

Letzteres ist insofern von Bedeutung, als in den unmittelbar an Estland angrenzenden Landstrichen im N., S. und O. derartige Untersuchungen sich nur auf einzelne Moorkomplexe erstrecken.

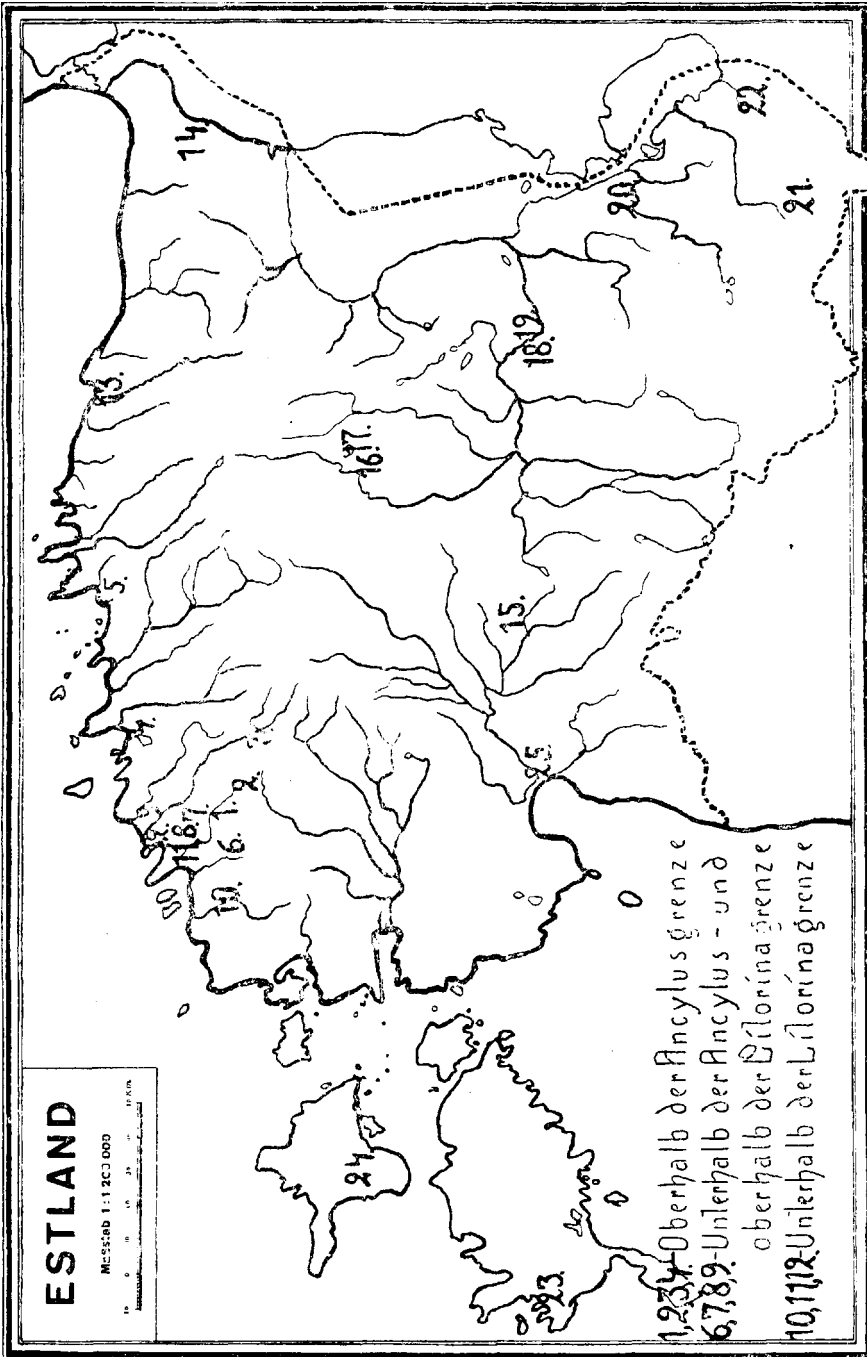
Da in den 3 Jahren, die zwischen meinen ersten vorläufigen Mitteilungen und der Drucklegung dieser Arbeit liegen, zahlreiche Arbeiten auf dem betreffenden Gebiet erschienen sind, in denen die Auswertung der Pollendiagramme ausführlich besprochen wird, so habe ich dieses Thema nicht berührt.

Dass z. B. der Koniferenpollen überrepräsentiert und der der Komponenten des Eichenmischwaldes unterrepräsentiert ist — dürfte eine allgemein bekannte Tatsache sein.

Bei der Pollenanalyse sind in jeder Probe nicht weniger als 150 Baumpollenkörner gezählt worden; in den pollenreichen lacustrinen Ablagerungen meist 200 und mehr.

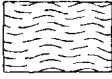

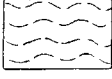



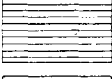

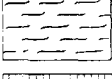

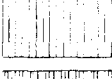

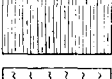

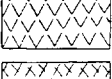


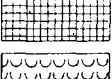
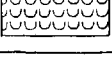
Der Salix- und Coryluspollen ist bei der Berechnung der Mengenverhältnisse nicht in die Waldpollensumme eingeschlossen worden.

---



Übersichtskarte.

## Legende.

	Sphagnum-Torf Stark perselt		Betula
	Sphagnum-Torf Wenig perselt		Salix
	Schlenken-Torf (Sphagnum cuspidatum u. Scheuchzeria)		Pinus
	Seggen-Torf (Caricetum)		Alnus
	Braunmoos-Torf (Hypnetum)		Picea
	Schilf-Torf (Phragmitetum)		Ulmus + Tilia + Quercus
	Gladium-Torf (Cladietum)	.....	Ulmus
	Wollgrasfasern (Eriophorum vaginatum)	---	Tilia
	Bruchwald-Torf	—	Quercus
	Dy (Torfmudde)	—◆—	Corylus
	Detritus-Gyllja	▽	Subatlantisch
	Gyllja (Profundal- u. Algen-Gyllja)	▽	Subboreal
	Bleke (Seekreide) und Kalk-Gyllja	III	Allantisch
		II	Boreal
		I	Subarktisch (Praeboreal)

Mit römischen Zahlen (siehe die Legende) sind die einzelnen klimatischen Perioden der Postglazialzeit bezeichnet, wobei a (z. B. IIa) den Anfang, b resp. c (z. B. IIb) das Ende einer solchen bedeutet.

Die Zahlen in der vorhergehenden Kolumne bedeuten die Baumpollenmenge pro  $\square$  cm des Präparats.

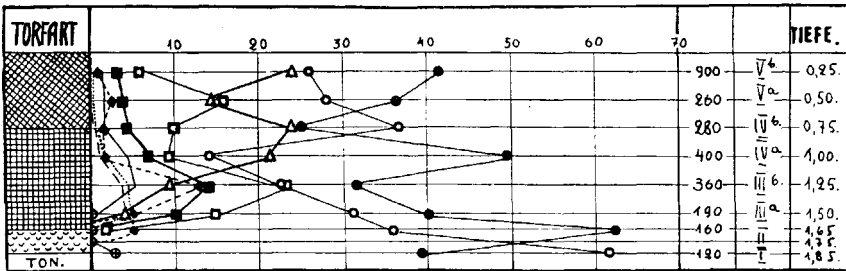
## Teil I.

### Beschreibung der einzelnen Moorprofile.

Moore oberhalb der Ancylogrenze in NW-Estland.

#### Profil I.

Muddenprofil aus dem See Ruil im Kirchspiel Hagers (Hageri), ca. 35 km. südwestlich von Reval. Der See liegt oberhalb der Ancylogrenze, unterhalb der maximalen marinen Grenze.



Der Spiegel des Sees ist künstlich so weit gesenkt worden, dass der grösste Teil desselben sich in einen nicht zu beschreibenden Sumpf verwandelt hat. Die Proben sind im westlichen Teil des Sees mit Hilfe des Moorbohrers genommen worden.

Trotz der geringen Mächtigkeit (unter 2 m) ist die unterste Muddenschicht eine subarktische.

Was die Pollenflora anbetrifft, so ist hier der Wechsel ein normaler: in 1,85 m dominiert *Betula*, subarktisch, höher in 1,65 m folgt schon das boreale *Pinus maximum*. In den atlantischen Schichten dominiert zuerst *Ulmus*, später *Quercus*; hier tritt auch der *Picea*pollen in grösseren Mengen auf. Mit dem Eichen-

mischwaldmaximum fällt auch das von *Alnus* und *Corylus* zusammen.

Das Piceamaximum ist typisch ausgebildet und zweigipflig; zwischen den beiden Gipfeln ist wie in den meisten anderen Profilen ein Ansteigen der *Alnus*frequenz vorhanden. Die *Pinus*frequenz ist wie überall im Transgressionsgebiet auch in den atlantischen Schichten verhältnismässig gross. In den obersten Schichten ist dagegen die *Pinus*- und *Picea*frequenz im Verhältnis zu den benachbarten Profilen gering. Das liesse sich vielleicht dadurch erklären, dass das untersuchte Profil in der Nähe des Westufers liegt. Hier muss, wie schon erwähnt, die Koniferenpollenmenge im Verhältnis zu den schneller sinkenden Laubbaumpollen infolge der vorherrschenden Westwinde eine geringere sein.

Eine Oberflächenprobe ist hier nicht untersucht worden, doch dürfte auch hier die Menge des *Picea*pollens  $\pm 10\%$  betragen, wie in der unmittelbaren Nachbarschaft in Nr. II, III, VIII [sekundärer Kiefern- resp. Birkenanstieg].

Am Südwestufer ist noch eine Grundprobe genommen worden; hier ist das Muddenlager etwas über 2 m mächtig.

In 2,10 m Tiefe — 45% *Betula*- und 46% *Pinus*spollen. Der *Salix*pollen ist auch vorhanden. Diese Pollenflora ist typisch subarktisch.

Von sonstigen Mikrofossilien sind beobachtet worden Gramineenpollen und sehr viel Diatomeen, die auch in keiner der übrigen Proben fehlen. In 1,65 m Pollen von *Myriophyllum* sp. und eine *Sphagnum*spore, sowie Gramineenpollen. In 1,50 m Farnsporen ohne *Exospor*, eine Spore von *Lycopodium* (*annotinum*), *Sphagnum*sporen, Gramineenpollen und ein Pollenkorn von *Myriophyllum* sp. In 1,25 m Farnsporen ohne *Exospor* und Kiefernholz. Weiter in 1 m *Sphagnum*sporen und Farnsporen ohne *Exospor*. Dasselbe in 0,75 m. Hier sind ebenfalls Gramineenpollen vorhanden. In 0,5 m zwei Pollenkörner von *Myriophyllum* sp., Farnsporen ohne *Exospor*, zwei Sporen von *Lycopodium* (*annotinum*), *Sphagnum*sporen, und in 0,3 m *Sphagnum*sporen und *Ericaceae*tetraden.

## Profil II.

Torguraba. (Untersucht den 23./VIII. 1925.)

Höhe über dem Meeresspiegel 26 russ. Faden = ca. 55 m. Unterhalb der maximalen marinen Grenze, oberhalb der *Ancylus*-strandwälle. Im Kirchspiel Hagers (Hageri) gelegen, stellt den nordwestlichen Teil eines grossen Moorkomplexes dar, der zum grössten Teil aus Niedermoor besteht und Suur soo heisst.

Der Suur soo ist mit einer Vegetation bedeckt, die auf einen grösseren Kalkgehalt schliessen lässt. Es dominieren: *Scorpidium scorpidioides*, *Chrysohypnum stellatum*, *Carex Hornschuhiana*, *Schoenus ferrugineus*, *Selaginella selaginoides*, *Calliargon trifarium*, *Saussurea alpina* u. a.

Der nordwestliche Teil — der Torguraba — ist von einem *Pinetocallunetum* eingenommen. Der Kiefernbestand ist einige Meter hoch und ziemlich geschlossen, ein üppiges Unterholz von *Ledum*, *Calluna* und *Vaccinium uliginosum* ist vorhanden. *Sphagnum medium* und *S. parvifolium* bilden den Moosteppich, seltener *Sphagnum fuscum*. Schlenken fehlen vollständig. Mit anderen Worten, man hat es hier mit dem Anfangsstadium einer Hochmoorbildung zu tun.

Der Aufbau ist in diesem Teil mittels eines Bohrers untersucht worden.

### Der Aufbau.

+ 1 m *Sphagnum*torf H<sub>4</sub>.

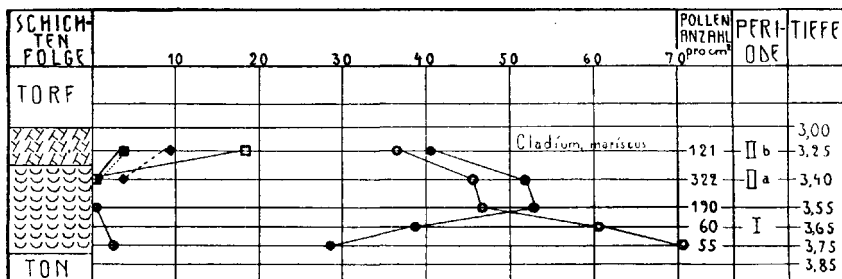
+ 2 m Niedermoor-torf, im untersten Teil sehr stark zersetzt H<sub>8</sub>; in der Tiefe von 2,25 m ist der Zersetzungsgrad ca H<sub>5</sub>; höher steigt er wieder auf ungefähr H<sub>6</sub>. Möglich ist es, dass hier in der Tiefe von 2,32 cm, wo der Zersetzungsgrad sich ziemlich plötzlich von H<sub>5</sub> auf H<sub>7-8</sub> ändert, der subboreal-subatlantische Kontakt vorhanden ist. Da aber hier im kalkreichen Niedermoor-torf die Pollen sehr schlecht erhalten sind, habe ich nur die untersten borealen und präborealen lacustrinen Sedimente untersucht.

Der Niedermoor-torf besteht zuunterst hauptsächlich aus *Scorpidium* und *Drepanocladus*, ist also ziemlich reiner *Hypnum*-torf. Höher hat er einen bruchwaldartigen Charakter.

Samen von *Menyanthes trifoliata* sind hier in der Tiefe von 2 m in grossen Mengen vorhanden.

In 3,25 m Tiefe sind Früchte von *Cladium mariscus* in grösseren Mengen gefunden worden.

Die Pollenflora und den Aufbau der lacustrinen Sedimente zeigt folgendes Diagramm.



In den untersten Schichten ist hier, wie überall oberhalb der Ancyclusstrandwälle, eine sehr typische subarktische Pollenflora vorhanden: *Betula* dominiert, *Salix* ist ebenfalls mit 3% vertreten.

In 3,55 m haben wir es schon mit einer typisch-borealen Pollenflora zu tun. In 3,25 m ist bereits eine spät-boreale II<sub>b</sub> Pollenflora vorhanden.

Die Sedimentation ist in der borealen Periode eine viel langsamere gewesen als in der subarktischen.

Der Piceapollen ist hier überhaupt nicht beobachtet worden; im ganzen sind 850 Baumpollen gezählt worden.

In den subarktischen Schichten, in der Tiefe von 3,75 m und 3,65 m, sind hier 7 Pollenkörner von *Myriophyllum alterniflorum*-Typus gefunden worden. Im übrigen wären Gramineenpollen, Diatomeen und Desmidiaceen zu erwähnen.

Ein vollständigeres Pollendiagramm aus diesem Moorkomplex ist im Bot. Arch. Königsberg 1925 veröffentlicht worden.

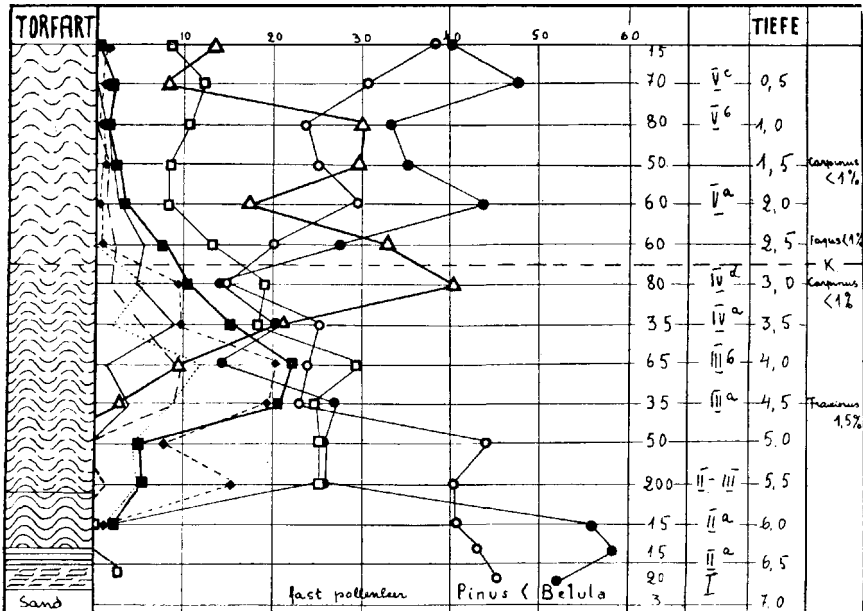
### Profil III.

Hochmoor „Körgsoo“ im Kirchspiel Hagers (Hageri), ca. 35 km südlich von Reval. Höhe über dem Meeresspiegel ca. 32 russ. Faden = ca. 70 m, oberhalb der maximalen marinen Grenze gelegen.

Ein grösseres, stark gewölbtes Hochmoor vom westlichen Typus mit *Trichophorum austriacum* und *Sphagnum molluscum*

in Massenv egetation. Sowohl dieses Moor als der „Suur soo“ (II) sind vom Verfasser eingehend untersucht worden. Eine genauere Beschreibung dieser Moorkomplexe mit durchgehenden Linienprofilen und Vegetationsschilderungen wird als besondere Abhandlung erscheinen.

Hier ist nur ein für dieses Moor besonders typisches Profil herausgegriffen worden.



Die unterste Torfschicht (6,80—6,60 m) besteht aus reinem Hypnumtorf (*Scorpidium* und *Drepanocladus*) und ist fast pollenleer — weniger als 3 Pollenkörner pro  $\square$  cm des Präparats. Höher folgt dann eine hypnumreiche *Carex*-*Radiellen*-Torfschicht mit *Phragmites* von ca. 20 cm Mächtigkeit, die ebenfalls subarktisch ist.

Von 6,30 m an beginnt ein Übergangstorf mit *Sph. teres* und *Sph. recurvum* sowie reichlichem *Phragmites*.

In 6 m Tiefe sind *Scheuchzeria*-Rhizome in Massen vorhanden. Hier, in den spät-borealen Bildungen, ist reichlich Kohle anzutreffen (Waldbrände während der borealen Trockenperiode). Mit 5,5 m Tiefe beginnt der eigentliche Hochmoortorf, wie gewöhnlich im Frühatlanticum.

Etwas höher als 3 m liegt der subboreal-subatlantische Kontakt. Hier grenzt der stark zersetzte subboreale Torf ( $H_3$ ) an den wenig zersetzten subatlantischen ( $H_{3-4}$ ).

Die Mächtigkeit des letzteren (2,50—3 m) ist für ein grösseres Hochmoor in NW-Estland die normale.

Der Wechsel der Zusammensetzung der Pollenflora ist auch ein normaler. In den subarktischen Schichten ist *Betula* reichlich vorhanden, dann folgt das boreale *Pinus maximum* mit dem Auftreten von *Corylus* und *Ulmus*. Der *Alnus*-Pollen ist in geringen Mengen schon in den subarktischen Schichten vorhanden, er rührt wohl von *A. incana* her. Erst beim Übergang des Boreals zum Atlanticum tritt dieser Pollen in grösseren Mengen auf, was wohl mit dem Einwandern von *Alnus glutinosa* in Verbindung steht. Später treten wie gewöhnlich *Tilia*, *Quercus* und *Picea* auf. Der Eichenmischwald kulminiert mit 22,5%, was für eine weniger fruchtbare Gegend eine hohe Zahl ist.

Das *Picea maximum* ist deutlich zweigipflig, ein Gipfel über dem Kontakt, der andere unter ihm.

In den obersten Schichten ist der „sekundäre Kiefernanstieg“ sehr deutlich.

In 3 m (spätsubboreal) und 1,50 m (mittel-subatlant.) ist je ein Pollenkorn von *Carpinus* gefunden worden, was in Estland besonders für das 2. Niveau eine typische Erscheinung ist.

In 2 m fand sich ein Pollenkorn von *Fagus*. Es ist dies das zweite Pollenkorn von *Fagus*, das ich beim Zählen von weit über 50000 Baumpollenkörnern in Estland gefunden habe. Demnach muss es sich um eine Verschleppung aus grosser Entfernung handeln.

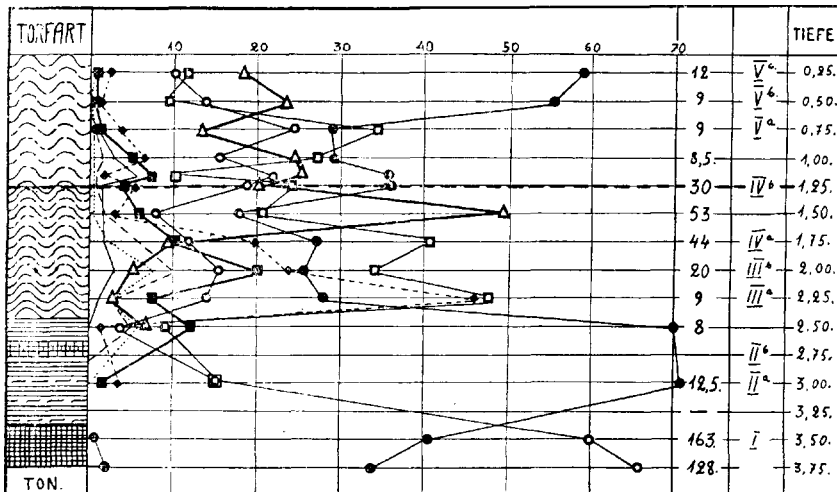
Die typischen Mikrofossilien des Sphagnumtorfs wie *Ericaceentetraden*, Sporen von *Sphagnum* und *Tilletia sphagni*, Gehäuse von *Assulina* und *Amphitrema* sind natürlich überall im Hochmoortorf vorhanden, ferner in den Niedermoortorfschichten *Salix*-Pollen und *Gramineen*-Pollen; in 5,50 m und 4,50 m *Farnsporen* ohne *Exospor* und *Lycopodium*-Sporen, in 1,50 m eine Tetrade von *Drosera*.

## Profil IV.

Hochmoor Söjamäeraba. (Untersucht den 13./VII. 1925.) Schweinsberger Moor.

Einige Kilometer östlich von Reval bei der Station Ülemiste-Dwigatel in der Höhe (Oberflächenhöhe) von 19 russ. Faden = ca. 40 m. Oberhalb der Ancylusstrandwälle gelegen.

Dieses Hochmoor ist durch Gräben trockengelegt worden und wird abgebaut; dadurch ist die natürliche Vegetation im südlichen Teil verschwunden, und auf dem zum Teil abgestorbenen Sphagnumteppich machen sich Heidesträucher und Zwergbirken breit.



Da hier der Torf fast bis zum Untergrunde abgebaut wird, sind sehr schöne Aufschlüsse vorhanden: mit Ausnahme der alleruntersten Proben sind alle, bis zur Tiefe von 2,5 m, direkt aus den Wänden des Torfstiches genommen, so dass hier jede zufällige Verunreinigung derselben vollständig ausgeschlossen ist. Die Proben sind in Abständen von 25 cm genommen worden, in Anbetracht dessen, dass der Torf in diesem Moor infolge der Entwässerung stark zusammengesunken ist, wie sich dies auch aus der geringen Tiefe des hier sehr gut entwickelten subboreal-subatlantischen Kontaktes ersehen lässt.

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass die Entwicklungsgeschichte des Moores folgende ist:

Während der subarktischen Periode befindet sich hier ein See, der während der borealen Periode verlandet.

Bis in die atlantische Periode hinein war hier ein Niedermoor vorhanden. In den untersten Schichten des Niedermoor-  
torfes herrschen Braunmoose (*Drepanocladus* und *Scorpidium*) vor, höher Seggenradicellen.

In der Tiefe von 2,5 m im Niveau II<sub>a</sub>—III<sub>b</sub> findet sich fast reiner *Cladium*torf, aus Rhizomen und Radicellen von *Cladium mariscus* bestehend. In der Tiefe von 2,25 beginnt der Sphagnumtorf, noch mit Phragmitesrhizomen: somit fängt die Hochmoorbildung mit dem Beginn der atlantischen Periode an.

Der atlantische und der subboreale Sphagnumtorf ist gleichmässig gut zersetzt und weist, soweit ich die Aufschlüsse untersucht habe, keine Schlenkenstruktur auf, was mit den Beobachtungen Osvalds im Einklang steht (vergl. Osvald 1925).

Der Kontakt ist gut entwickelt: in der Tiefe von 1,23 m nimmt der Zersetzungsgrad des Torfes plötzlich zu. Eine aus mächtigen Kiefernstubben bestehende Stubbenschicht ist hier auch vorhanden, die darauf hinweist, dass das Moor gegen Ende der subborealen Periode mit schönem Kiefernhochwald bestanden war. Der subatlantische Sphagnumtorf ist normal entwickelt; seine geringe Mächtigkeit ist, wie gesagt, eine Folgeerscheinung der Entwässerung. In nicht entwässerten Mooren beträgt sie oft mehr als das Doppelte.

Der Zuwachs pro Jahrtausend des jüngeren Sphagnumtorfes beträgt hier, wenn wir die Dauer der subatlantischen Periode auf rund 2500 Jahre schätzen, 50 cm. — Wie aus der Pollenmenge hervorgeht, muss der Zuwachs des grossen Torflagers während der subborealen Periode besonders gering gewesen sein.

Dieses kleine, auf dem Kalkplateau des Laksberges gelegene Hochmoor muss, wie aus dem für estländische Verhältnisse besonders gut entwickelten Kontakt hervorgeht, infolge seiner Lage während des Subboreals vollständig abgestorben sein. Für die grossen Hochmoore im Inneren des Landes trifft letzteres nicht zu.

Was nun die Pollenflora anbetrifft, so folgt auf das Dominieren der Birke in den subarktischen Gyttjaablagerungen ein Vorherrschen der Kiefer in den borealen Niedermoor-  
torfschichten:

mit anderen Worten, die *Betula*- und *Pinus*kurve kreuzen sich beim Uebergang von der subarktischen zur borealen Periode.

Die Menge des *Betula*pollens ist in diesem Moor, mit Ausnahme der subarktischen Bildungen, ungewöhnlich gering. *Salix* tritt nur sporadisch auf. Die Schwankungen der *Pinus*frequenz sind normal, mit einem deutlichen Minimum in der atlantischen Periode. Ebenso typisch ist die *Alnus*frequenz: auf das typische atlantische Maximum folgt ein neues, wenn auch geringeres Ansteigen in dem untersten Teil der subatlantischen Schichten (Va). Die *Ulmus*frequenz ist dagegen während der früh-atlantischen Periode sehr gering: in den meisten nordwest-estländischen Mooren beträgt sie über 10 %. Sehr gross ist die Menge des *Tilia*pollens: bis 10 %, wobei letzterer, was ich sonst nirgends beobachtet habe, die Hälfte der gesamten Eichenmischwaldpollenmenge ausmacht (in der Regel beträgt seine Menge höchstens  $\frac{1}{3}$ ). *Quercus* erreicht hier ein Maximum über dem Kontakt, was ich ebenfalls sonst nirgends gesehen habe. Wie bei *Alnus*, ist hier nämlich ein Ansteigen der Pollenfrequenz vorhanden, das aber stets geringer ist als das atlantische Maximum.

Ungemein hoch ist hier auch das *Corylus*maximum, das etwas unter dem Eichenmischwaldmaximum liegt. Immerhin beträgt der *Corylus*index unter 1.

Der *Picea*pollen tritt hier ungewöhnlich früh auf, an der Grenze der atlantischen und borealen Periode mit 7 %, während er sonst zur Zeit des früh-atlantischen *Ulmus*maximums meist vollständig fehlt. Diese Frequenz ist nach G. Erdtman 1921 noch kein Beweis dafür, dass die Fichte während der betreffenden Periode in der Umgebung des Moores wuchs.

Eine Oberflächenprobe habe ich hier nicht untersucht, da sie wegen der vor dem Winde liegenden benachbarten Stadt Reval mit ihren Anlagen nicht typisch gewesen wäre.

Von sonstigen Mikrofossilien sind beobachtet worden: *Sphagnum*sporen, *Ericaceae*tetraden, *Assulina* und *Amphitrema* überall im *Sphagnum*torf, Sporen von *Tilletia sphagni* in 1,25 m, eine Spore von *Lycopodium annotinum* in 1 m.

Im Niedermoortorf in 2,5 m Sporen von *Aspidium thelypteris* in grösseren Mengen als Baumpollenkörner, weit über 100 %.

Farnsporen ohne Exospor in 2,5 m, 3,50 und 0,75 m.

In 1,75 m eine Spore von *Aspidium cristatum*.

In 3,50 m eine Thyphatetrade, Gramineenpollen in 3,75, 3,5, 2,5 und 1 m.

Cyperaceenpollen in 3 m. Menyanthespollen in 3 m.

Pollen von Chenopodiaceentypus in 2,50 m.

In der Gyttja sind Diatomeen reichlich vorhanden.

Pollen von *Myriophyllum alterniflorum* habe ich hier in den subarktischen Gyttjabildungen nicht gesehen, dagegen wohl ein Pollenkorn von *Hypophaetypus*.

### Zusammenfassung.

Die Moore und Seen I, II, III und IV, die oberhalb der Ancyclusstrandwälle und unterhalb und oberhalb der maximalen marinen Grenze liegen, zeigen in ihren untersten Schichten eine typisch subarktische Pollenflora, welche in den limnischen und telmatischen Bildungen unterhalb der Ancyclusstrandwälle fehlt. Den Pollen vom *Myriophyllum alterniflorum*-Typus habe ich nur in II gefunden. Sonst ist der Wechsel der Pollenfloren hier überall der normale: in den atlantischen Schichten das Pinusminimum und Eichenmischwaldmaximum. Die beiden Gipfel des Piceamaximums sind hier sehr gut entwickelt.

Die sogenannte maximale marine Grenze entspricht der Transgressionsgrenze des „Baltischen Eissees“ — „B. III“ (vergl. Ramsay 1929).

Die unterhalb der maximalen marinen Grenze gelegenen Moore Nr. I, II und IV weisen in der untersten Schicht, was das Pollenspektrum anbetrifft, keinen Unterschied von dem oberhalb dieser Grenze gelegenen Nr. III und anderen, noch weiter landeinwärts liegenden Mooren auf.

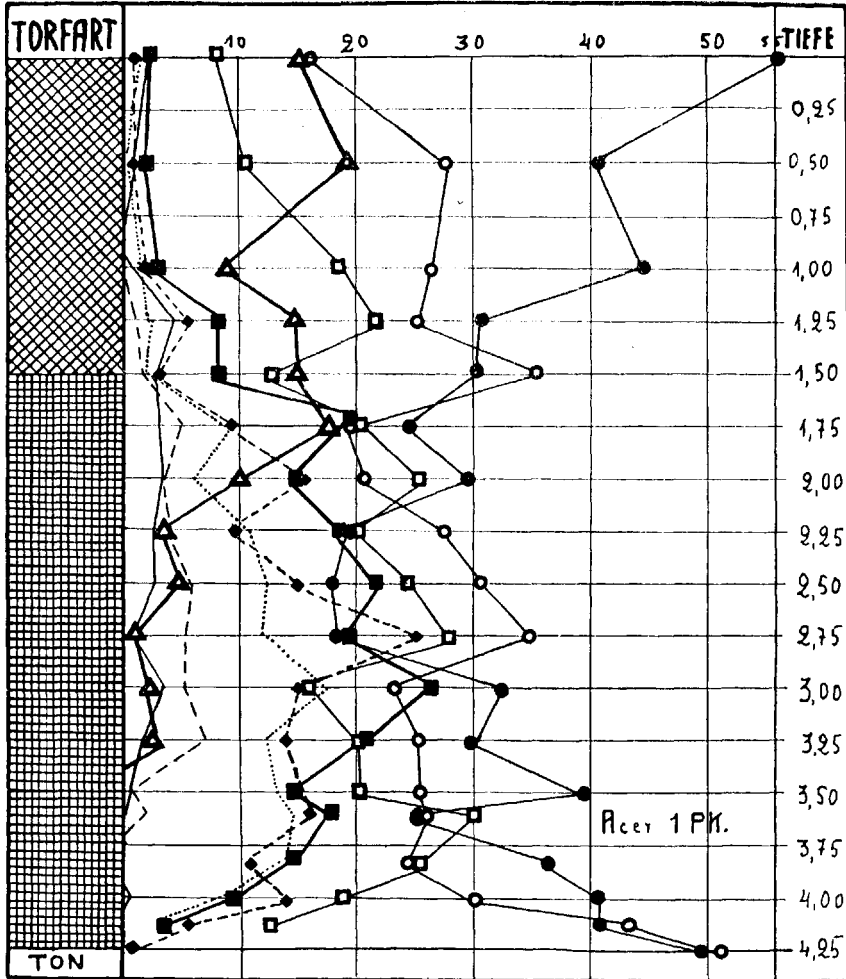
### Moore unterhalb der Ancyclusgrenze und oberhalb der Litorinagrenze.

#### Profil V.

Muddenlager des Sees Kahal (Kahala) im Kirchspiel Kusal (Kuusalu). Das Profil ist entnommen dem heutigen NW-Ufer. Dieser See liegt unterhalb der Ancyclusgrenze.

Bei Seen, die durch Isolation aus grösseren Gewässern infolge der Landhebung entstanden sind, ist die Isolationsperiode meist durch eine Diskordanz mit Abtragung im Muddenlager be-

zeichnet. Es muss ja dann eine stärkere Strömung aus dem See stattgefunden haben.



Dieses scheint hier auch der Fall gewesen zu sein. Die stark sandige und tonhaltige Gyttja in 4,25 m Tiefe dürfte wohl noch älter als die Isolation des Sees sein. Die spätboreale Gyttja in 4,12 m Tiefe ist wohl erst nach der Isolation entstanden.

Die tieferliegenden Tone sind nicht untersucht worden.

Von 4,12 m an ist der Aufbau des Muddenlagers folgender: bis zu 1 m Plankton-Gyttja, dann Detritus-Gyttja.

Der Wechsel der Pollenflora ist ein normaler. Auffallend hoch ist die Ulmuspollen-Frequenz auch in den spätatlantischen und subborealen Schichten, in denen sonst *Tilia* und besonders *Quercus* dominieren. Das subboreale *Piceamaximum* ist auffallend niedrig.

Die Höhen, welche diesen See umgeben, sind reich an bronzezeitlichen Kistengräbern, was auf eine dichte Besiedelung dieser Gegend während der subborealen Periode hinweist.

Aus den in diesen Gräbern gemachten Funden geht weiter hervor, dass man sich damals mit Schafzucht befasst hat.

Dank diesem Umstande hat sich wohl die Fichte hier nicht in dem Masse ausbreiten können, wie es sonst der Fall gewesen wäre.

Die Planktongyttja ist natürlich reich an Überresten von Algen wie *Pediastrum*, *Desmidiaceen* und *Diatomeen*.

Ferner sind hier beobachtet worden Pollenkörner von *Gramineen*, *Myriophyllum* sp., *Stellaria*, *Chenopodiaceen*, *Compositen* und *Rhamnus*; Sporen von *Aspidium* *Thelypteris* und Farnsporen ohne *Exospor*; in den obersten Schichten auch *Ericaceen-tetraden* und *Sphagnumsporen*.

In 3,60 m Tiefe (frühatlantisch) fand sich ein Pollenkorn von *Acer* und in 2,75 m Tiefe eins vom *Hippophae*-Typus.

#### Profil VI.

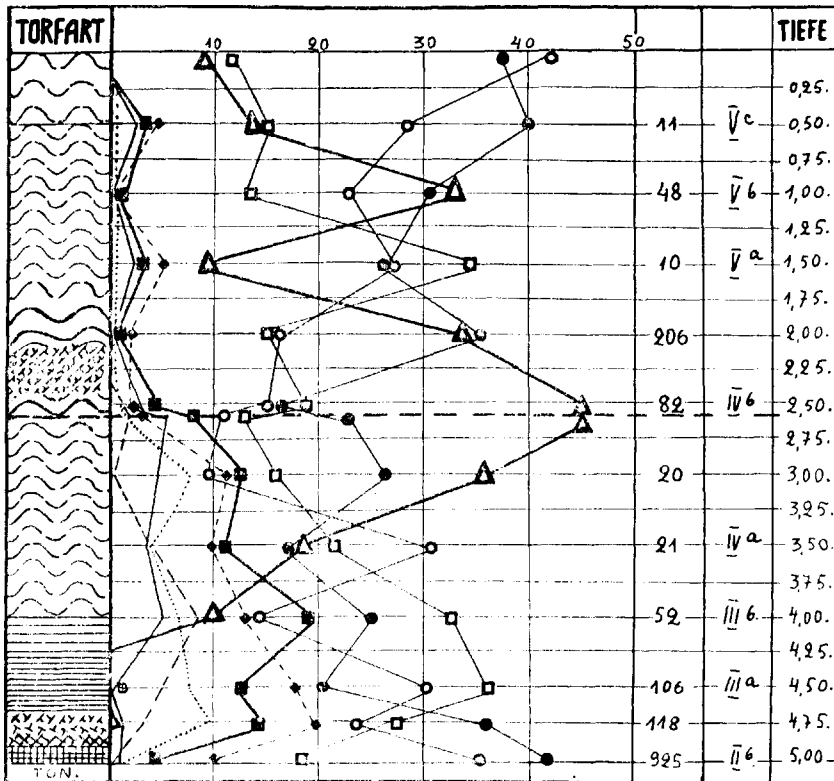
Kleines, stark gewölbtes Hochmoor, ca. 2 km westlich vom Gute Laitz (Laitse), ungefähr 35 km südwestlich von Reval.

Die Höhe der Oberfläche über dem Meeresspiegel beträgt ca. 18 russ. Faden, die der Basis ca. 16 Faden, d. h. gegen 34 m. Diese Höhe entspricht gerade der *Ancylusgrenze*.

Seiner Vegetation und Oberflächenbeschaffenheit nach gehört dieses Moor zum westlichen Typus: *Trichophorum austriacum* und *Sphagnum molluscum* in Massenvegetation.

Das Profil stammt aus der östlichen Hälfte des Moores. Hier habe ich auch, wie in Nr. VIII, wegen der zentralen Lage des Moores im nordwestestländischen *Transgressionsgebiet* eine Oberflächenprobe untersucht.

Die Basis dieses Moores liegt so ziemlich in der Höhe der Ancyclusgrenze. Daher ist es sehr wahrscheinlich, dass der hier vorhanden gewesene See durch die Ancyclusstrandwalle aufgestaut worden ist.



Zu Beginn der atlantischen Periode verlandete der See im untersuchten Teil, und in der Tiefe von 3,85 m (d. h. nur wenig spater) setzt die Hochmoorbildung ein. In der Tiefe von 4 m ist Radicellentorf mit etwas Sphagnum und Scheiden von Eriophorum vaginatum, d. h. ubergangsmoortorf vorhanden. Der atlantische und subboreale Hochmoortorf ist hier auffallend wenig zersetzt.

In den untersten, nach dem Pollenspektrum als subatlantisch bestimmten Hochmoortorfschichten haben wir es mit stark zersetzten Hochmoorteich- und Schlenkenbildungen zu tun. Dadurch ist hier der Zersetzungsgrad (wenn auch wohl nur lokal)

höher als in den tiefer liegenden Schichten. Auch die Anwesenheit der Schlenkenstruktur spricht nach Oswald 1925 für das subatlantische Alter dieser Schichten, da im älteren Sphagnumtorf die Schlenkenstruktur in Skandinavien fehlt. Somit müsste der subatlantisch-subboreale Kontakt in der Tiefe von + 2,5 m liegen.

Die Pollenflora ist eine sehr typische: ganz zu unterst ist ein boreales Pollenspektrum vorhanden, das wohl der Zeit des Ancyclussees entspricht. In den frühatlantischen Schichten ist die für dieses Gebiet so typische hohe *Ulmus*-frequenz zu beobachten, wobei der *Picea*-pollen praktisch fehlt. Das *Alnus*- und *Corylus maximum* liegt unter dem des Eichenmischwaldes. Von den Elementen des Eichenmischwaldes kulminiert, wie es die Regel ist, zuerst *Ulmus*, dann *Tilia* und schliesslich *Quercus*.

Auch in den oberen Schichten ist die Pollenflora eine ungewein typische: nach dem ersten Gipfel des *Picea maximum* IV<sub>b</sub> folgte ein Ansteigen der *Alnus*-frequenz auf 34%, dann der zweite Gipfel des *Picea maximum* V<sub>b</sub> und schliesslich das Sinken der *Picea*- und das Steigen der *Betula*- und *Pinus*-frequenz. Mit anderen Worten, es lassen sich hier ohne Schwierigkeiten Konnexionen mit allen benachbarten Mooren finden.

In den spätborealen und frühatlantischen Gytjtja- und Dy-Schichten sind Früchte von *Cladium mariscus* in grösserer Menge vorhanden.

Von sonstigen Mikrofossilien wären zu erwähnen: in den lacustrinen spätborealen und frühatlantischen Bildungen Gramineenpollen und *Nymphaea (alba)*-Pollen in 5 und 4,75 m. Pollen von *Myriophyllum* sp., eine *Sphagnum*-spore und Farnsporen ohne Exospor in 5 m. Im atlantischen Niedermoortorf in 4,5 m Tiefe Gramineenpollen (Cyperaceenpollen), eine *Drosera*-tetrade und eine Mikrospore von *Selaginella selaginoides*. In 4 m ein Pollenkorn vom *Chenopodiaceae*-typus, *Sphagnum*-sporen und *Ericaceae*-tetraden. Weiter ein Pollenkorn: dreifaltig, tief eingeschnitten, über 30 Mikronen gross, das ich (wenn auch nicht ganz sicher) für ein *Acer*-pollenkorn halte.

Im *Sphagnum*-torf kommen fast überall *Sphagnum*-sporen, *Ericaceae*-tetraden, *Assulina* und *Amphitrema* in Menge vor. In 3 m reichlich Blätter von *Dicranum Bergeri*. In 1,5 m sind noch Gramineenpollen und eine Farnspore ohne Exospor notiert worden.

## Profil VII.

Hochmoor ca. 2 km östlich vom See Lodensee (Klooga-järv) gelegen. Höhe über dem Meeresspiegel ca. 12 russ. Faden = 26 m, somit oberhalb der Litorinagrenze gelegen, die hier sehr deutlich im Gelände zu erkennen ist.

Der grösste Teil dieses Moores ist ein typisches Übergangsmoor mit üppiger Callunavegetation, nur ganz im Zentrum sind Schlenken und eine echte Hochmoorvegetation vorhanden.

In diesem Moor sind nur die untersten Schichten analysiert worden, da die Moore VI, VIII und IX weiter landeinwärts liegen und infolge der hier vorherrschenden Westwinde bessere Vertreter der Pollenflora sind.

Über den Aufbau möchte ich nur ganz kurz berichten: zwischen den Tiefen 2,50 m und 2,75 m muss der subatlantisch-subboreale Kontakt liegen, da hier der Zersetzungsgrad plötzlich von  $H_{4-5}$  auf  $H_{(ca\ 7)}$  ansteigt.

Somit beträgt die Mächtigkeit des subatlantischen Sphagnumtorfes etwas über 2,50 m, was für ein nicht entwässertes Hochmoor eine normale Zahl darstellt.

Es folgen 2 m von zuerst stark humifiziertem Sphagnumtorf, dann Waldtorf und schliesslich Radicellentorf mit reichlichen (unten überwiegenden) Braunmoosen.

Tiefe.		Anzahl der Pollenk. pro [ ] cm d. Präpar.	Entstehungs- periode.
4,25	Dy mit Braunmoosen und Radicellen	93	frühatlantisch spätboreal
4,50	Dy	160	
4,75	Dy Ton	115	

## Die Pollenflora.

Tiefe.	Sal.	Bet.	Pin.	Aln.	Ulm.	Til.	Querc.	Em.	Cor.	Pic.	Pollen- flore.	Anzahl d. gez. Pollenk.
4,25	—	31	33	27	4	2,5	0,5	7	31	Spur	IIa	150
4,50	—	32	32	26	6	2	1	9	23	1	IIa	300
4,75	0,5	14	66	16	3	Spur	—	3	7	Spur	IIb	250

### Sonstige Mikrofossilien:

In 4,75 reichlich Gramineenpollen, in 4,50 Pollen von *Nymphaea* (alba), Sporen von *Aspidium thelypteris* und Farnsporen ohne Exospor.

In 4,25 Gramineenpollen, Sporen von *Aspidium spinulosum* und Baumpollen.

Dieses Profil stammt aus dem nördlichen Teil des Moores. Aus der Mitte habe ich nur eine Grundprobe genommen, die aus in der Randzone fehlender Kalkgyttja bestand. Die Tiefe war, wie es ganz natürlich ist, eine bedeutend grössere: fast um ein Meter.

### Die Pollenflora.

Tiefe.	Sal.	Bet.	Pin.	Aln.	Ulm.	Til.	Querc.	Em.	Cor.	Pic.	Pollenflora.	Anzahl d. Pollenk. pro □ cm.	Anzahl d. gez. Pollenk.
5,20	—	35	29	23	11	0,5	0,5	12	10	—	IIIa	193	150
5,50	—	43	21	32	3	—	—	3	8	—	IIb	125	160

In der Randzone ist die Pinusfrequenz, wohl wegen des besseren Schwimmvermögens des mit Luftbeuteln versehenen Pinuspollens, eine grössere. Eine Differenz ist auch in der *Corylus*frequenz vorhanden. Das liesse sich dadurch erklären, dass der Pollen dieser niedrigeren Sträucher weniger gut vom Winde erfasst werden kann, als der von Bäumen. Daher dürfte die Zerstreung gerade dieses Pollens eine weniger gleichmässige sein.

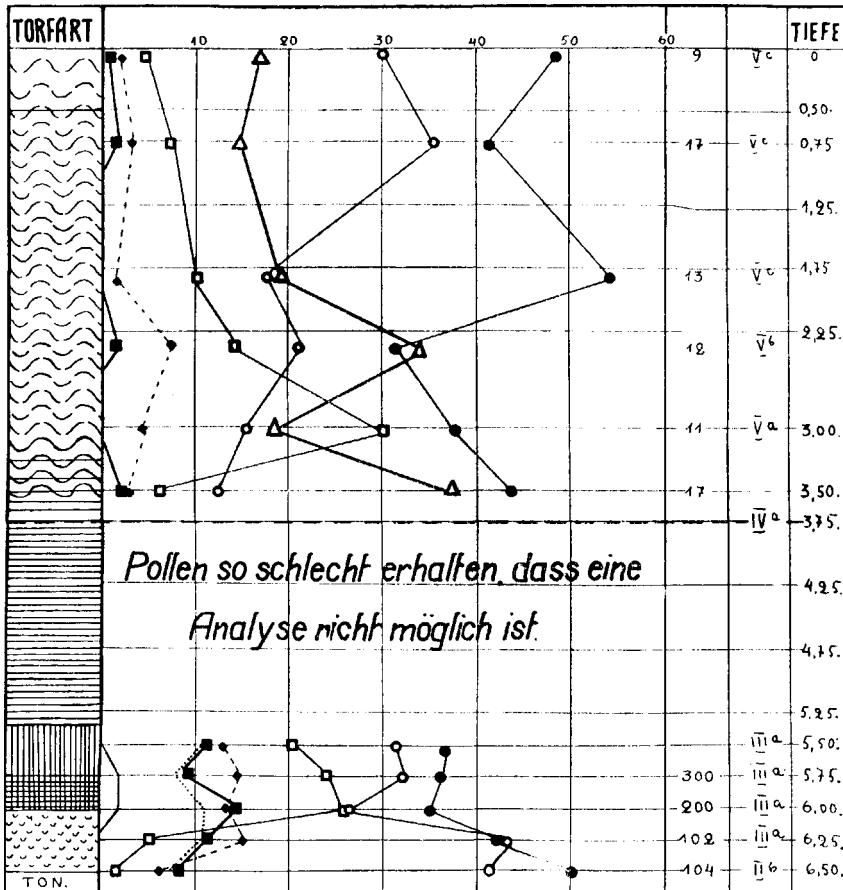
Hier ist auch die für das *Ancylustransgressionsgebiet* so bezeichnende hohe *Ulmuspollen*frequenz vorhanden.

Der Pollen von *Picea* fehlt hier vollständig.

Von sonstigen Mikrofossilien wären hier ausser sehr zahlreichen Diatomeen nur der Pollen von Gramineen und *Myriophyllum* sp. und ein Exemplar von *Salix* zu erwähnen.

## Profil VIII.

Hochmoor ca. 2 km südlich vom Flecken Kegel (Keila).  
14 russ. Faden = ca. 30 m über dem Meeresspiegel, oberhalb der  
Litorinagrenze im Gebiet der Ancylostustransgression gelegen.



Grösseres Hochmoor vom westlichen Typus mit Schlenken, niedrigen Bulten, massenhaftem *Trichophorum austriacum* und *Sphagnum molluscum*.

Das Profil stammt aus dem nordwestlichen Teil des Moores.

In diesem Moor, wie im folgenden Nr. VIII, welche beide in der Mitte des nordwestlichen Transgressionsgebietes liegen, ist eine Oberflächenprobe untersucht worden.

Dieses Moor ist nach dem Rückzuge des Ancylyssees am Ende der borealen Periode (resp. während des Überganges zur atlantischen) als See isoliert worden. Bis tief in die atlantische Periode hinein war hier ein See, der um die Mitte dieser Periode in dem Teil, wo das Profil untersucht worden ist, verlandete: der limno-telmatische Kontakt ist in 5,35 m Tiefe vorhanden (Beginn des Phragmitestorfs).

Der spätatlantische und subboreale Niedermoortorf ist sehr stark zersetzt und aller Wahrscheinlichkeit nach sehr kalkreich, so dass der Pollen sich so schlecht erhalten hat, dass eine Analyse nicht möglich ist (Krutjord, vergl. v. Post 1925).

Der subboreal-subatlantische Kontakt liegt im Niedermoortorf in 3,75 m Tiefe: hier nimmt der Zersetzungsgrad von unten nach oben von  $H_{6-7}$  bis  $H_{4-5}$  ab. In dem über dem Kontakt liegenden Niedermoortorf ist der Pollen gut erhalten. In der Tiefe von 3,32 m beginnt der Sphagnumtorf, der in der untersten Schicht massenhaft Scheuchzeriarhizome enthält. Sonst ist der Aufbau des subatlantischen Sphagnumtorfs ein normaler, nur ist die gesamte Mächtigkeit der subatlantischen Schicht mit 3,75 m eine ungemein grosse.

Was die Pollenflora anbetrifft, so ist hier, wie überall auf der Stufe der Ancylystransgression, die Ulmuspollenfrequenz in den frühatlantischen limnischen Bildungen eine sehr grosse: meist über 10 %. In den obersten Schichten fehlt der Ulmuspollen vollständig. Auffallend gering ist die Tiliafrequenz; die von Quercus, Alnus, Betula und Pinus ist in den frühatlantischen Bildungen eine normale. Picea fehlt hier vollständig, oder es sind nur Spuren weit unter 1 % vorhanden.

Die Pollenflora der alleruntersten Schicht trägt einen spätborealen Charakter.

In den spätatlantischen und subborealen Niedermoortorfschichten konnte, wie schon gesagt, die Pollenanalyse nicht durchgeführt werden. Immerhin ist hier auch der Pollen von Picea und der sonst nur in einer Probe gefundene Lindenspollen vorhanden.

In 3,75 m Tiefe ist der zum grössten Teil wohl unter dem Kontakt liegende erste Gipfel des Piceamaximums zu beobachten. Dann folgt, wie in fast allen Profilen, ein Zurückweichen der Picea- und ein Ansteigen der Alnusfrequenz —  $V_a$ . Weiter der zweite Gipfel des Piceamaximums —  $V_b$  und schliesslich ein deut-

liches Zurückgehen der Picea- und Anwachsen der Pinus- und Betulafrequenz — Vc.

Was die sonstigen Mikrofossilien anbetrifft, möchte ich in erster Linie das Massenauftreten von Sporen von *Aspidium thelypteris* in den untersten Schichten des Niedermoortorfes anführen. Ferner in 6,5 cm Gramineenpollen, Cyperaceenpollen (etwas fraglich), Farnsporen ohne Exospor. In 6,25 m Gramineenpollen und eine *Lycopodium*spore (wohl *L. annotinum*). In den oberen Gytjtjaschichten, in denen Früchte von *Potamogeton* sp. in Massen auftreten, sind Sporen von *Aspidium thelypteris*, Farnsporen ohne Exospor, eine *Sphagnum*spore, Pollen von *Myriophyllum* sp., Pollen von *Nymphaea* (alba) und Gramineenpollen vorhanden. Im *Sphagnum*torf treten, wie überall, *Sphagnum*sporen, *Ericaceentetraden*, *Assulina* und *Amphitrema* in Massen auf. In 3 m Tiefe habe ich ein Labiatenpollenkorn vom 6-faltigen *Lycopustypus* gefunden und eine Spore von *Aspidium spinulosum*. In der Oberflächenprobe eine Spore von *Lycopodium annotinum*. Diatomeen sind in den Gytjtjaschichten, wie immer, zahlreich vorhanden.

#### Profil IX.

Hochmoor beim Gute Fähna (Vääna), ca. 25 km westlich von Reval. In der Höhe von 11 russ. Faden = 23 m über dem Meeresspiegel gelegen, d. h. oberhalb der Litorinastrandwälle.

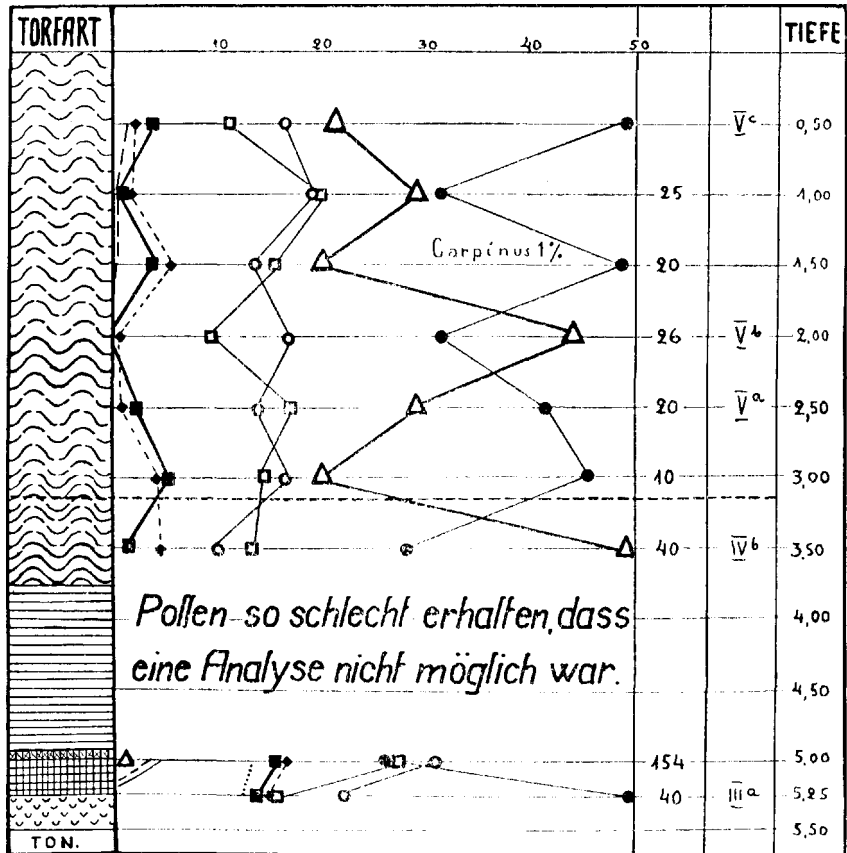
Kleines Hochmoor mit baumloser Hochfläche und reichlichen Schlenken. Der Vegetation nach ist es ein typisches Hochmoor der westlichen Hälfte Estlands mit reichlichem *Trichophorum austriacum* und *Spagnum molluscum*.

Das Profil stammt aus dem westlichen Teil des Moores, wo leider nur ganz verfallene und verwachsene Aufschlüsse, die wegen des hohen Wasserstrandes nicht ausgenutzt werden konnten, vorhanden sind.

Dieses oberhalb der Litorinagrenze liegende Moor ist aus einem Vorsee entstanden, der sich hier während der atlantischen Periode ausgedehnt hat.

Dieses wohl nur flache Gewässer verlandete sehr bald, und an seiner Stelle entstand ein Niedermoor, welches während der subborealen Periode (an anderen Stellen vielleicht schon früher) in ein Hochmoor überging.

Zwischen 3 und 3,25 ändert sich der Zersetzungsgrad des Torfes plötzlich von  $H_5$  auf  $H_7$ . Stubben sind hier ebenfalls vorhanden (mehrfach stiess ich beim Bohren in dieser Tiefe auf Stubben).



In 3,50 sind im älteren Sphagnumtorf ungemein viel Scheuchzeriarhizome zu finden.

Der junge Sphagnumtorf zeigt einen normalen Aufbau und einen Wechsel von Schlenken und Regenerationstorf.

In den ersteren ist die Pollenmenge grösser.

Was nun die Pollenflora anbelangt, so ist hier in den untersten limnischen Bildungen das frühatlantische Ulmusmaximum mit 13 und 12% Ulmuspollen, unten ohne Picea, zu beobachten.

Die spätatlantischen und frühborealen Niedermoortorfschichten sind wegen des schlechten Erhaltungszustandes des Pollens nicht analysiert worden.

In 3,50 m haben wir schon den unter dem subboreal-subatlantischen Kontakt liegenden ersten Gipfel des Piceamaximums.

Die Pollenflora des unter dem Kontakt liegenden subatlantischen Sphagnumtorfs ist eine normale, mit dem 2-ten Gipfel der Piceafrequenz in 2 m Tiefe.

Das subatlantische Ansteigen der Alnusfrequenz ist nicht typisch; in der Regel steigt sie etwas höher. Hier mögen vielleicht lokale Ursachen eine Rolle gespielt haben.

Ein Ansteigen der Quercusfrequenz ist zwischen den beiden Gipfeln des Piceamaximums vorhanden. Auch sonst ist hier Quercus häufiger als Tilia und Ulmus, wie es vom Spätatlanticum an die Regel ist.

In den obersten Schichten fällt die Piceafrequenz wieder.

Im grossen ganzen ist die Veränderung der Pollenflora die typische ohne grössere Abweichungen.

Der 3 m mächtige jüngere Sphagnumtorf lässt auf einen Zuwachs von 1,20 m pro Jahrtausend schliessen, was, da es sich um ein nicht entwässertes Moor handelt, normal ist.

In der Tiefe von 1,50 m sind 2 Pollenkörner von *Carpinus betulus* gefunden worden. Sonst sind im Sphagnumtorfe wie überall Ericaceen-Tetraden, Sphagnum-Sporen, *Assulina* und *Amphitrema* vorhanden.

In 2 m eine *Lycopodium*spore (wahrscheinlich *Lycopodium selago*), Gramineenpollen in 1,5 und 5,25 m, Pollen vom *Stellaria*-Typus in 3,50 m, Farnsporen ohne Exospor in 5 m.

### Zusammenfassung.

Die Moore VI, VII, VIII und IX, die oberhalb der Litorinastrandwälle im Gebiet der Ancylostransgression liegen, zeigen eine vollständige Übereinstimmung in ihrer Pollenflora. In den untersten Schichten trägt die Pollenflora, ausser in IX, einen spätborealen Charakter. Dann folgt in den frühatlantischen Schichten überall eine hohe Ulmusfrequenz von über 10%, wobei der Piceapollen meist vollständig fehlt. Diese Schichten fehlen unterhalb der Litorinastrandwälle.

Auch oberhalb der Ancylusstrandwälle, im Gebiet der maximalen marinen Transgression, ist die Ulmusfrequenz eine niedrigere. Das liesse sich vielleicht dadurch erklären, dass in diesem Gebiet schon Wälder vorhanden waren, als die Ulme einwanderte, während sie sich in dem aus den Fluten auftauchenden Ancylustransgressionsgebiet mit als erste ausbreiten konnte. Vergl. Palmgren 1925.

Im Gebiet der Litorinatransgression sind es schon die Eiche und (stellenweise) in XI auch die Esche, die der Ulme zuvorkommen, so dass sie dort nirgends eine grössere Rolle gespielt hat.

### Moore unterhalb der Litorinagrenze.

#### Profil X.

Hochmoor Englamaa-raba, ca. 5 russ. Fad. = 10 m über dem Meeresspiegel, südwestlich vom gleichnamigen See unterhalb der Litorinagrenze im Kirchspiel Kreuz (Risti) gelegen.

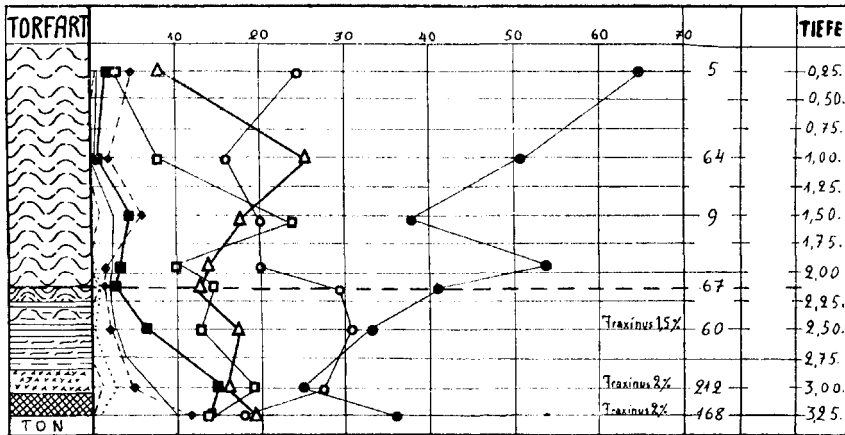
Kleines baumloses Hochmoor, fast ohne Schlenken, mit üppiger Heidevegetation. Aufschlüsse sind hier nicht vorhanden, daher sind die Proben, wie in den meisten Fällen, mittels eines Bohrers genommen worden.

Der Aufbau ist ein normaler: ganz zu unterst limnische Sedimente, wohl aus der Isolierungsperiode aus dem Litorinameer. Dann folgen Niedermoortorfschichten, die im untersten Teil, wie fast überall, reicher an Braunmoosresten sind. In der Tiefe von 2,25 m ist der Übergang zum Hochmoor zu beobachten: Radicellentorf mit *Sphagnum teres* und *Sphagnum recurvum*. Dann folgt stark zersetzter Sphagnumtorf, ca. H<sub>6</sub>. In der Tiefe von 1,9 m beträgt der Zersetzungsgrad nur H<sub>4</sub>. Somit dürfte der subboreal-subatlantische Kontakt in der Tiefe von ca. 2 m zu suchen sein, was für ein nicht entwässertes Moor eine geringe Tiefe ist.

Aus der hohen Pollenfrequenz in der Tiefe von 1 m ist ersichtlich, dass das Wachstum des Hochmoortorfs hier ein besonders langsames gewesen ist, was die geringe Mächtigkeit des subatlantischen Sphagnumtorfs zur Genüge erklärt.

Das Pollenspektrum der untersten Schicht entspricht den untersten Schichten der Profile IX und X: auch hier ist die Eichenmischwaldpollenfrequenz die grösste, wobei *Picea* auch

schon reichlich vorhanden ist. Wir haben es hier ebenfalls mit einer spätatlantischen Bildung zu tun. (Vielleicht handelt es sich hier, wie schon erwähnt, um den Übergang zu subborealen Bildungen; die Pollenfloren der frühborealen und spätatlantischen Periode gehen so ineinander über, dass ein wesentlicher Unterschied nicht vorhanden ist.)



Die in der Tiefe von 2,5, 3 und 3,25 m gefundenen  $+ 25 \mu$  grossen salicoiden Pollenkörner dürften mit ziemlicher Bestimmtheit von *Fraxinus* herrühren. Auch gegenwärtig ist die Esche im Strandgebiet Nordwestestlands sehr verbreitet und viel häufiger als die übrigen Edellaubbäume.

Von den Elementen des Eichenmischwaldes dominiert hier, wie in allen Mooren der Litorinatransgressionsstufe, die Eiche. Auffallend ist die verhältnismässig hohe *Fraxinus*-pollenfrequenz in den untersten Schichten dieses Moores. Etwas Derartiges habe ich sonst nirgends beobachtet.

Bezeichnend für das Transgressionsgebiet mit dem ausgewaschenen Boden ist auch die hohe *Pinus*-pollenfrequenz in den wohl spätatlantischen Schichten.

In 1 m Tiefe haben wir es wohl mit dem subatlantischen *Picea*-maximum zu tun, in 1,60 m mit dem früh-subatlantischen Ansteigen der *Alnus*-frequenz  $V_a$ , welches für sehr viele Profile nachgewiesen worden ist.

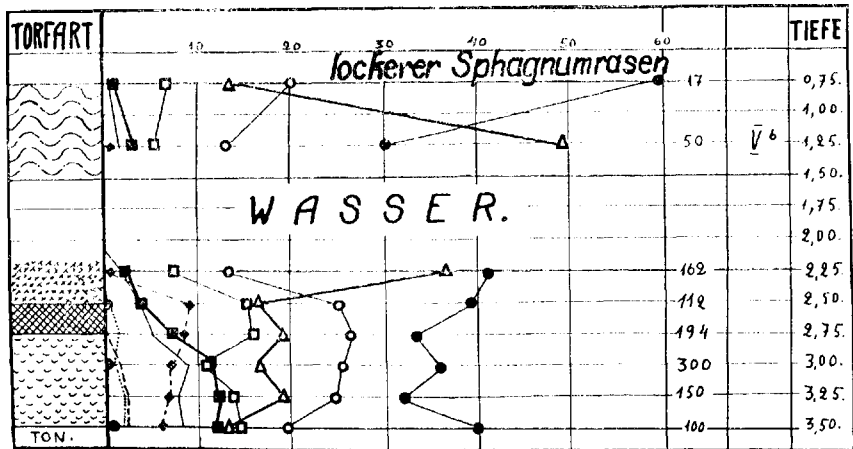
In der Detritus-Dy-Gyttja-Schicht (3,25 m Tiefe) sind reichlich marine Diatomeen, wie *Campylodiscus hibernicus*, *Suriella capronii* u. a., vorhanden.

Die zahlreichen Stubben und Schliesszellen der Kiefer im Sphagnumtorf, besonders in 1 m Tiefe, weisen darauf hin, dass das Moor noch während der subatlantischen Periode mit Kiefern bestanden gewesen sein muss.

Von sonstigen Mikrofossilien sind beobachtet worden: Gramineenpollen in 3 m und 2,50 m. In 3 m auch ein Pollenkorn vom Chenopodiaceentypus. Im Niedermoor in 2,50 m auch Farnsporen ohne Exospor, ebenso in 2,15 m. Im Sphagnumtorf sind reichlich Sphagnumsporen, Ericaceentetraden, Assulina und Amphitrema vorhanden. In 2,15 m sehr reichlich Sporen von *Tilletia sphagni*; in 1 m zahlreiche Schliesszellen der Kiefer und eine *Lycopodium*spore (ziemlich sicher *L. selago*).

### Profil XI.

Muddenlager des Sees Lodensee (Kloogajärv). Höhe über dem Meeresspiegel 5,6 russ. Fad. = ca. 12 m, d. h. ebenfalls unterhalb der Litorinagrenze gelegen.



Das Profil stammt vom westlichen Ufer, wo dank dem Umstande, dass der Spiegel des Sees künstlich gesenkt worden ist, sich eine Schwingrasenschicht gebildet hat. Der See ist überhaupt so flach, dass das Boot auf der mit Characeen bedeckten Muddenschicht gleitet und man nur mit Mühe vorwärtskommt.

Der Aufbau des Muddenlagers ist ein normaler. Die Kalkgyttja resp. Bleke ist über ein Meter mächtig, im zentralen Teil des Sees wird diese Muddenart noch eben abgelagert. Am Ostufer ist der anstehende untersilurische Kalkstein durch den Wellenschlag freigespült worden.

Höher folgen Dybildungen und endlich Wasser, auf dem eine Sphagnumdecke, durch Comarumrhizome u. a. befestigt, schwimmt. Der mineralische Untergrund besteht aus Ton, der nicht analysiert worden ist. Die obersten Schichten desselben sind aller Wahrscheinlichkeit nach im Litorinameer abgelagert worden. In der Kalkgyttja sind auch ganz zu unterst gewöhnliche Süßwasserdiatomeen vorhanden.

Das Pollenspektrum der untersten Schichten trägt einen spätatlantischen Charakter, wie überall in den entsprechenden Schichten derselben Transgressionsstufe (vielleicht handelt es sich hier schon um den Übergang zur subborealen Periode).

Der Fichtenpollen ist schon in der untersten Schicht in grösseren Mengen vorhanden. Die Eichenmischwaldpollenfrequenz ist hier ebenfalls die grösste, wobei die Eiche dominiert, wie in den auf derselben Transgressionsstufe liegenden Profilen X und XI. Die Tilia- und Ulmusfrequenz ist verhältnismässig gering.

Das Piceamaximum in 1,25 m entspricht sicher dem zweiten Gipfel des Piceamaximums (Vb) aller weiter landeinwärts liegenden Moore.

Da dieser See hart an der Nordwestküste liegt, so muss die Pollenflora desselben einen lokalen Charakter tragen. Vielleicht lässt sich dadurch das Fehlen des in allen Profilen, mit Ausnahme der benachbarten IX und XI, beobachteten Anstiegs der Piceapollenfrequenz während der subborealen Periode erklären.

Sehr bezeichnend ist hier auch die für das Transgressionsgebiet charakteristische hohe Pinuspollenfrequenz sogar in den atlantischen Schichten. Den Fraxinuspollen habe ich hier nicht nachweisen können. Vergl. dagegen XI.

Von sonstigen Mikrofossilien wären zu erwähnen: Gramineenpollen in 3,50 m; 3,25 m; 3 m; 2,75 m; 2,50 m; 2,25 m; 0,75 m. Ferner in den Gyttjabildungen Sphagnumsporen in 3,25 m; Farnsporen ohne Exospor in 3 m. Sporen von *Aspidium thelypteris* und

*Aspidium spinulosum* in 2,50 und 3 m, in 2,25 m eine Farnspore, die (wenn auch nicht ganz sicher) als von *Aspidium cristatum* herrührend bestimmt worden ist.

Diatomeen sind in allen Gytjabildungen in Massen vorhanden (die gewöhnlichen Süßwasserarten); in 3,50 m ein gut erhaltenes Exemplar von *Pediastrum* sp.

Im Sphagnumtorf sind wie immer Sphagnumsporen, *Ericacentetraden*, *Assulina* und *Amphitrema* vorhanden; ferner in 1,25 m eine Spore von *Aspidium thelypteris* und (ziemlich sicher bestimmt) eine Spore von *Aspidium dryopteris*.

### Profil XII.

Kleines Kieferheidemoor nordöstlich von der Station Loddensee (Klooga). Höhe über dem Meeresspiegel ca.  $7\frac{1}{2}$  russ. Fad. = 15 m.

Da das Pollenspektrum der oberen Schichten wegen der benachbarten Dünen und des im Nordwesten vorgelagerten Meeres ein lokales Gepräge tragen muss, habe ich nur die untersten limnischen Bildungen genauer untersucht. Der Aufbau der letzteren ist folgender:

Tiefe.		Anzahl der Pollenk. pro cm d. Präpar. □	Entstehungs- periode.
3,25	Detritusgyttja	292	subboreal
3,50	"	168	
3,75	Planktongyttja, kalkhaltig	72	späatlantisch (resp. früh- subboreal)
4 m.	Kalkgyttja Ton	76	

### Die Pollenflora.

Tiefe.	Sal.	Bet.	Pin.	Aln.	Ulm.	Til.	Querc.	Em.	or.	Pic.	Anzahl der gez. Pollenk.
3,25	—	37	25	20	2,5	0,5	4	7	8	11	250
3,30	—	38	27	22	1,5	1	3,5	6	5	7	250
3,75	—	20	24	18	4,5	2,5	7	14	13	24	200
4 m	—	23	30	27	5	2	6,5	13,5	18	6	200

Die unterste Schicht in 4 m Tiefe muss entstanden sein, nachdem hier ein kleiner See vom zurückweichenden Litorinameer isoliert worden ist. Wie aus dem Pollenspektrum ersichtlich ist, ist dies in dem letzten Abschnitt der atlantischen Periode (resp. während des Übergangs zur subborealen Periode) geschehen. Die Eichenmischwaldfrequenz ist hier sehr hoch, bis 14%, wobei *Quercus*, wie überall unterhalb der Litorinastrandwälle, unter den Komponenten des Edellaubwaldes dominiert. Die *Alnus*- und *Corylus*frequenz ist ebenfalls in der untersten Schicht am grössten.

Der *Piceapollen* ist schon in der untersten Schicht reichlich vorhanden.

Die oberen limnischen Schichten scheinen subborealen Alters zu sein, wie es aus dem Fallen der Eichenmischwald-, *Alnus*- und *Corylus*frequenz ersichtlich ist.

Von sonstigen Mikrofossilien sind beobachtet worden: in 4 m — Gramineenpollen, viel Diatomeen und *Pediastrum* sp. (wohl *P. duplex*); in 3,75 m — ebenfalls viele Diatomeen, Gramineenpollen, Farnsporen ohne *Exospor* und ein korrodiertes *Nymphaea*-artiges Pollenkorn; in 3,50 m — 2 *Nymphaea* (*alba*)-Pollenkörner, Pollen von *Myriophyllum* sp., *Sphagnum*sporen, *Ericaceentraden*, Sporen von *Aspidium spinulosum* und Farnsporen ohne *Exospor*; in 3,25 m — Sporen von *Aspidium thelypteris*, Farnsporen ohne *Exospor*, *Ericaceentraden*, eine etwas korrodierte Mikrospore von *Selaginella selaginoides* und ein *Fraxinus*pollenkorn (ziemlich sicher bestimmt). Ferner ist hier noch ein Pollenkorn von *Carpinus betulus* gefunden worden.

### Zusammenfassung.

Die limnischen und telmatischen Bildungen unterhalb der Litorinastrandwälle X, XI und XII (in Nordwestland) stimmen, was die Pollenflora anbetrifft, gut überein. In den untersten Schichten ist das Pollenspektrum, wie schon erwähnt, von spätatlantischem Charakter: Maximum der Eichenmischwaldpollenfrequenz, wobei *Quercus* dominiert und der *Piceapollen* schon reichlich auftritt.

Ein Ansteigen der *Piceapollen*frequenz in den spät-subborealen Schichten IV<sub>a</sub>, welches sonst in allen weiter landeinwärts liegenden Mooren vorhanden ist, scheint hier weniger deutlich

zu sein. Vielleicht liegt es daran, dass die Moore und Seen (IX, X und XI) hart an der Nordwestküste liegen und dass infolge der vorherrschenden Nordwestwinde die Pollenflora hier ein lokaleres Gepräge hat.

### Weitere Moore und Seen in den übrigen Teilen des Landes.

#### Das Mergellager von Kunda XIII.

Das sogenannte „Mergellager von Kunda“ ist eine im wesentlichen aus Bleke (Seekreide) gebildete Ablagerung eines ehe-



1299-1110 Boden.

25 cm. Niedermoor-Torf
5 cm. Gylfa
44 cm. Bleke.
51 cm. Torfhaltige Bleke.
Siyantoru.

maligen Sees, der sich im Süden des heutigen Fabrik- und Hafenortes Kunda ausgebreitet hat.

Dieser See ist durch einen Strandwall des baltischen Eises B III (vergl. Ramsay 1929) aufgestaut worden; dieser mächtige Wall schloss das Seebecken beim Gute Kunda nach Norden zu ab. Später hat der See diesen Strandwall durchbrochen und ist abgeflossen, wobei der Unterlauf des heutigen Kundabaches entstanden ist.

Die untersten Schichten dieses Beckens bestehen aus Dryastonen.

In diesen Tonen sind von Nathorst und Schmidt Überreste arktisch-alpiner Pflanzen wie *Dryas octopetala*, hochnordischer Weiden u. a. gefunden worden. (Vergl. Schmidt 1891).

Über diesen Tonen liegt eine stellenweise bis zu einem Meter mächtige Blekeschicht (Seekreide) — das sogenannte „Mergellager“, welches Ende des vorigen Jahrhunderts zur Zementfabrikation im NW. des Seebeckens abgebaut wurde.

Der Aufbau der lakustrinen Sedimente und Moorbildungen im Becken des ehemaligen Kundasees am Ostrande des abgebauten Teiles ist folgender:

#### Profil A.

25 cm Niedermoortorf, stark zersetzt, mit fast vollständig verwittertem Pollen, wohl zum Teil „*Parvocaricetum*torf“.

Limnotelmatischer Kontakt, stark sandig.

5 cm *Detritusgyttja*, dyhaltig.

44 cm Bleke (Seekreide) mit einer grauen (tonigeren) Schicht in der Tiefe von 31 cm (bei Grewingk als „Mergel“ bezeichnet).

51 cm tonhaltige Bleke, im unteren Teile stark lehmig werdend (bei Grewingk „gelber Lehm“).

Von 1,25 m an bläuliche *Dryastone*.

Sehr bezeichnend ist hier die sandige Schicht gleich über der *Gyttja*. Diese Schicht ist an weiteren 6 Stellen des nördlichen Teiles des Seebeckens festgestellt worden und ist durchgehend.

Auch in dem ca. 3 km vom angeführten Profil entfernten Hochmoore Arro, welches jenseits des Kundabaches liegt und die äusserste westliche Bucht des ehemaligen Kundasees dargestellt hat, ist diese sandige Schicht im limnotelmatischen Kontakt vorhanden.

Dieser Sand ist aller Wahrscheinlichkeit nach von den durch den Durchbruch entstandenen Aufschlüssen über das Seebecken verweht worden und bildet, wie schon erwähnt, im ganzen NW Teil desselben durchgehend den limnotelmatischen Kontakt.

Die Pollenanalyse des betreffenden Profils A hat folgende Resultate ergeben:

Tiefe	Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Corylus	Picea	Salix
0,25 cm Gyttja	32,5	26	35	5,5	1	—	18,5	Spur	—
0,30 " "	53	37,5	5,5	3,5	—	—	9	"	1
0,35 " Bleke	37,5	58	2,5	2	—	—	3	—	—
0,55 " "	33	67	—	—	—	—	2	—	1
*)									
0,75 " "	77	23	—	—	—	—	—	—	—
0,95 " "	61	39	—	—	—	—	—	Spur	1
1,15 " "	60	40	—	—	—	—	—	—	4

Der über dem limnotelmatischen Kontakt 25 cm mächtige Torf ist stark verwittert (Krutjord) und der Pollen in ihm ist fast vollständig zerstört.

Die tonige Bleke im unteren Teil des Profils ist, wie es aus dem Pollenspektrum hervorgeht, subarktischen Alters: die Birke herrscht vor und ausser der Kiefer fehlen alle anderen Waldbäume.

Die über der letzteren liegende reine Bleke und Gyttja sind während der borealen Periode entstanden: die Kiefer breitet sich auf Kosten der Birke aus, Hasel, Ulme und Erle treten auf.

Die oberste lacustrine Schicht mit dem Auftreten der Linde und der hohen Erlenfrequenz deutet schon auf einen Übergang zur atlantischen Periode hin.

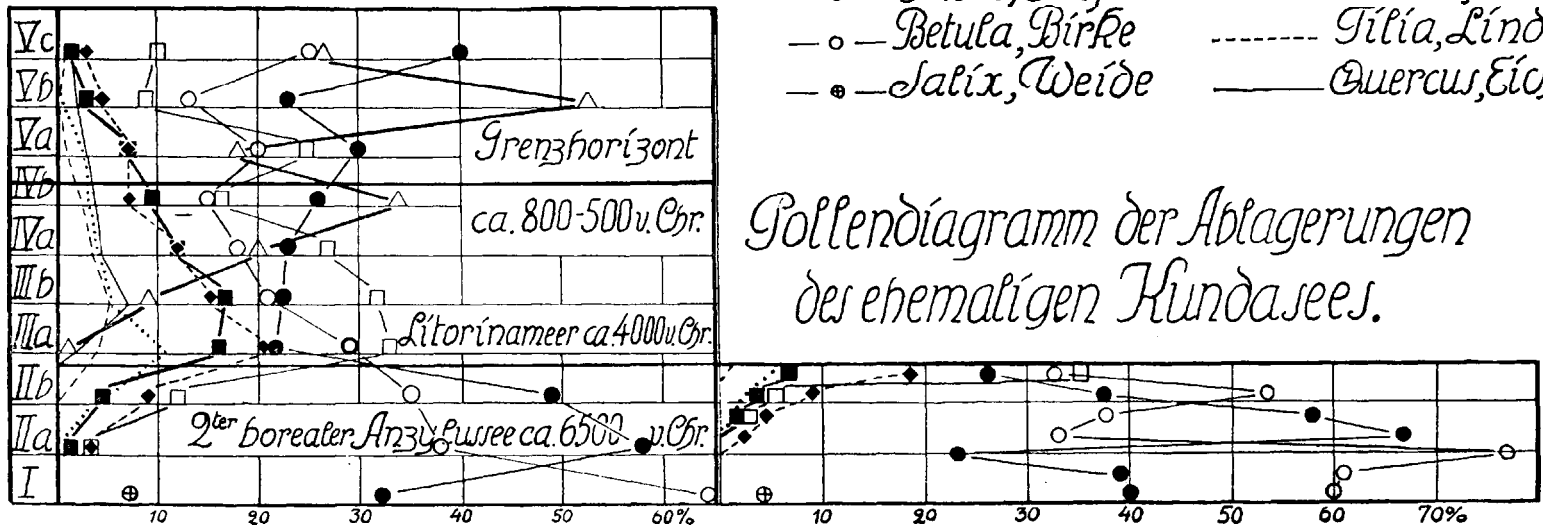
Die Fichte hat während der ganzen Entstehungsdauer dieses Profils vollständig gefehlt; die an 3 Stellen gefundenen Fragmente dieses Pollens, weit unter einem Prozent, sind durch Ferntransport zu erklären. Ebenso fehlt die Eiche. Die Fichte und Eiche treten in Nordestland erst in der atlantischen Periode auf.

Somit reichen die lacustrinen Ablagerungen in diesem Profil bis zum Ende der borealen resp. bis zum Anfang der atlantischen Periode.

\*) In der subarktischen tonigen Bleke sind Pollenkörner vom *Corylustypus* mit ovalen Poren beobachtet worden, die wohl von *Hippophae rhamnoides* herrühren. In der untersten Probe der für die subarktischen Schichten ebenfalls charakteristische Pollen vom *Chenopodiaceentypus*.

# Durchschnittsdiagramm für Nord- und Mittelestland auf Grund von 17 Pollendiagrammen

- |                            |         |                        |
|----------------------------|---------|------------------------|
| V Subatlantisch            | — □ —   | Alnus, Erle            |
| IV Subboreal               | — ■ —   | Ulmus, Filix + Quercus |
| III Atlantisch             |         | Edellaubwald           |
| II Boreal                  | — △ —   | Picea, Fichte          |
| I Subarktisch (Praeboreal) | -- ♦ -- | Corylus, Hasel         |
|                            | — ● —   | Pinus, Kiefer          |
|                            | — ○ —   | Betula, Birke          |
|                            | .....   | Ulmus, Ulme            |
|                            | -----   | Filix, Linde           |
|                            | — * —   | Salix, Weide           |
|                            | ——      | Quercus, Eiche         |



Pollendiagramm der Ablagerungen  
des ehemaligen Kunda sees.

Zwei weitere Profile *B* und *C*, 500 m und 1 km weiter südlich von *A*, zeigen denselben Aufbau mit derselben sandigen Schicht im limnotelmatischen Kontakt. Somit zeigt ein durchgehendes Linienprofil von über einem Kilometer Länge, welches vom Ostrande des abgebauten Blekelagers „*A*“ in NS Richtung gezogen ist, einen vollständig gleichartigen Aufbau.

Die oberste Gytjtjaschicht zeigt in *B* (500 m südlich von *A*) und in *C* (1 km südlich von *A*) folgendes Pollenspektrum:

	Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Coryl.	Picea	Salix
<i>B.</i> Gytjtja	46%	42%	9,5%	2,5%	—	—	14%	—	(1)
<i>C.</i> „	50%	42,5%	6%	1,5%	--	—	6,5%	—	—

Diese Pollenspektren stimmen mit demjenigen der Gytjtjaschicht in *A*, die ja überall nur ca. 5 cm mächtig ist, sehr gut überein, — sie hat sich am Ende der borealen Periode gebildet. Der Fichtenpollen fehlt hier vollständig.

In der Nähe des Kundabaches, welcher das erwähnte Becken durchfließt, liegt die Blekeschicht frei. Hier ist bis zu einer Tiefe von über 50 cm der Pollen vollständig zerstört, da hier infolge der Erosion die darüberliegende Gytjtjaschicht fehlt, die sonst den Luftabschluss bedingt.

Im abgebauten Teile muss die Blekeschicht eine bedeutend grössere Mächtigkeit gehabt haben, wie dies aus den Angaben Grewingks (1882) hervorgeht. Hier muss dank der Gegenströmung eine stärkere Sedimentation stattgefunden haben, als im weiter östlich davon liegenden Profil *A* (vergl. Lundquist 1925 und Gams 1927), da ja in Estland die westliche Windrichtung vorherrscht.

Nun liegt für den nördlichen Teil des Seebeckens immer noch die Möglichkeit vor, dass hier, trotz des einheitlichen Aufbaus des über einen Kilometer langen Linienprofils von *A* bis *C*, welches im Durchschnitt  $\frac{1}{2}$  km vom Kundabach und damit auch von der Abflusswune entfernt ist, doch noch ein Teil der obersten lacustrinen Sedimente durch Erosion abgetragen ist.

Dass dieses aber nicht der Fall ist, beweist ein Profil aus dem Hochmoor Arro, welches 3 km jenseits des Kundabaches westlich von *A* liegt und, wie schon erwähnt, ehemals die westlichste Bucht des Kundasees dargestellt hat.

## Der Aufbau des Hochmoors Arro.

Tiefe		
0—1,05	Sphagnumtorf (jüngerer)	im unteren Teile sandig
1,05—1,70	Bruchwaldtorf	
1,70—2,10	Carexradicellentorf	
2,10—2,30	Detritusgyttja (dyhaltig)	
2,30—2,90	Bleke	
Sand		

## Resultate der Pollenanalyse.

## Über und unter dem limnotelmatischen Kontakt.

	Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Corylus	Picea
1,80 m Carex rad. Torf	30	36,5	25,5	7,5	—	—	3,5	—
2 m „ mit Sand	(5	89	5	1	—	—	2,5	1)
2,20 m Detritusgyttja	40	56	—	4	—	—	5	—
2,35 m Bleke	49,5	49,5	—	1	—	—	0,5	—

Auch hier ist die erwähnte sandige Schicht im limnotelmatischen Kontakt und im unteren Teil des Radicellentorfs vorhanden.

Der Carex-Hypnumtorf in 2 m Tiefe ist sehr stark zersetzt, so dass der Pollen sehr schlecht erhalten ist. Der Nadelholzpollen ist hier sicher überrepräsentiert und ein grosser Teil des Laubbaumpollens völlig zerstört, so dass die Fichte hier praktisch fehlt. In dieser Probe ist viel Sand enthalten.

Der Radicellentorf in 1,80 ist schon sandig und weniger zersetzt. Er zeigt ein Pollenspektrum, welches für den Übergang von der borealen zur atlantischen Periode bezeichnend ist. Die Fichte fehlt vollständig.

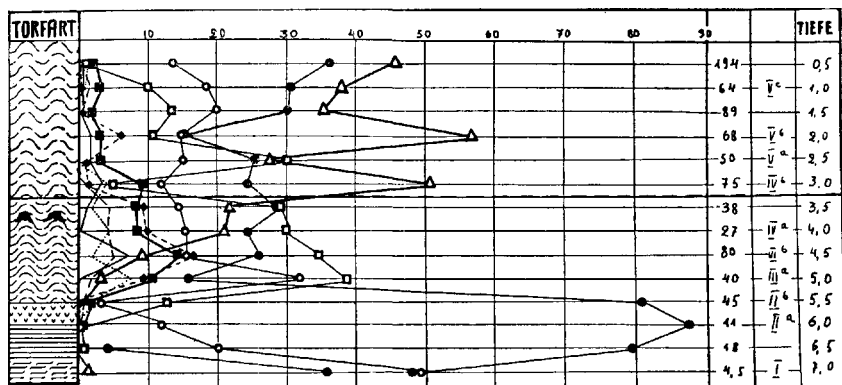
Somit ist die mit der Durchbruchskatastrophe verknüpfte sandige Schicht in und über dem limnotelmatischen Kontakt auch nach oben hin fixiert und steht im Einklang mit den Ergebnissen von A, B und C.

Zu gleicher Zeit ist dadurch auch das Alter des cañonartigen Tales bestimmt, welches das abfließende Seewasser bis tief in die kambrischen Sandsteine und Tone hineingeschnitten hat und welches jetzt vom Unterlauf des Kundabaches eingenommen wird.

Über dem limnotelmatischen Kontakt in *C* und im Arromoor sind in dem sehr stark zersetzten Torf Stellen vorhanden, die die charakteristische rote Farbe des Cladiumtorfes zeigen. Eine Struktur ist nicht mehr zu erkennen, doch handelt es sich ziemlich sicher um Überreste von *Cladium mariscus*, einer Pflanze, die im Spätboreal in Estland sehr verbreitet war.

### Profil XIV.

Hochmoor „Auvere-raba“ bei Waiwara, ca. 15 km südwestlich von Narva. Untersucht den 30. Juni 1925. Hochmoor vom



östlichen Typus mit reichlichen Mengen von *Lyonia calyculata* (Cassandra). *Trichophorum austriacum* fehlt. *Sphagnum molluscum* scheint auch zu fehlen. *Sphagnum rubellum* ist wenig verbreitet. *Sphagnum fuscum* dominiert. In der Randzone kommen in grossen Mengen *Carex pauciflora* und *Salix myrtilloides* vor.

Das Profil stammt aus dem zentralen Teile des Moores.

Der Aufbau ist ein normaler. Die unteren Niedermoor torfschichten sind subarktischen und borealen Alters; in 5,5 m Tiefe ist Bruchwaldtorf vorhanden, der in der spätborealen Zeit entstanden sein muss. Mit dem Beginn der atlantischen Periode setzt die Hochmoortorfbildung ein.

Der subboreal-subatlantische Kontakt muss etwas unter 3 m liegen. Hier geht der stark humifizierte Sphagnumtorf  $H_{6-7}$  in wenig zersetzten  $H_{4-5}$  (von unten nach oben gerechnet) über. Auch die Pollenflora stimmt hier mit dem Kontakt anderer estländischer Moore überein: IV<sub>a</sub> erster Gipfel des *Picea maximums*.

Auffallend ist hier die ungemein hohe absolute Pollenmenge (pro Quadratcentimeter des Präparats berechnet) im jüngeren Sphagnumtorf. Etwas Ähnliches habe ich sonst nirgends beobachtet. Das hängt aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem Umstände zusammen, dass hier westlich von dem Moore ausgedehnte Wälder vorhanden sind und waren.

Die Moore und Seen von I—IX liegen alle im nordwestlichen Estland; hier sind sehr wenig Wälder vorhanden, und ausserdem ist diesen Mooren das Meer im Westen in geringer Entfernung vorgelagert. Die durchschnittliche Pollenmenge pro Quadratcentimeter des Präparats beträgt hier weniger als 20. (Dagegen ist die Pollenfrequenz im jüngeren Sphagnumtorfe des Endla-Moorgebiets, welches im Zentrum des Landes liegt, ebenfalls gering.)

Zu erwähnen wäre noch der Reichtum der subarktischen und borealen Niedermoortorfschichten an Samen von *Menyanthes trifoliata*, was darauf hinweist, dass diese Pflanze schon in der subarktischen Zeit in Estland häufig gewesen sein muss. (Vergl. die gegenwärtige Verbreitung dieser Pflanze in Nordfinnland bis zum Eismeer: Herb. Mus. Fenn., sowie das Vorkommen derselben in subarktischen bis präborealen Bildungen in Lettland: Galeniëks 1926.)

Die Pollenflora dieses Moores zeigt trotz der grossen räumlichen Entfernung von ca. 150 km eine auffallende Übereinstimmung mit den im Nordwesten Estlands liegenden (I—XI).

In den subarktischen Schichten ist hier *Betula*, wenn auch nicht auffällig dominierend, so doch viel häufiger als während des borealen *Pinus maximums*. Die Frequenz von *Salix*-pollen ist hier in der Tiefe von 7 m eine sogar für diese Periode ungewöhnlich hohe — 36%. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist diese Erscheinung auf ein lokales *Salicetum*, welches wohl zum Teil aus jetzt ausgestorbenen arktisch-alpinen Weiden bestand, zurückzuführen.

Bezeichnend ist hier auch in derselben Tiefe von 7 m die Anwesenheit von Piceapollen mit 1,5 ‰, was ich in Westestland nirgends beobachtet habe. Diese verhältnismässig geringe Frequenzzahl ist jedoch kein Beweis dafür, dass die Fichte hier während der präborealen Zeit gewachsen ist.

Etwas höher folgt dann das hier sehr typisch ausgebildete boreale *Pinus maximum*. Im atlantischen Sphagnumtorf liegt das *Pinus minimum* und das Eichenmischwald-, *Alnus*- und *Corylus maximum*, wobei zuerst *Ulmus* und dann *Quercus* kulminiert, ganz wie es auch anderweitig in Estland die Regel ist.

Dem Kontakt entspricht der erste Gipfel des *Picea maximum*; dann folgt das typische früh-subatlantische Zurückweichen der *Picea*- und Ansteigen der *Alnus*-frequenz (hier bis 30 ‰, nur um ein Geringes weniger als während der atlantischen Periode); höher liegt dann der zweite Gipfel des *Picea maximum* Vb. Das Zurückgehen der *Picea*-frequenz in den obersten Schichten ist dagegen nicht so ausgesprochen wie im dichter besiedelten Nordwesten Estlands und ist wohl eine Folgeerscheinung der noch jetzt im Nordosten Estlands vorhandenen ausgedehnten Wälder, in denen die Fichte die herrschende Baumart ist.

Von sonstigen Mikrofossilien sind beobachtet worden: in 7 m Tiefe eine *Lycopodium*-spore (wohl von *L. clavatum*), zahlreiche *Menyanthes*-pollen, was mit dem erwähnten häufigen Auftreten von Samen dieser Pflanze im Zusammenhang steht, Gramineenpollen, 2 Pollenkörner vom „*Stellariatypus*“ und 2 vom „*Che-nopodiaceentypus*“, sowie eine Farnspore (stark korrodiert, *Aspidium* sp.). In 6,5 m *Menyanthes*-pollen, Gramineenpollen, Sporen von *Lycopodium* (*annotinum*), Sporen von *Aspidium spinulosum* und Farnsporen ohne Exospor. In 6 m sehr reichlich Sporen von *Aspidium thelypteris* und eine Spore von *Aspidium spinulosum*, sowie auch einige Sphagnumsporen.

Im Sphagnumtorf sind wie überall Sphagnumsporen, *Eri-caceentetraden*, *Assulina* und *Amphitrema* vorhanden. In 3,5 m Tiefe reichlich Sporen von *Tilletia sphagni*. In 3 m, 2,5 m und 1 m Tiefe Gramineenpollen. In 1,5 m und 0,5 m ebenfalls Sporen von *Tilletia sphagni*.

Zu erwähnen wäre noch, dass viele *Betula*-pollenkörner im präborealen Niedermoortorf auffallend klein sind und aller Wahrscheinlichkeit nach von *Betula nana* herrühren; somit müsste

die in 7 m Tiefe 49,5% betragende Betulapollenfrequenzzahl eigentlich um ca. 20% verkleinert werden.

Die Pollenflora und der Aufbau dieses Moores weisen darauf hin, dass der Nordosten Estlands sich in dieser Hinsicht nicht wesentlich vom genauer untersuchten Nordwesten unterscheidet.

### Profil XV.

Hochmoor bei Kubja im Endlamoorgebiet bei der Moorversuchsstation Thoma. Gegen 70 m über dem Meeresspiegel, d. h. weit oberhalb der maximalen marinen Grenze gelegen. Dieses Hochmoor ist vom östlichen Typus: die Randgehänge sind nicht gut entwickelt; *Trichophorum austriacum* fehlt vollständig; *Sphagnum molluscum* tritt ganz zerstreut auf; dagegen ist *Lyonia calyculata* (Cassandra) sehr häufig.

### Der Aufbau.

Tiefe	Torfart	Entstehungsperiode
1 m	Sphagnumtorf, sehr wenig zersetzt, ca. H <sub>3-4</sub>	subatlantisch
2 m	Wasser	
3 m	Sphagnumtorf, sehr schwach zersetzt, ca. H <sub>3-4</sub>	
4 m	Wasser	
4,5 m		subboreal
5 m	Radicellentorf mit Braunmoosen, wenig zersetzt	
5,5 m	Radicellentorf mit Braunmoosen, wenig zersetzt	
5,75 m	Phragmitestorf	atlantisch
6 m	Dy mit Radicellen	
6,25 m	Dy-Gyttja	
6,5 m	Gyttja	
6,75 m	"	
7 m	Kalkgyttja und Bleke-Ton	boreal und subarktisch

Dieses Moor hat eine ungewöhnlich mächtige Sphagnumtorfschicht von mehr als 4 m Dicke, die, wie es aus dem geringen Zersetzungsgrad und der Pollenflora ersichtlich ist, subatlantischen Alters ist. Diese Schicht ist ausserdem sehr wasser-

reich: an mehreren Stellen fasste der Bohrer nicht. Diese ungewöhnliche Mächtigkeit des Sphagnumtorfs ist wohl eine Folgeerscheinung des Absinkens einer ursprünglich während der subborealen Periode entstandenen Schwinggrasenschicht, auf der sich dann während der subatlantischen Periode das jetzige Hochmoor gebildet hat. Infolge des Steigens des Grundwasserspiegels während der subatlantischen Periode haben sich die in und unter dem Sphagnumtorf liegenden Torfschichten gebildet. (Vergl. v. Post und Granlund 1926, H. Gams 1927.)

Der Niedermoortorf ist in seinem unteren Teil sicher subborealen Alters und ist auffallend wenig zersetzt.

Bis weit in die atlantische Periode hinein oder gar bis zur subborealen Periode hat sich im zentralen Teil des heutigen Hochmoores ein See ausgebreitet, wie es aus den unter dem Niedermoortorf liegenden Muddenschichten ersichtlich ist. Diese Muddenschichten sind dank der grossen Mächtigkeit des Torflagers sehr stark zusammengepresst, weisen aber sonst die normale Schichtenfolge auf: 1) Ton, 2) Bleke und Kalkgyttja, 3) Gyttja, 4) Dy mit Radicellen und Phragmitesrhizomen.

Ein Pollendiagramm aus diesem Moor ist vom Verfasser im Archiv für Botanik (Königsberg) 1925 veröffentlicht worden.

Was die Pollenflora anbetrifft, so ist die für 7 m Tiefe in der Tabelle angeführte schon spätborealen Alters. In einer Grundprobe aus diesem Moor habe ich gleich über dem Ton eine Pollenflora gefunden, die, wie zu erwarten, einen subarktischen Charakter hat:

+ 7 m Tiefe — Pinus 24%, Betula 76%.

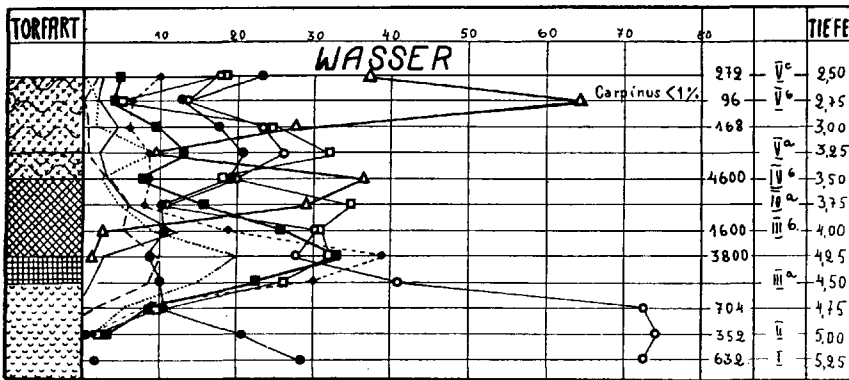
Das atlantische Eichenmischwaldmaximum ist hier ein sehr hohes, bis 28%, wobei zuerst Ulmus, dann Tilia und schliesslich Quercus kulminiert. Hier liegt auch das Frequenzmaximum von Alnus und Corylus und das Minimum von Pinus. Etwas höher tritt schon der Piceapollen in grösseren Mengen auf.

#### Profil XVI.

Muddenlager des Männik-Sees bei der Moorversuchsstation Thoma. Dieser See grenzt unmittelbar an das Hochmoor XV. Untersucht den 25. März 1925. Die Proben sind in der Nähe des Westufers genommen worden. Als Nullpunkt bei der Mes-

sung der Tiefe ist das Niveau von 25 cm über der Oberfläche des Eises gewählt worden.

Das Muddenlager des Männik-Sees ist normal aufgebaut: auf den Ton folgt Bleke und Kalkgyttja, dann Gyttja und schliesslich Dy. Die Dyschicht in 3,25 m Tiefe ist ungemein reich an Sphagnumblättern, so dass sie fast torfartig erscheint. Sie ist, wie es aus dem Pollenspektrum ersichtlich ist, am Anfang der subatlantischen Zeit entstanden. Infolge des Steigens des



Wasserspiegels in dieser Periode fand eine Abrasion von Torfschichten des Ufers statt. Daher wohl der Reichtum an Sphagnumblättern.

Der Übergang von den subborealen zu den subatlantischen Sedimenten muss in ca. 3,5 m Tiefe zu suchen sein (d. h. in 1 m Tiefe des Muddenlagers, da 2,5 m aufs Wasser entfallen).

Das subatlantische Steigen des Wasserspiegels ist schon von Vegesack beobachtet worden, da der Untergrund des Sees im Nordosten aus Radicellentorf besteht. (Von Vegesack 1913). Ein weiterer Beweis für dieses Steigen ist der Umstand, dass im benachbarten Hochmoor Nr. XV der limnotelmatische Kontakt 5 m unter der Oberfläche des Moores liegt, d. h. schätzungsweise 3—4 m unter dem Spiegel des Männik-Sees, der vor einigen Dezennien künstlich gesenkt worden ist. (Der Zusammenhang des Männik-Sees mit dem ehemaligen See in Nr. XV ist, wenn auch nicht bewiesen, so doch sehr wahrscheinlich, zumal die Entfernung keine grosse ist.)

Der Wechsel der Pollenfloren ist im grossen ganzen ebenfalls ein normaler: in der untersten Schicht trägt die Pollenflora einen präborealen Charakter. Auch in der borealen Periode dominiert hier die Birke über die Kiefer, was sich durch die reichen, unausgewaschenen Moränenböden erklären lässt, die den See umgeben.

Das atlantische Eichenmischwaldmaximum ist mit 33% das grösste, welches ich bis jetzt in Estland beobachtet habe. Sehr hoch ist hier auch die Alnus- und Corylusfrequenz. Diese Erscheinung hat dieselbe Ursache wie die geringe Kiefernfrequenz.

Die Reihenfolge, in der die Elemente des Eichenmischwaldes auftreten, ist hier ebenfalls die gewöhnliche: zuerst Ulmus mit 20%, höher Quercus mit 12%.

Das zweigipfelige Piceamaximum mit dem Ansteigen der Alnusfrequenz zwischen den beiden Gipfeln ist hier gleichfalls sehr deutlich zu sehen. In den obersten Schichten fällt, wie es die Regel ist, die Piceafrequenz wieder.

Von sonstigen Mikrofossilien sind beobachtet worden: in 5 m und 4,75 m Diatomeen wie in allen folgenden Proben, *Pediastrum* sp., Farnsporen ohne Exospor; in 4,75 m ausserdem 2 querceide Pollen (*Gentiana*?) und Farnsporen ohne Exospor. In 4,5 m Gramineenpollen, Farnsporen ohne Exospor, Pollen von *Myriophyllum* sp. und ein Pollenkorn vom *Chenopodiaceentypus*; Pollen von *Myriophyllum* sp., Farnsporen ohne Exospor. In 3,7 m Gramineen und runde, ca. 20 Mikronen grosse Pollenkörner mit sehr derber Exine ohne Struktur. In 3,5 m Sporen von *Aspidium spinulosum*, Farnsporen ohne Exospor und Pollen von *Nymphaea* (alba). In 3,25 m *Sphagnum*dy, sehr viel *Sphagnum*-sporen, Sporen von *Tilletia sphagni*, Farnsporen ohne Exospor, *Amphitrema*. In 3 m wie auch in den oberen Schichten, die ebenfalls viel *Sphagnum*blätter enthalten, finden sich *Sphagnum*-sporen, *Ericaceentetraden*, Gehäuse von *Assulina*, *Amphitrema* und *Arcella*, Sporen von *Aspidium thelypteris* und *Tilletia sphagni*. In 2,75 m ebenfalls arcellaartige Gehäuse und mit ziemlicher Sicherheit eine Mikrospore von *Selaginella selaginoides* (korrodiert).

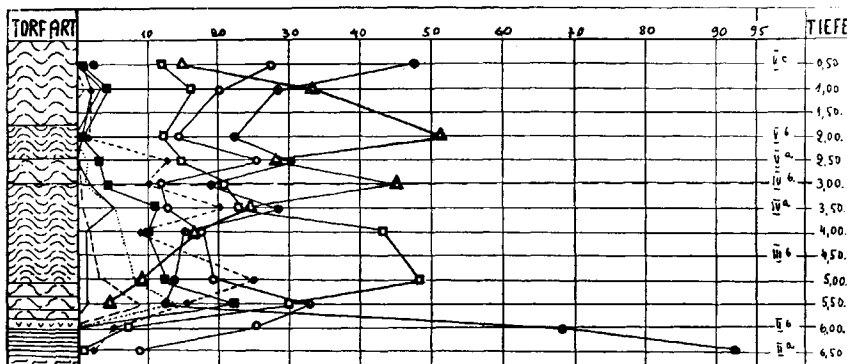
In 2,5 m Tiefe sind 2 typische Pollenkörner von *Carpinus* gefunden worden.

## Profil XVII.

Hochmoor Kuresoo zwischen Pernau und Fellin im südwestlichen Teil des Landes. Grosses Hochmoor mit steilen Randgehängen vom westlichen Typus unterhalb der maximalen marinen Transgression, im devonischen Sandsteingebiet gelegen. Untersucht den 7. August 1923.

Das Profil stammt aus dem westlichen Teile des Moores.

Der Aufbau dieses stark gewölbten und grossen Hochmoores ist ein normaler. Zuerst kommt Niedermoortorf, der in dem untersten Teil borealen Alters ist. Die subarktischen Bildungen



In den untersten Niedermoortorfschichten dieses Moores ist der Pollen sehr schlecht erhalten. Infolgedessen dürfte in der Tiefe von 6,50 m der Ulmuspollen übersehen worden sein. In diesem Niveau tritt er sonst in allen untersuchten Profilen zusammen mit demjenigen von *Corylus* auf (meist vor der zusammenhängenden *Alnus*kurve).

scheinen in diesem Teil des Moores von so geringer Mächtigkeit zu sein, dass sie bei der Untersuchung übersehen worden sind. Vorhanden sind sie aber sicher.

Nach oben zu erhält der Niedermoortorf einen bruchwaldartigen Charakter und geht bei 5,5 m in Sphagnumtorf über. In dieser Tiefe ist die Pollenflora eine frühatlantische. Der ältere Sphagnumtorf ist stellenweise verhältnismässig wenig zersetzt. Der subatlantisch-subboreale Kontakt muss in ca. 3 m Tiefe vorhanden sein, wo der Sphagnumtorf besonders stark zersetzt ist. Auch die Pollenflora — der erste Gipfel des *Picea*-maximums (*IV<sub>a</sub>*) — spricht dafür. In den subatlantischen Schichten befindet sich in 2 m Tiefe eine stark zersetzte, kohlenführende

Schicht, deren Entstehung wohl auf einen lokalen Brand zurückzuführen ist.

Das boreale *Pinus maximum* ist im Niedermoortorf mit 92% sehr typisch ausgebildet.

In der atlantischen Periode setzt auch hier die Hochmoorbildung mit dem Eichenmischwald-, *Alnus*- und *Corylus maximum* ein. Hier erreicht die *Pinus*-frequenz, wie überall, ihr Minimum, welches im Vergleich zum nordestländischen Transgressionsgebiet sehr gering ist.

Der *Picea*-pollen tritt in diesem Moor schon in den frühatlantischen Schichten mit 4 und 8% auf. Das *Picea maximum* ist ausgesprochen zweigipfelig, wie in I und XII. In den obersten Schichten ist das fast überall beobachtete Fallen der *Picea*- und Ansteigen der *Betula*- und *Pinus*-frequenz vorhanden.

Von sonstigen Mikrofossilien sind beobachtet worden: in 6,5 m Tiefe Gramineenpollen, ein Pollenkorn vom *Chenopodiaceentypus*, (einige Pollenkörner, die in ihrer Grösse und Form an *Rumex* erinnern, vergl. Erdtmann: „Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien“ 1923); eine Spore von *Aspidium thelypteris* und Farnsporen ohne Exospor. In 6 m Tiefe sind diese Farnsporen mit 36% vorhanden.

Im *Sphagnum*-torf, wie überall, *Sphagnum*-sporen, *Ericaceentraden*, *Assulina* und *Amphitrema*, fast in allen Proben; ausserdem in 5,5 m Gramineenpollen und 3 etwas an *Fraxinus* erinnernde Pollenkörner. In 5 m ein quercoides Pollenkorn, ca. 20 Mikronen gross, mit glatter Exine (*Gentiana* sp.?). In 4 m Sporen von *Tilletia sphagni*, in 3,5 m ein Pollenkorn von *Fagus silvatica*, sehr typisch. Es handelt sich hier wohl mit ziemlicher Bestimmtheit um ein Pollenkorn der Buche, welches auf dem Wege des Ferntransportes hierher gelangt ist. In 3 m eine Spore von *Tilletia sphagni*.

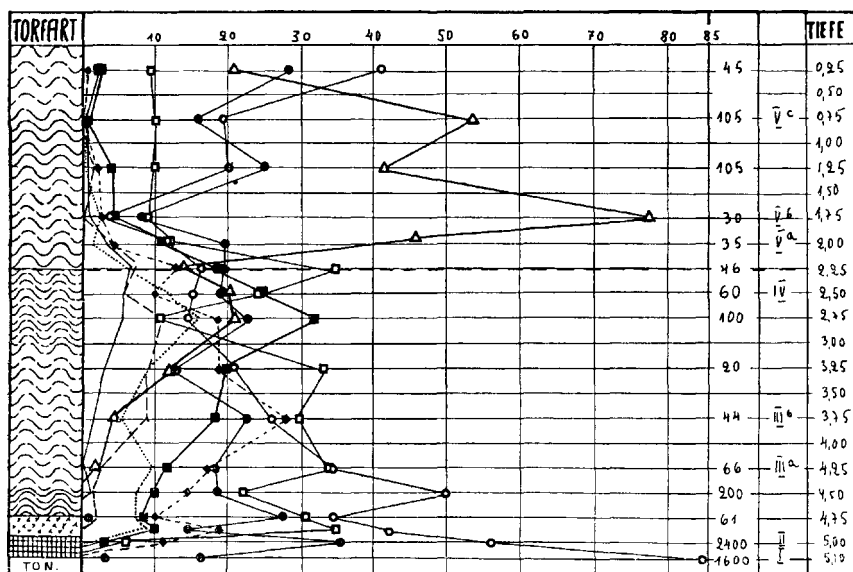
#### Profil XVIII.

Hochmoor „Tähtvere raba“ bei Techelfer, ca. 3 km nordwestlich von Dorpat.

Kleines Hochmoor von östlichem *Cassandra-Sph. fuscum*-Typus. Der grössere Teil dieses Moores ist von einem Randgehängekomplex eingenommen mit *Cassandra-Sph. angustifolium*- u. a. Assoziationen. Im Zentrum dominieren *Calluna-Sph. fuscum*- und *Eriophorum vaginatum-Sph. balticum*-Assoziationen.

In bryologischen Kreisen hat dieses Moor durch die Arbeiten von Russow und Girgensohn eine gewisse Berühmtheit erlangt. Die Probenserie ist in der östlichen Hälfte nicht weit von der Mitte entnommen worden.

Aus dem Aufbau ist ersichtlich, dass wir es hier mit einem Vorsee zu tun haben, der im östlichen Teile, wo die Probenserie entnommen worden ist, erst in der frühatlantischen



Periode verlandete. In der westlichen Hälfte dürfte die Verlandung, wie es ja häufig der Fall ist, schon in der borealen Periode stattgefunden haben. Der subatlantisch-subboreale Kontakt ist dank der ausgesprochenen Regenerationsstruktur im jüngeren Sphagnumtorf nicht sehr deutlich entwickelt und liegt in der Tiefe von 2,25 Metern.

Die Pollenflora zeigt zuunterst eine typisch subarktische Zusammensetzung mit einem Vorherrschen des Betulapollens und Anwesenheit des Salixpollens. Picea fehlt hier vollständig. In den borealen Schichten wächst die Kieferpollenfrequenz, ohne dass es jedoch zu einer vollständigen Vorherrschaft des Kiefernwaldes kommt, wie in Nr. XV und XVI. Diese Erscheinung ist für Gegenden mit reichen Moränenböden typisch.

Die frühatlantische Pollenflora hat ebenfalls die normale, im ganzen Lande beobachtete Zusammensetzung: Ulmus, Alnus und Corylus erreichen hohe Frequenzzahlen. Picea fehlt hier ebenfalls.

Weiter höher fängt der Piceapollen an mit ständig wachsender Frequenz aufzutreten.

Der Tiliapollen erscheint, wie es in Estland fast überall der Fall ist, früher als der von Quercus, im Gegensatz zum grössten Teil Skandinaviens und Grossbritanniens (v. Post und G. Erdtman, briefliche und mündliche Mitteilungen).

Zu bemerken wäre noch, dass hier die Menge des Eichenpollens im Verhältnis zu dem der Linde und Ulme auffallend gering ist, was sicher auf rein lokale Ursachen zurückzuführen ist.

In den subborealen Schichten geht die Frequenz von Alnus und Corylus, wie es die Regel ist, zurück, die von Picea steigt. Ganz im Gegensatz zu allen bisher untersuchten Profilen findet hier ein Ansteigen der Eichenmischwaldpollenmenge statt.

Diese Erscheinung liesse sich dadurch erklären, dass hier, im Gebiet sehr fruchtbarer Moränenböden, in der subborealen Zeit die Fichte den Eichenmischwald nicht nennenswert zurückdrängen konnte, wofür auch der schwach entwickelte untere Gipfel des ersten Piceamaximums spricht. Das Zurückgehen der Auenwälder mit Alnus und Corylus während jener trockenen Periode hat auch zu dieser Erscheinung beigetragen.

Höher folgt dann das zweite Alnusmaximum, das in und über dem Kontakt liegt.

Im Subatlanticum dominiert die Fichte mit 77% absolut, was ebenfalls für Gegenden mit reichen Moränenböden typisch ist. Vergl. Nr. XV und XVI.

In den obersten Schichten findet, wie immer, ein Sinken der Picea- und Ansteigen der Betula- und Pinusfrequenz statt.

Somit unterscheidet sich die subfossile Pollenflora dieses Profils nur durch die Eichenmischwaldpollenfrequenz während des Subboreals von den weiter nördlich liegenden. Ausser den obenerwähnten Ursachen mögen noch rein lokale Verhältnisse diese Erscheinung verstärkt haben.

Aus dem westlichen Teil dieses Moores ist eine einzelne Gytjaprobe analysiert worden, und zwar aus der Tiefe von 5,75 m.

Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Querc.	U+T+Q	Corylus	Picea
53	27	3	17	—	(0,5)?	17	12,5	—

Dieses Niveau wäre mit demjenigen zwischen 5 m und 4,875 m im ersten Profil synchron; die Pollenflora ist hier aber infolge der Lage im westlichen Teile sicher stärker lokal beeinflusst.

### Profil XIX.

#### Das Torflager des Embachtales.

Das breite Urstromtal, das vom Embach durchflossen wird, engt sich bei der Stadt Dorpat merklich ein. Das Torflager, welches den Boden dieses Tales bedeckt, hat auf dem linken wie auf dem rechten Ufer ein und denselben Aufbau, wie es durch je zwei Linienprofile auf beiden Ufern festgestellt worden ist.

Aufbau auf dem linken Ufer unterhalb des neuen Kirchhofes.

40 cm		Krutjord (Parvocaricetummoder)
1,60	120 „	Magnocaricetum- und Phragmitestorf, im untersten Teil mit Cladium *)
2,30	70 „	Kalkgyttja und Bleke
2,60	30 „	Phragmites. Magnocaricetumtorf
2,30	20 „	Bruchwaldartiger Torf mit vielen Kalklagen
Sand		

Auf dem rechten Ufer ist der Aufbau fast derselbe, nur ist die über der Bleke liegende Torfschicht mächtiger.

Die lacustrinen Ablagerungen und die darunter liegende Torfschicht haben dieselbe Mächtigkeit.

Die Pollenanalyse der lacustrinen Ablagerungen zwischen den beiden Torfschichten ergab auf dem linken Ufer folgende Resultate:

	Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Corylus	Picea
1,60 m	40	53	—	7	—	—	8	—
2 „	51	42	—	7	—	—	3	—
2,30 „	71	28	—	1	—	—	1	—

Auf dem rechten Ufer im oberen Teil der lacustrinen Ablagerungen:

(3,30) „	49	46,5	1**)	3,5	—	—	4,5	—
----------	----	------	------	-----	---	---	-----	---

\*) Cladium mariscus war in Estland wie in Schweden im Boreal und im Frühatlanticum sehr verbreitet. V. Post 1925. Thomson 1926.

\*\*\*) Im Frühboreal tritt der Alnuspollen sehr unregelmässig auf (während der von Corylus und Ulmus immer vorhanden ist). Er dürfte wohl von *A. incana* herrühren. Das Massenaufreten dieses Pollens vom Spätboreal an dürfte wohl durch das Einwandern von *A. glutinosa* bedingt sein.

Aus diesen Tatsachen kann man folgende Schlüsse ziehen: Während der subarktischen Periode war das Embachtal von Bruchwäldern und Niedermooren bedeckt. In der Mitte derselben existierte wohl auch schon damals ein Fluss, der wohl aller Wahrscheinlichkeit nach eine der heutigen entgegengesetzte Stromrichtung (vom Peipus zum Wirtsjärw und von dort ins Meer) hatte.

Während der borealen Periode wurde, wohl infolge der im Nordwesten stärkeren Landhebung, das Embachtal unter Wasser gesetzt. Bei Dorpat war damals eine schmale Verbindung zwischen zwei grösseren Seeflächen vorhanden, in der sich die ca. 70 cm mächtige Bleke- und Kalkgyttjaschicht gebildet hat.

Der heute nach Osten fliessende Embach ist erst nach diesem Seestadium (also nach der borealen Periode) entstanden.

Beim Torfstechen sind auf dem linken Ufer 3 Knochenartefakte vom Kundatypus gefunden worden (davon 2 Harpunen). Die Tiefenangabe, ca. 4 Fuss, entspricht ungefähr der Mächtigkeit des Torflagers über der lacustrinen Schicht, bis zu welcher der Torf hier abgebaut wird. Der gute Erhaltungszustand dieser Artefakte, die leider sehr sorgfältig gereinigt worden sind, spricht ebenfalls dafür, dass letztere bereits in den lacustrinen Ablagerungen gelegen haben.

Man kann also mit grosser Wahrscheinlichkeit diese Funde mit dem borealen (ancyluszeitlichen) Seestadium im Embachtal in Verbindung bringen.

Die schmale Verbindungsstelle zwischen zwei grossen Seeflächen mit hohen steilen Ufern an der Stelle des heutigen Dorpat dürfte schon zur Maglemore-Müllerupperiode ein Siedungsplatz gewesen sein.

#### Profil XX.

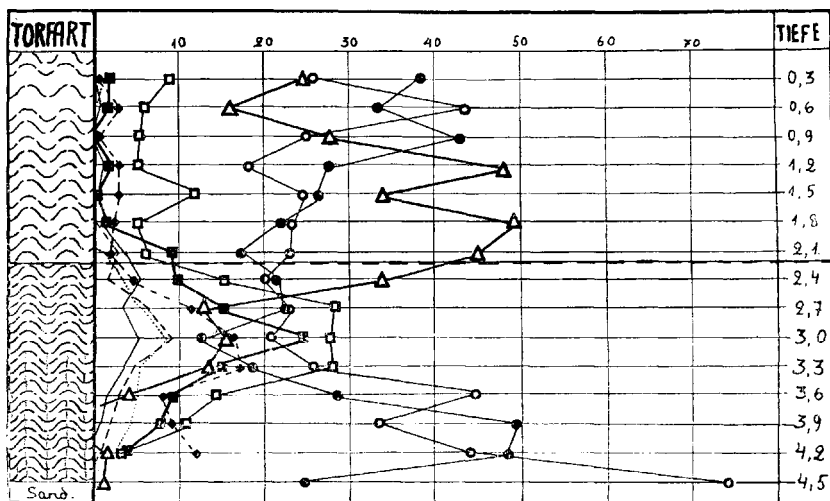
Hochmoor Ullikaraba, in der Nähe des Südwestufers des Peipus gelegen, im südöstlichen Estland.

Was den Aufbau des Moores anbetrifft, so wäre zu erwähnen, dass die untersten subarktischen und borealen Schichten aus einem Sphagnumtorf bestehen, der ungemein reich an Überresten von *Eriophorum vaginatum* ist. Erst in den atlantischen

Schichten haben wir es mit normalem Hochmoortorf zu tun. Der Kontakt (Grenzhorizont) liegt in einer Tiefe von 2,20 m.

Was die Pollenflora anbetrifft, so wäre hier auch das für den Südosten Estlands charakteristische Vorkommen des *Picea*-pollens in den untersten Schichten zu erwähnen. Im übrigen ist der Wechsel der Pollenflora der normale.

Ein Abnehmen der *Picea*-frequenz zwischen den beiden Gipfeln und ein korrespondierendes Ansteigen der *Alnus*-frequenz ist hier ebenfalls vorhanden. Von sonstigen Mikrofossilien sind nur die für den Sphagnumtorf typischen und verstreuten *Salix*-pollenkörner in den untersten Schichten zu nennen.



Profil XXI.

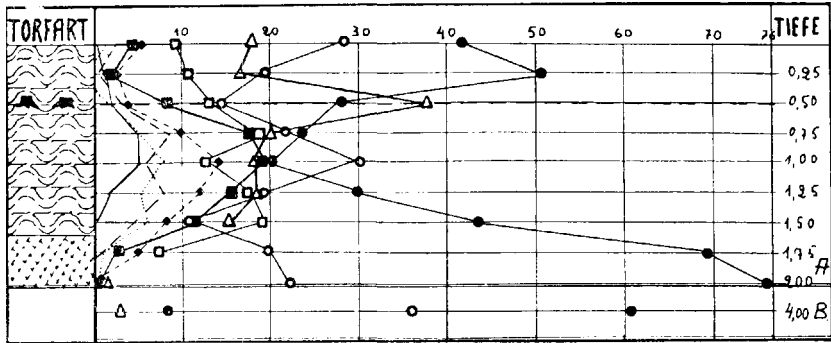
Kleines Moor mit einem Restsee in der Mitte, ca. 3 km östlich von Petschur (Petseri).

Die ursprüngliche Vegetation ist durch einen kürzlich stattgefundenen Brand mehr oder weniger zerstört.

Trotz der geringen Mächtigkeit sind die unteren Dy-Schichten subarktischen bis frühborealen Alters.

In der Tiefe von 0,30–0,50 m sind Kiefernstubben in größerer Menge vorhanden. Hier befindet sich wohl der subboreal-subatlantische Kontakt.

Was die Pollenflora anbetrifft, so ist die Anwesenheit des Fichtenpollens in den untersten Schichten eine für den Osten Estlands typische Erscheinung.



Profil A am Nordrande des Sees. Profil B — Grundprobe vom Westufer des Sees.

In der Grundprobe B ist der Piceapollen mit 2,5% vertreten. Sonst ist der Wechsel der Pollenflora ein normaler. Das sonst in Nord- und Mittelestland überall vorhandene doppelte Piceamaximum fehlt hier im Diagramm. Es scheint in Südostland auszuklingen.

Ausser den für den Sphagnumtorf charakteristischen Mikrofossilien wären hier zu erwähnen in 0,75 m Tiefe ein Pollenkorn von Acer und in 0,5 m Tiefe ein Pollenkorn von Carpinus.

In den untersten Schichten ist der Salixpollen mit geringer Frequenz vorhanden.

#### Profil XXII A.

Ausgedehntes Niedermoor ca. 3—4 km nördlich von der Station Irboska-Isborsk. Im devonischen Dolomitgebiet gelegen. Die zahlreichen Stubben und *Alnus glutinosa*-Sträucher weisen darauf hin, dass man es hier mit einem gerodeten Bruchwald zu tun hat. Die Probe ist im zentralen Teil des Moores genommen worden.

Die oberen Schichten dieses Moores tragen einen bruchwaldartigen Charakter. Die Pollen sind hier aber verhältnismässig gut erhalten, obgleich das Moor ein ziemlich kalkreiches sein muss, wie es aus dem Massenaufreten von *Lonicera coerulea*, *Senecio paluster*, *Carex horneuschuhiana* u. a. hervorgeht.



Hier sei noch einmal erwähnt, dass die Pollenflora dieses Torflagers von 1,25 m an wegen des bruchwaldartigen Charakters der Gegend nur von lokaler Bedeutung ist.

In der Tonprobe aus 1,85 m Tiefe sind nur 50 Pollenkörner gezählt worden.

### Profil XXII B.

Hochmoor „Seno“ — einige Kilometer südwestlich von Neu-Irbsorsk (Irboska). Kleines Hochmoor vom östlichen Typus.

Der subboreal-subatlantische Kontakt (Grenzhorizont) scheint in der Tiefe von 1,60 m vorhanden zu sein: in dieser Tiefe ist eine plötzliche und deutliche Zunahme des Zersetzungsgrades in der ombrogenen Sphagnumtorfschicht festgestellt worden. Die geringe Mächtigkeit der subatlantischen Schichten dieses Moores bestätigt die schon früher erwähnte Abnahme der Mächtigkeit des jüngeren Sphagnumtorfes in der Richtung von Nordwesten nach Südosten.

In den starkgewölbten Hochmooren Westestlands, die sich durch ihre Vegetation nicht unwesentlich von denen des Ostens unterscheiden (Thomson 1924), liegt der „Kontakt“, meist in einer Tiefe von über 3 m.

Hier möchte ich nur die Pollenspektren der untersten lacustrinen Schichten dieses Moores anführen, aus denen die Einwanderungsfolge der Bäume im äussersten Südosten Estlands ersichtlich ist.

Tiefe		Salix	Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Corylus	Picea	
IIIa	3,15 m	Gytja	—	19	24	27,5	12,5	3	5,5	19	8,5
IIb	3,40 m		—	22	56	6	6	5	—	13,5	—
IIa	3,55 m	Bleke	—	30,5	63,5	—	5	—	—	2	1
I	3,70 m		2	77	23	Spur	—	—	—	—	—

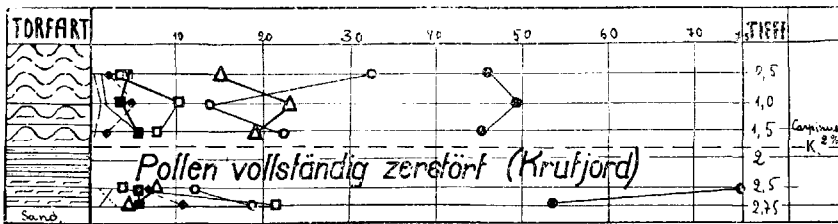
Hier ist das, besonders für den Süden Estlands sehr ausgesprochene, reichliche Auftreten von Ulmus und Corylus ohne Alnus im Frühboreal zu notieren. Die Fichte tritt, wie überall im Süd-

osten Estlands, bereits im Frühatlanticum auf. Während der borealen und subarktischen Periode haben auch hier Fichtenwälder gefehlt. [In den noch tiefer liegenden Tonen, z. B. in XXII A, ist der Fichtenpollen reichlicher vorhanden.]

### Profil XXIII.

Hochmoor Vedrukasoo südöstlich von Kielkond auf Ösel, unterhalb der Litorinagrenze gelegen.

Der hypnumreiche Carex-Radicellentorf in den untersten Schichten ist spätatlantischen Alters (postlitorin), der darüberliegende subboreale Niedermoorortf ist völlig verwittert und der Pollen in ihm ebenfalls zerstört (Krutjord).



Sehr bezeichnend für die frühsubatlantischen Schichten gleich über dem Kontakt ist eine in Estland sonst nirgends beobachtete hohe Pollenfrequenz von *Carpinus* (2%). Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Baum während der frühsubatlantischen Periode auf Ösel vorkam.

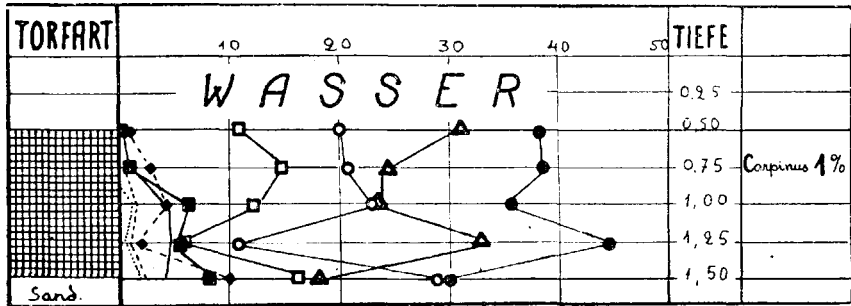
Das sonst in Nord- und Mittelestland überall vorhandene doppelte *Piceamaximum* habe ich auf Ösel nicht feststellen können.

Die Fichte scheint in grösseren Mengen erst während der subborealen Periode auf Ösel vorzukommen.

Von sonstigen Mikrofossilien, ausser den überall auftretenden, wären zu erwähnen ein *Acer*-pollenkorn in 1 m Tiefe und eine Mikrospore von *Selaginella* (etwas korrodiert, Bestimmung aber doch wahrscheinlich).

## Profil XXIV.

See Männamaa im Inneren von Dagö; wie fast die ganze Insel, unterhalb der Litorinagrenze gelegen.



Die untersten Schichten sind hier aller Wahrscheinlichkeit nach spätsubboreal mit einer grossen Piceapollenfrequenz.

In 1 m Tiefe ist die Anwesenheit von *Carpinus*spollen notiert worden.

In den Verzeichnissen der Mikrofossilien des ombrogenen Sphagnumtorfes sind die „Hochmoortönnchen“, die Gehäuse von *Amphitrema flava* (*Ditrema flava*), als *Amphitrema* notiert worden, die Gehäuse der Assulinaarten (*Assulina muscorum*, *A. seminulum* u. a.) als *Assulina*.

## Teil II.

---

### Die Gliederung der Waldgeschichte Estlands.

Wie es aus dem angeführten pollenanalytischen Material ersichtlich ist, lassen sich auf Grund des Wechsels der Pollenflora in den Torflagern und lacustrinen Sedimenten Estlands 10 Horizonte nachweisen.

Dementsprechend ist auch eine analoge Gliederung der Geschichte der Wälder Estlands möglich.

Für Nord- und Mittelestland wäre sie folgende:

I. Die Periode der subarktischen Birkenwälder mit Anwesenheit der Kiefer. Die Frequenz des Birkenpollens ist in der Regel grösser als die des Kiefernpollens. Der Salixpollen tritt hier ebenfalls mehr oder weniger regelmässig auf — in Nr. XIV bei Narva 35 %.

II<sup>a</sup>. Die Periode der borealen Kiefernwälder: die Menge des Pinuspollens ist überall höher als in I und kann bis 90 % erreichen. Die Betulapollenmenge ist immer geringer als in I, kann aber auf fruchtbaren Böden die Menge des Kiefernpollens übertreffen. Der Pollen von *Corylus* und *Ulmus* beginnt in geringen Mengen aufzutreten. Der Alnuspollen ist wie in I sehr unregelmässig anzutreffen (er rührt hier wohl von *Alnus incana* her).

II<sup>b</sup>. Diese Periode unterscheidet sich von der frühborealen II<sup>a</sup> durch ein reichlicheres Auftreten des Pollens von *Ulmus* und *Corylus*, wobei der *Corylus*-Index, d. h. das Verhältnis der Menge des *Corylus*pollens zur Menge des Edellaubwald- und Alnuspollens, selten grösser als 1 ist. Der Alnuspollen beginnt zusammenhängend und in grösseren Mengen aufzutreten, was wohl durch die Einwanderung von *Alnus glutinosa* zu erklären ist.

In den Übergangsschichten von II<sup>b</sup> zu III<sup>a</sup>, resp. schon in II<sup>b</sup>, beginnt *Tilia* und meist etwas später *Quercus* aufzutreten. Vereinzelte querceide Pollenkörner treten gelegentlich früher auf; doch ist ihre Zugehörigkeit zu *Quercus* fraglich. Im Gegensatz zu *Tilia* und *Ulmus*, deren Pollenkörner unverkennbar sind, ist der querceide Pollentypus bei den verschiedensten Pflanzenfamilien vorhanden. So ist der *Violaceen*pollen vom *Quercus*pollen schwer zu unterscheiden. Vergl. Erdtman 1922; Meinke 1927.

In diesem wie auch im nächstfolgenden Horizont sind vom Verfasser an 5 Stellen in Estland grössere Mengen von Früchten und Rhizomen von *Cladium mariscus* (*Cladium*torf) gefunden worden. Demnach haben in diesem Teil des Landes, in dem *Cladium* heutzutage fehlt, damals ausgedehnte *Cladieta* existiert.

III<sup>a</sup>. Die frühatlantische Periode zeichnet sich durch das Kulminieren von *Ulmus*, *Alnus* und *Corylus* aus. Die Kiefer tritt stark zurück. Die Niedermoortorfschichten dieser Periode zeichnen sich oft durch ein Massenaufreten von Sporen von *Aspidium thelypteris* aus. Während dieser Periode setzt auch die Hochmoorbildung ein. Typischer Hochmoortorf aus einer älteren Zeit ist mir in Estland nicht bekannt (wohl aber *Sphagnum-Eriophorum vaginatum*-Torf, z. B. in Nr. XX).

Wie in I, II<sup>a</sup> und II<sup>b</sup>, fehlt auch in III<sup>a</sup> in Nord- und Mittelestland der *Picea*pollen meist vollständig. Am Ende dieser Periode beginnt er mit einer ganz geringen Frequenz aufzutreten.

III<sup>b</sup>. Die spätatlantische Periode. *Tilia* und *Quercus* kulminieren, der Eichenmischwald erreicht sein Verbreitungsmaximum, die Kiefer ihr Verbreitungsminimum. In reicheren Gegenden mag damals die Kiefer, wie dies aus einer Pollenfrequenz von unter 10% hervorgeht, gefehlt haben. Der *Picea*pollen beginnt mit ständiger und steigender Frequenz aufzutreten.

IV<sup>a</sup>. Die frühsubboreale Periode unterscheidet sich nur wenig von der spätatlantischen III<sup>b</sup>. In der Regel ist hier ein Ansteigen der *Picea*frequenz und ein Sinken der Eichenmischwald-, *Alnus*- und *Corylus*frequenz zu verzeichnen. In manchen Diagrammen, wie in XVIII, kulminiert der Edellaubwald, so dass hier dieser Horizont von III<sup>b</sup> nicht getrennt werden kann.

IV<sup>b</sup>. Die Periode der subborealen Ausbreitung der Fichtenwälder, die besonders auf ärmeren Böden im unteren Gipfel des

*Piceamaximums* ihren Ausdruck findet. In das Ende dieser Periode fällt die Bildung des Grenzhorizontes.

V<sup>a</sup>. Diese Periode zeichnet sich in der Regel durch ein Ansteigen der *Alnus*-pollenfrequenz und ein Sinken der *Picea*-pollenfrequenz aus.

Dieses zweite *Alnus*-maximum ist aber immer viel geringer als das atlantische. Nicht selten ist hier in den frühsüdatlantischen Schichten ein geringes Ansteigen der *Quercus*-pollenmenge zu verzeichnen.

V<sup>b</sup>. Die Periode der grössten Ausbreitung der Fichtenwälder besonders auf reichen Böden: der zweite Gipfel des *Picea*-maximums. Hier ist, wie in V<sup>a</sup>, überall in Estland der Pollen von *Carpinus betulus* zerstreut und mit einer Frequenz von unter 1% anzutreffen. Nur auf Ösel kann diese Frequenz bis zu 2% betragen.

V<sup>c</sup>. Die Periode des sekundären Kiefern- und Birkenanstiegs und des Rückgangs der Fichtenwälder, wohl durch das Einsetzen der Brandkultur bedingt.

Der Edellaubwaldpollen fehlt hier praktisch vollständig.

Der obenerwähnte Wechsel der Pollenflora entspricht fast vollständig dem im Südosten Schwedens (v. Post 1924 und 1928). Im Gegensatz zu Schweden tritt aber in Estland die Fichte mit grösserer Pollenfrequenz bereits mitten in der atlantischen Periode III<sup>a</sup>—III<sup>b</sup> auf, d. h. ungefähr während der maximalen Ausbreitung des Litorinameeres; ebenso in Westfinnland (Auer 1924).

Ein weiterer, wenn auch geringfügigerer Gegensatz zum grösseren Teile Skandinaviens und besonders Grossbritanniens (v. Post, mündliche Mitteilung, G. Erdtman 1926) besteht darin, dass der Lindenpollen in Estland in den meisten bisher untersuchten Profilen vor dem der Eiche aufzutreten beginnt. (Der *Ulmus*-pollen tritt überall noch viel früher, schon in den borealen Schichten, reichlich auf.)

Die Kulminationsfolge der Elemente des Eichenmischwaldes — zuerst *Ulmus*, dann *Tilia* und *Quercus* — ist dagegen in Estland dieselbe wie in Schweden.

Für Gotland hat L. v. Post (1924) 11 waldgeschichtliche Perioden festgestellt, die den estländischen folgendermassen entsprechen:

L. v. Post	P. W. Thomson
Gotland.	Nord- und Mittelestland.
I	Vc
	Vb
II	Va
	IVb      Grenzhorizont
III	
	IV a } III b }
IV	
	Litorinamaximum
V	IIIa
VI	(IIIa—IIb)
VII	
	IIb
VIII	Ancyclusmaximum
	IIa
IX	
X	I
XI	—

Während nun die Entwicklungsgeschichte der Wälder Nord- und Mittelestlands dem schwedischen „inlandstypen“ v. Post 1924, oder noch genauer dem „bergslagtypen“ v. Post 1928 ähnlich ist, erinnert das zweigipflige *Piceamaximum* an den schwedischen „nordliga typen“ des nördlichen Mittelschwedens.

Im südlichen Teile des ostbaltischen Gebietes wie auch im südlichen Mittelschweden fließen die beiden *Piceagipfel* zusammen.

Die Klimaschwankung, welche ein Zurückgehen der Fichtenwälder im nördlichen Mittelschweden und nördlichen Ostbaltikum hervorgerufen hatte, konnte sich im etwas weiter südlich gelegenen Teil beider Länder im Waldbilde nicht mehr bemerkbar machen.

Während der *Carpinus*pollen in den frühsuatlantischen Schichten mit einer gewissen Regelmässigkeit auftritt, sind nur 2 Pollenkörner von *Fagus silvatica* in Nr. II und Nr. XVII gefunden worden. Es handelt sich hier ohne Zweifel um einen Ferntransport. Auch im südlichen Ostbaltikum, in Kurland, fehlt nach den bisherigen Daten *Fagus* vollständig.

Vereinzelte Pollenkörner vom *Hippophae rhamnoides*-Typus und vom *Myriophyllum alterniflorum*-Typus sind auch in den subarktischen Schichten, besonders in II und IV, gefunden worden. Jedoch sind diese Funde zu wenig zahlreich, um ihnen eine grössere Bedeutung beizumessen. Sicher haben

die beiden genannten Pflanzen während der subarktischen Periode auch im ostbaltischen Gebiet eine grosse Verbreitung gehabt. Um das zu beweisen, ist aber noch ein grösseres Material nötig.

Zu erwähnen wäre noch, dass mehrfach Sporen beobachtet worden sind, die mit einer ziemlichen Sicherheit als Mikrosporen von *Selaginella selaginoides* bestimmt werden konnten.

### **Der Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Waldentwicklung in Estland.**

Wenn auch, wie schon erwähnt, der Wechsel in der Zusammensetzung der Pollenfloren von der Ostseeküste bis zur Narowa und vom Finnischen Meerbusen bis zum Embach im grossen ganzen ein und derselbe ist, so treten hier doch zwischen dem Gebiet der ausgewaschenen Riech- und Geröllböden unterhalb der marinen Grenze im Nordwesten und den reichen Moränenböden des Inneren greifbare Unterschiede auf: die quantitative Zusammensetzung der Wälder war hier zu allen Zeiten eine verschiedene.

Etwas Analoges ist die abweichende Zusammensetzung der Wälder in verschiedenen Höhenlagen in Ländern mit stark kupierter Oberfläche. Auch dort kann man diesen Unterschied, der überall den gleichen Gesetzen folgt, in verschiedenen Perioden der Postglazialzeit feststellen, wie Z. B. in Böhmen (vergl. Rudolph 1926).

So hat die Kiefer im Transgressionsgebiet zu allen Zeiten eine grössere Rolle gespielt, als auf den unausgewaschenen Moränenböden im Innern des Landes. Auf letzteren kommt es sogar während der borealen Periode nicht zu einem absoluten Dominieren des Pinuspollens, so dass der Betulapollen, wenn auch mit geringerer Frequenz als in der vorigen Periode, auch hier vorherrschen kann. Im Transgressionsgebiet kann dagegen die Pinuspollenmenge während der borealen Periode bis 90 % und mehr betragen. Das atlantische Pinuspollenminimum ist hingegen hier viel weniger ausgesprochen, als auf den nicht ausgewaschenen Moränenböden im Innern. Die trockenen Böden des Transgressionsgebietes haben der Kiefer zu allen Zeiten bessere Siedlungsmöglichkeiten geboten. Analog verhält es sich mit dem Eichenmischwaldmaximum während der atlantischen Periode: während bei Reval der Eichenmischwald im Durchschnitt mit 15 % kulminiert, erreicht er bei Dorpat 25 % und sogar mehr — bis 33 %. Ähnlich verhält es sich auch mit *Corylus*.

Dieselben Verhältnisse bedingen auch eine verschiedene Verbreitung der Fichtenwälder in den angeführten Gegenden.

Schon während der subborealen Periode tritt dieser Gegensatz zu Tage: auf den ärmeren Böden des Transgressionsgebietes hatte die Fichte sich auf Kosten des Eichenmischwaldes stark ausgebreitet, wie dies aus dem gut entwickelten unteren Gipfel des Piceamaximums ersichtlich ist. In einzelnen Fällen kann derselbe sogar grösser sein, als der über dem Kontakt liegende subatlantische. Auf den reichen Moränenböden des Innern konnte die Fichte den Eichenmischwald damals nicht wesentlich zurückdrängen: der unter dem Kontakt liegende Piceagipfel ist hier bedeutend schwächer entwickelt.

In einem Profil bei Dorpat (Nr. XVIII) kommt es sogar, im Gegensatz zu den anderen bisher untersuchten, zu einem Kulminieren des Eichenmischwaldes während des Subboreals, wohl auf Kosten der in dieser trockenen Periode zurückgehenden Auenwälder mit *Alnus* und *Corylus*.

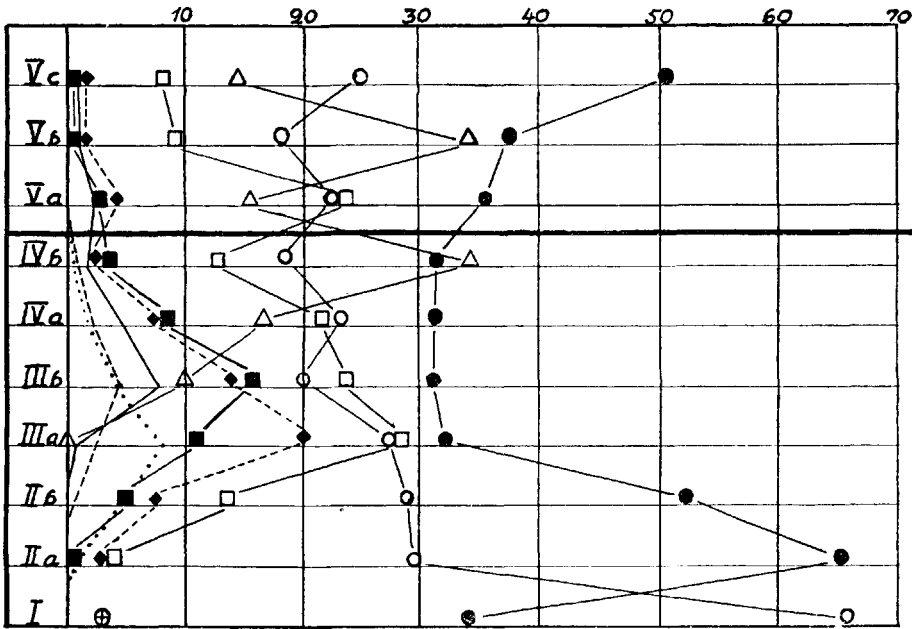
Während der subatlantischen Zeit (nach dem zweiten *Alnus*maximum des Kontakts) ist die Verbreitung des Fichtenwaldes eine wesentlich andere: im Innern auf den reichen Böden dominiert die Fichte mit einer Pollenfrequenz von 70% und mehr.

Im Transgressionsgebiet dagegen erobert sie sich im grossen ganzen nur das während des Fröhsuabatlanticums zusammengeschrumpfte subboreale Areal.

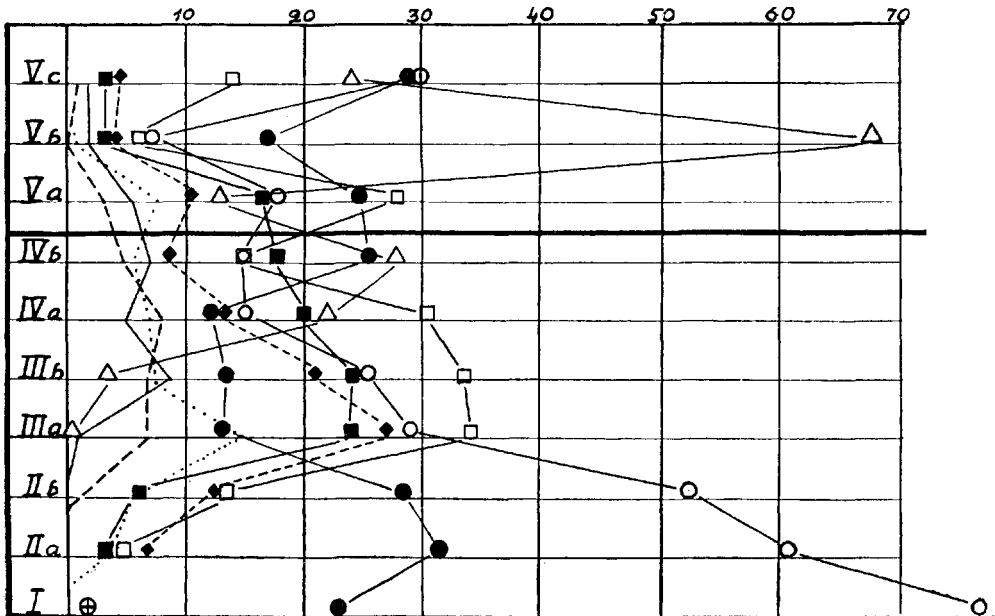
Mit anderen Worten: wenn man das ganze Land betrachtet, so fällt die eigentliche Herrschaft der Fichte in das Subatlanticum. Damals hatte auch *Carpinus* eine wesentlich nördliche Verbreitung, wie es aus zerstreuten Pollenfunden in diesem Niveau ersichtlich ist, und hatte vielleicht die Grenzen der heutigen Republik Estland erreicht oder sogar überschritten (vergl. M. Linin 1926).

Zu den Durchschnittsdiagrammen wäre noch zu bemerken, dass die zusammenhängende *Corylus*- und *Ulmus*kurve im Fröhboreal in der Regel vor der zusammenhängenden *Alnus*kurve beginnt.

Pollenanalytische Durchschnittsdiagramme für Estland. [Aus P. W. Thomson, Geol. Fören. Förh., Bd. 48. 1926.]



Für das Gebiet der ausgewaschenen Moränenböden unterhalb der „marinen Grenze“ („B. III“ — vergl. Ramsay 1929) im nordwestlichen Teile des Landes. Profil I—XII.



Für das Gebiet der reichen, nicht ausgewaschenen Moränenböden im Inneren des Landes. Profil XV, XVI und XVIII.

Diese Erscheinung ist besonders deutlich im südlichen Teile des Landes. [Dasselbe habe ich auch in Nordkurland (Dondangen) feststellen können.]

Ferner kulminiert *Tilia* in der Regel vor *Quercus*, was aus diesen Durchschnittsdiagrammen ebenfalls nicht ersichtlich ist.

### Weitere regionale Verschiedenheiten in der Geschichte der Wälder Estlands.

Wie zu erwarten, sind in Estland infolge des kleinen Areal und des Fehlens grösserer klimatischer Unterschiede nur geringere regionale Verschiedenheiten in der Entwicklungsgeschichte der Wälder vorhanden. Im vorigen Kapitel wurde die Waldgeschichte für den grösseren Teil des Landes: den Norden, Westen und die Mitte geschildert, wo keine grösseren regionalen Unterschiede vorhanden sind, und wo nur die verschiedene Beschaffenheit der Böden im Waldbilde zum Ausdruck kommt. Im Osten (Profil Nr. XIV bei Narwa) und besonders im Südosten des Landes (Petschur, Nr. XX, XXI, XXII) sind meist Spuren der Fichte in den subarktischen und auch in den borealen Schichten vorhanden. Immerhin kann auch hier in einzelnen borealen und auch subarktischen Proben der *Piceapollen* vollständig fehlen.

Im den Profilen Nr. XIV (Narwa), XX und XXI fehlt der *Piceapollen* stellenweise in den borealen Schichten, während er in den unteren, subarktischen, etwas reichlicher vorhanden ist. In XXII<sup>b</sup>, einem Hochmoor ca. 10 km südlich von XXII<sup>a</sup>, ist in den untersten subarktischen Blekeproben in 3,10 m Tiefe ein für diese Periode typisches Pollenspektrum vorhanden: *Betula* 77%, *Pinus* 23%, *Salix* 2%, wobei bei über 200 gezählten Pollenkörnern keine Spur der Fichte gefunden worden ist.

In den noch tiefer liegenden, wohl arktischen Tonen, z. B. in XXII<sup>a</sup> und einigen anderen direkt auf der Grundmoräne liegenden Tonproben, ist der *Piceapollen* reichlicher vorhanden — bis gegen 10%.

In Zentralrussland hat es während des „Subarcticums“ nach Neustadt (1928) ausgedehnte Fichtenwälder gegeben, die während des Boreals ganz oder fast ganz verschwinden, um im Frühatlanticum wieder aufzutreten.

Dieses russische „Subarcticum“ dürfte wohl älter als die estländische Birkenperiode sein. Vielleicht ist das Auftreten und Verschwinden der Fichte hier die Folge einer Klimaschwankung, die in Estland nur undeutliche Spuren hinterlassen hat.

Die nach allen bisherigen Funden sehr wahrscheinliche Verbreitung von *Larix* vom Ural bis Polen nach der letzten Vereisung fällt wahrscheinlich in eine noch ältere Periode, während welcher Estland vielleicht noch vereist war.

Somit unterscheidet sich die Waldgeschichte des äussersten Ostens und besonders des Südostens Estlands von dem übrigen Teile durch das sporadische Auftreten des Fichtenpollens in den untersten Schichten und durch das endgültige Auftreten der Fichte schon im Frühatlanticum. Ein doppeltes *Piceamaximum* ist, wie gesagt, auch hier nicht immer deutlich erkennbar.

Bezeichnend wäre auch der höhere *Corylus*-index in den borealen Schichten, besonders in Nr. XX, was wohl eine Folge der grösseren Entfernung vom Ufer des Ancylylusses ist. Der Ancylylensee, an den ja im Norden noch das Inlandeis grenzte, hat in seinen Küstengebieten überall durch sein kaltes Wasser die Ausbreitung wärmeliebender Bäume gehindert (vergl. v. Post 1928).

Was die ostbaltischen Inseln, besonders Ösel, anbetrifft, so scheint nach den bisherigen Daten die Fichte erst am Ende der atlantischen Periode resp. am Anfang der subborealen eingewandert zu sein. Dieser Umstand und die höhere *Carpinus*-spollenfrequenz (bis 2%) in den subatlantischen Schichten unterscheiden das Waldbild Ösels von demjenigen des übrigen Estlands. Ein doppeltes *Piceamaximum*, wie es besonders für Nordestland typisch ist, konnte auch hier nicht nachgewiesen werden. Somit schliesst sich Ösel eng an Nordkurland an, wo die Entwicklungsgeschichte der Wälder nach den bisherigen Daten eine ähnliche ist; die Fichte erscheint in Kurland zur Zeit des *Litorinamaximums* wie in Estland. (Vergl. Galenicks 1928.)

### **Der subboreal-subatlantische Kontakt (Grenzhorizont) und seine Lage im Pollendiagramm.**

In stratigraphischer Hinsicht herrscht eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Mooren Estlands und Südschwedens. Die Hochmoore des östlichen Südschwedens stimmen, was den Aufbau und die Vegetation anbetrifft, vollständig mit

denen West- und Mittelestlands überein. Im Osten, besonders im Südosten Estlands ist allerdings ein kontinentaler Hochmoortypus vorhanden, der in Schweden fehlt\*).

Auch die kalkreichen Niedermoore Gotlands und Ölands haben ihr Analogon in entsprechenden Bildungen Ösels und Nordwestestlands. (Im übrigen vergl. v. Post und Granlund: Södra Sveriges torftillgångar, Sv. Geol. Unders. Ser. C. Nr. 335, 1926.)

Wie schon im Vorwort erwähnt, wird eine ausführliche Beschreibung der charakteristischsten Moorkomplexe in einer weiteren Arbeit erscheinen. Die in der vorliegenden Abhandlung angeführten Profile sind aber so gewählt, dass sie für die betreffenden Moorkomplexe typisch sind und ein Bild vom stratigraphischen Gesamtaufbau geben.

Die in stratigraphischer Hinsicht interessanteste Bildung ist der zuerst von C. A. Weber festgestellte Grenzhorizont — der subboreal-subatlantische Kontakt der Schweden.

In den Mooren, besonders in den Hochmooren, der meisten Länder Nord- und Mitteleuropas ist eine bald deutlichere, bald weniger deutliche Verschiedenheit des Zersetzungsgrades der jüngsten subatlantischen und der älteren Schichten vorhanden. Im Sphagnumtorf tritt diese Erscheinung in der Regel besonders deutlich zutage. Die obersten subborealen Schichten sind

---

\*) Die Hochmoore des westlichen Teiles von Estland unterscheiden sich recht wesentlich von denen des östlichen — sowohl in der Form und Oberflächenbeschaffenheit, wie auch in der Vegetation.

Die westestländischen Hochmoore sind in der Regel stärker gewölbt und weisen eine grössere Mächtigkeit der subatlantischen unzersetzten Torfschicht auf, wohl infolge des mildereren Herbstes, der das Wachstum der Moose begünstigte.

Was die Vegetation anbetrifft, so herrschen im Osten *Sphagnum fuscum-Calluna-* und *Sphagnum balticum-Eriophorum vaginatum*-Assoziationen. Die im Nordwesten vollständig fehlende *Lyonia (Cassandra) calyculata* ist hier reichlich vorhanden.

Im Westen spielen *Sphagnum rubellum* und *Sphagnum medium* auf der Hochfläche eine wesentlich grössere Rolle, das im Osten fehlende *Trichophorum austriacum (Scirpus caespitosus)* und das im Osten seltene *Sphagnum molluscum* treten hier als Massenvegetation auf. Im äussersten Westen, auf den ostbaltischen Inseln, werden die Bulte schon durch *Sphagnum imbricatum* gekrönt. — Vergl. P. W. Thomson, 1924 und 1925 c.

meist am stärksten zersetzt und heben sich dann mehr oder weniger scharf von den über ihnen liegenden, weniger zersetzten subatlantischen ab. Dieser subatlantisch-subboreale Kontakt (Grenzhorizont), der oft noch durch eine Stubbenschicht ausgezeichnet ist, konnte auch für Skandinavien und Russland festgestellt werden (vergl. L. v. Post 1912). Nach Erdtman 1921 ist „die Grenze zwischen den subatlantischen und subborealen Bildungen so gut wie stratigraphisch“. Von Post 1924 c fixiert diesen Kontakt im Pollendiagramm. In Russland wird der Kontakt (Grenzhorizont) von R. Abolin 1914, W. S. Dokturowsky 1922, D. A. Gerassimow 1923, W. Kudrjaschow 1923, W. Ssuchatschow u. a. erwähnt und beschrieben. Oft ist er hier sehr deutlich vorhanden; manchmal kann man ihn nach W. Kudrjaschow nur durch ein plötzliches Ansteigen des Zersetzungsgrades im Laboratorium nachweisen. In Estland ist in einigen Hochmooren der atlantische Sphagnumtorf sehr wenig zersetzt (um  $H_5$  herum), ebenso die subborealen Schichten, so dass ich anfänglich geglaubt habe, dass der Kontakt in Estland fehle. Bei genauerer Untersuchung der Profile habe ich ihn in den meisten Fällen sogar in Niedermoorbildungen feststellen können, wenn er auch in der Regel nicht so scharf wie in Mitteleuropa entwickelt ist. (Vergl. J. Stoller 1924.)

Im Hochmoor Nr. IV „Söjamäeraba“, dem Schweinsberger Moor bei Reval, ist der subboreal-subatlantische Kontakt besonders gut und deutlich entwickelt. In der Tiefe von 1,23 m geht der wenig zersetzte Sphagnumtorf ( $H_{3-4}$ ) plötzlich in stark humifizierte ( $H_{6-7}$ ) über, in dem eine gut entwickelte Stubbenschicht vorhanden ist. Die mächtigen Kiefernstubben zeigen, dass das Moor am Ende der subborealen Periode mit schönem Hochwald bedeckt gewesen ist. Die geringe Tiefe des Kontakts ist durch die Entwässerung des im Abbau begriffenen Moores zu erklären. Der nur 1,23 m mächtige subatlantische Sphagnumtorf hatte im nicht entwässerten Zustande eine wohl mindestens doppelt so grosse Mächtigkeit. Eine ähnliche Stubbenschicht habe ich auch im Hochmoore Ellamaa, das ebenfalls abgebaut wird, gesehen. Pollenanalytisch habe ich dieses Moor nicht untersucht.

Im Pollendiagramm des Hochmoors Nr. IV liegt der erwähnte Kontakt etwas unter dem untersten Gipfel des *Picea*-maximums. In den meisten untersuchten Profilen habe ich an derselben Stelle des Pollendiagramms eine plötzliche starke Zu-

nahme des Zersetzungsgrades feststellen können, die ohne Zweifel dem Kontakt entspricht. Die Tiefe beträgt in der Regel gegen 3 m, besonders in den Hochmooren, was mit der Tiefe 1,23 m des entwässerten Hochmoors Nr. I in Einklang steht. Bei der Entwässerung sinken die Torfschichten häufig um mehr als die Hälfte der früheren Mächtigkeit zusammen. Somit glaube ich auch hier die Lage des Kontakts im Pollendiagramm fixiert zu haben.

Auch hier ist eine vollständige Übereinstimmung mit Schweden vorhanden, wo nach von Post 1924 c die Lage des Kontaktes im Pollendiagramm ebenfalls eine konstante ist und in Nordsvealand mehr oder weniger mit dem unteren Gipfel des Piceamaximums zusammenfällt.

In Niedermoorbildungen habe ich den Kontakt auch feststellen können, z. B. in Nr. II und besonders scharf in Nr. IX. Hier ist während der subborealen Trockenperiode der unter dem Kontakt liegende Niedermoortorf vollständig verwittert und der Pollen in ihm so zerstört, dass eine Analyse dieser Schicht unmöglich ist. (Vergl. v. Post in Gotlands Geologi. Sv. Geol. Unders. Ser. C. Årsb. 18 (1924). Stockholm 1925. Seite 104. Dieser doppleritisierte subboreale Seggentorf wird dort als „Krutjord“ bezeichnet.)

Auch in lacustrinen Sedimenten ist dieses Niveau nachzuweisen. Im Männiksee Nr. XVI ist in 3,25 m Tiefe (vom Wasserspiegel aus gerechnet) eine Dyschicht mit zahlreichen Sphagnumblättern vorhanden. Hier haben wir es ohne Zweifel mit einer Folge der durch das subatlantische Steigen des Sees hervorgerufenen Erosion zu tun. Pollenanalytisch entspricht dieses Niveau dem 2. Alnusmaximum zwischen den beiden Piceagipfeln, d. h. V<sup>a</sup>.

Im Ostbaltikum wie in Mittelschweden fließen weiter nach Süden hin die beiden Gipfel des Piceamaximums zusammen, so dass hier nur ein Piceamaximum vorhanden ist. Ebenso auf Ösel, bei Petschur (Petseri) und in Kurland. (P. und M. Galeņiks 1929 und M. Gilbert — noch nicht veröffentlichte Diagramme aus Nordkurland.)

Boreale Trockenhorizonte: Waldtorfschichten sind besonders im Profil Nr. XIV gut entwickelt und auch in Nr. IV erkennbar.

### Geologische Konnexionen: die Lage des Ancyclus- und des Litorinamaximums im Pollendiagramm.

Estland befindet sich in der Zone des Ostseebeckens, welche in der Spät- und Postglazialzeit eine bis zur Gegenwart andauernde Landhebung zu verzeichnen hat. Daher liegen die älteren Strandbildungen der Ostsee hier weiter landeinwärts, als die jüngeren.

Von allen Stadien in der Geschichte der Ostsee sind der boreale Ancyclussee und das Litorinameer mit ausgesprochenen Transgressionen verbunden. Infolge dieses Umstandes treten auch die Ancyclusgrenze „A. G.“ und die Litorinagrenze „L. G.“ mit ihren Strandwällen und Abrasionsterrassen sehr deutlich im Relief des Landes hervor. H. Hausen (Fennia 34, 1913—1914) führt hier folgende Daten an: Ancyclusstrandwälle:

	Niveau
Piersal, kreisförmiger Gipfelwall mit Schalen . . . . .	32 m
Munnalas-Liwa, Wall mit Schalen . . . . .	33 m
Brigittenfluss, Hirro, Strand-oder Flussschotter mit Schalen	36 m

Somit beträgt die Höhe der Ancyclusstrandwälle für den in Betracht kommenden nordwestlichen Teil Estlands  $\pm$  33 m.

Die Daten für die Litorinastrandwälle (diejenigen der postglazialen marinen Transgression) sind nach H. Hausen folgende:

Rigi (zw. Narwa und Hungerburg), Wall . . . . .	10 m
Sillamägi (Vaivara), Abr.-Trr., Wall . . . . .	12 m
Tammispäh-Wainopäh, Wall . . . . .	16 m
Jagowal, Wall . . . . .	24 m
Krodi (E von Reval), Wall . . . . .	ca. 20 m
Wiems (Reval), Abr.-Trr. . . . .	21,3 m
Morrast, Abr.-Trr. . . . .	21,5 m
Surrop, Abr.-Trr. . . . .	21,5 m
Packerort, Wall und Trr. . . . .	20—22 m
Köppo, Dagerort, Abr.-Trr. . . . .	25 m
Mustel, Ösel, Wall . . . . .	21 m
Kergel, Ösel, grosser Wall . . . . .	19 m
Megakülla, Ösel, postl. Sed. . . . .	18 m

Somit beträgt die Höhe der Litorinastrandwälle für das Untersuchungsgebiet im nordwestlichen Teil Estlands 21—22 m.

Hier möchte ich noch Herrn Professor W. Ramsay-Helsingfers meinen Dank aussprechen für seine genauen Angaben über den Verlauf der einzelnen Transgressionsgrenzen. Dadurch war es mir möglich, auf der Karte die für die Untersuchung geeigneten Moore und Seen anzumerken und infolgedessen die mir zur Verfügung stehenden kurzen Sommerferien produktiver auszunutzen. Vergl. ferner Ramsay 1929.

Um die geologischen Konnexionen des Pollendiagramms mit den einzelnen Stadien der Ostsee festzustellen, sind 3 Profile in 3 Moorkomplexen unterhalb der Litorinastrandwälle, 5 Profile und Grundproben in 4 Komplexen oberhalb der Litorinagrenze und 5 Profile und Grundproben in 4 Komplexen oberhalb der Ancylusstrandwälle untersucht worden (oben, Seite 6—34).

Als Resultat ergibt sich, wie schon erwähnt, eine vollständige Übereinstimmung der auf ein und derselben Transgressionsstufe liegenden Pollendiagramme, besonders in deren unterem Teil.

Als Untersuchungsgebiet wurde der Nordwesten Estlands gewählt: hier liegen die beiden Transgressionsgrenzen in einem grösseren Abstand voneinander, so dass auf jeder Stufe zahlreiche Moore und Seen vorhanden sind. Ausserdem muss in diesem, an die offene Ostsee angrenzenden Gebiet die Brandung zu allen Zeiten eine verhältnismässig grosse gewesen sein, so dass auf jeder Stufe die limnischen und telmatischen Bildungen, die älter als die betreffende Transgression sind, entweder vernichtet oder mit minerogenen Sedimenten bedeckt sein müssen.

Selbstverständlich sind die so erhaltenen Resultate nur grobe Annäherungen. Immerhin geben die gemachten Untersuchungen auf Grund von mindestens 3 parallelen Belegen für jede Stufe die Möglichkeit, die Lage des Maximums sowohl der Litorina- als auch der Anzylustransgression im Pollendiagramm zu fixieren.

Die Resultate stehen, wie es auch nicht anders sein kann, in keinem Widerspruch zu den schwedischen. Oberhalb der Ancylusgrenze findet man ganz zu unterst eine typisch präboreale Pollenflora — I. Unterhalb der Ancylusstrandwälle fehlen die Schichten I und II<sup>a</sup>. Die untersten Schichten zeigen in allen untersuchten Profilen das boreale *Pinus maximum* mit schon reichlichem *Ulmus*-, *Alnus*- und *Corylus*pollen, also II<sup>b</sup>.

Höher ist bereits das frühatlantische *Ulmus*maximum, überall über 10% *Ulmus*pollen vorhanden. Der *Picea*pollen fehlt (in Nordwestestland) zu dieser Zeit meist vollständig.

Somit muss in Estland das *Ancylus*maximum mit dem borealen *Pinus*maximum zusammenfallen. Das wäre ein weiterer Beleg dafür, dass das *Ancylus*stadium der Ostsee in die boreale Periode fällt. (Vergl. v. Post 1928; Assarsson 1927.)

Was nun die limnischen und telmatischen Bildungen unterhalb der Litorinatransgression anbelangt, so fehlen hier die Schichten I, II<sup>a</sup>, II<sup>b</sup> und III<sup>a</sup>. In dem untersten Teil der hier untersuchten Profile haben wir es mit dem oberen Teil des Eichenmischwaldmaximums zu tun, in dem *Quercus* dominiert, wobei *Picea* ebenfalls reichlich auftritt — mit anderen Worten: mit der Schicht III<sup>b</sup> (resp. IV<sup>a</sup>).

Somit liegt das Litorinamaximum auch in Estland in der atlantischen Periode und fällt mit der grössten Ausbreitung des Eichenmischwaldes und wohl auch mit dem postglazialen Klimaoptimum zusammen (von Post 1924).

Eine noch genauere Konnexion der „L. G.“ mit der Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands erlaubt das Profil des linken Steilufers der Pernau oberhalb der Reide-Mündung beim Gute Zintenhof. Dieser Ort liegt etwas unterhalb der von W. Ramsay (Helsingfors) festgestellten Litorinagrenze, deren Höhe über dem Meeresspiegel hier + 10 m beträgt. Hier tritt beim Gute Zintenhof (Sindi mõis) eine ca. 30 cm mächtige Torfschicht zutage, die diskordant zuerst von Dünenbildungen, dann von geschichteten Sanden (im ganzen 1,80 m) bedeckt ist (+ 8 m über dem Meeresspiegel).

Im Sommer 1929. hat Mag. Indreko vom hiesigen Archäologischen Kabinett eine genaue Kartierung dieses Gebiets vorgenommen. Dank dieser Karte kann ich nun noch einiges Weitere hinzufügen. Es handelt sich hier um eine Haffbildung des Litorinameeres, deren Ablagerungen die erwähnte Torfschicht bedecken. Letztere lässt sich nur bis zur Nehrung dieses Litorinahaffs nach Westen zu verfolgen. Im Gebiet des offenen Litorinameeres, noch weiter westlich von der Nehrung, ist diese Torfschicht wohl der Abrasion zum Opfer gefallen. In das genannte Haff muss die Pernau gemündet haben, die es wohl mehr oder weniger ausgesüsst hat. Daher fehlen auch hier, in den Litorinahaffsanden, über der erwähnten Torfschicht halophile

Diatomeen, wie *Campylodiscus clypeus* u. a., die ich sonst in analogen Bildungen z. B. im ehemaligen Widelsee in Nordkurland in Massen gefunden habe.

[Der jetzt trockengelegte Widelsee ist eine schöne Hauffbildung des Litorinameeres, mit einer gut ausgeprägten vorgelagerten Nehrung, was ich im Sommer 1928 habe feststellen können. Zu unterst findet sich hier eine marine Gytija mit den erwähnten Kieselalgen und einem atlantischen Pollenspektrum.]

Der Torf ist stark zersetzt und im oberen Teil dank den anrückenden Dünen sehr reich an Sandkörnern.

### Profil XXV.

#### Das Pollenspektrum.

Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Corylus	Picea
12	66,5	11	4,5	0,5	3	7	2



Torfschicht

Linkes Steilufer der Pernau oberhalb der Reidemündung.

Diese Abbildung, wie auch die Abbildungen und Diagramme auf S. 34 und 37, sind in den „Beiträgen zur Kunde Estlands“, Bd. XIV, H. 1. 1928 (P. W. Thomson) zum erstenmal erschienen.

Hier haben wir es mit dem ersten Auftreten der Fichte und reichlichem Vorkommen der Eiche zu tun, d. h. das Pollenspektrum ist atlantisch resp. frühatlantisch. Die für atlantische Bildungen ungemein hohe Kiefernpollenfrequenz lässt sich durch lokale Ursachen — die Nähe von mit Kiefern bewachsenen Dünen — erklären.

Bezeichnend für diese Torfschicht ist ferner die ungeheure Menge von Farnsporen ohne Exospor, die die Baumpollenmenge um mehr als das sechsfache übertrifft.

Ihrer Grösse nach gehören diese Sporen zu *Aspidium* (*Dryopteris*) *thelypteris*, obgleich hier das mit Stacheln bedeckte typische Exospor, das sich in weniger zersetztem Torf gut erhält, fehlt.

Wir haben es also hier aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem typischen *Thelypteristorf* zu tun, der über 600 % Sporen von *A. thelypteris* enthält. Dieser Torf ist aber eine wärmezeitliche Erscheinung und ist ebenfalls für das Frühatlanticum in Estland sehr bezeichnend (Halden 1922 und Thomson 1926), obgleich er sich in Form von unbedeutenden Linsen auch gegenwärtig bildet.

Vor der Litorinazeit breitete sich hier ein Moor aus, das zuerst von den landeinwärts vorrückenden Dünen und später vom Litorinameer selbst überflutet wurde.

Das Litorinamaximum fällt somit mit der Einwanderung der Fichte in Westestland zusammen.

Ganz analoge Bildungen beschreibt P. Galeniëks von der Mündung der Windau in Kurland, welche fast auf derselben Litorina-Isobase liegt wie die Pernaumündung (P. Galeniëks 1929).

Für die *Ancylustransgression* wären ebenfalls derartige Bildungen, d. h. von Strandwällen oder Sedimenten bedeckte Torflager, im ostbaltischen Gebiet zu suchen, wie sie für die Litorinatransgression sowohl im Norden als im Süden bekannt sind.

Die von W. Ramsay (1926) und A. Jakowlew (1926) festgestellte „zweite Transgression während der Steinzeit“ oder die „altbaltische Transgression“ ist auch in Estland deutlich zu erkennen. Die Höhe dieser Strandwälle beträgt ca. 65 % der Höhe der „L.G.“. Sehr gut sind sie bei Pernau und auf Ösel bei Kielkond entwickelt.

Eine Grundprobe des Hochmoors „Vedruka“ bei Kielkond auf Ösel, welches unterhalb der „L. G.“ und oberhalb der er-

wähnten Transgressionsgrenze gelegen ist, zeigt folgendes Pollenspektrum:

Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Corylus	Picea
18	53	21	3	—	2	11	4

Unterhalb der Grenze der „altbaltischen Transgression“ habe ich in einem benachbarten Moore nördlich von Kielkond (Höhe ca. 8 m über dem Meeresspiegel) zwei Grundproben analysiert:

	Betula	Pinus	Alnus	Ulmus	Tilia	Quercus	Corylus	Picea
Nr. A 0,75 m Bleke mit Sand	18	45	13	1	—	—	11	22
Nr. B 1 m Bleke mit Sand	23	37	21	1	—	3	2,5	15

In Nr. A ist ausserdem noch ein sehr typisches Pollenkorn von *Carpinus betulus* gefunden worden. Aus dem Angeführten folgt, dass die erwähnte „altbaltische Transgression“ in die erste Zeit der Ausbreitung der Fichte, d. h. in die subboreale Periode fällt, was mit den Angaben von Ramsay für Finnland übereinstimmt.

### Archäologische Konnexionen.

Aus den vorhergehenden Kapiteln folgt nun, dass der wichtigste stratigraphische Horizont in den Torflagern, nämlich der subboreal-subatlantische Kontakt (Grenzhorizont), sowie 3 Stadien in der Geschichte der Ostsee — der boreale Ancylussee, das Litorinameer und das „altbaltische Meer“ — in einen zeitlichen Zusammenhang mit bestimmten Perioden der Waldgeschichte gebracht worden sind.

Es erübrigt sich nun noch in dieses Schema die archäologischen Perioden einzugliedern.

Letzteres ist ebenfalls zum Teil geglückt.

In der Blekeschicht der Ablagerungen des ehemaligen Kundasees (Nr. XIII) sind überaus zahlreiche Artefakte gefunden

worden, die einen durchaus altertümlichen, vorneolithischen Typus aufweisen. Es handelt sich meist um aus Elchknochen angefertigte Harpunen, Schaber u. a. Der grösste Teil dieser Funde wird gegenwärtig im Provinzialmuseum in Reval aufbewahrt.

Wie aus der Beschreibung der Ablagerungen des ehemaligen Kundasees hervorgeht, ist die Blekeschicht hier borealen Alters.

Somit gehören die Funde der Maglemose-Müllerupperiode an. Vergl. K. Jessen: „Det förhistoriska Europas naturförhållanden“ (De förhistoriska tiderna i Europa I) 1926. Zu dieser Zeit muss in Kunda ein Siedlungsplatz existiert haben, wie aus der grossen Zahl der Funde hervorgeht.

Zusammen mit den Kundafunden wird in Reval eine Renntierstange aufbewahrt, die auch von dort stammt. An ihr haften Spuren eines pollenarmen kalkhaltigen und sandigen Lehmes, wie er in Kunda unter der Blekeschicht anzutreffen ist. Die Renntierstange ist somit wesentlich älter als die Kundafunde und subarktischen resp. arktischen Alters.

Das Renntier dürfte demnach zur Zeit der Kundakultur aller Wahrscheinlichkeit nach bereits gefehlt haben.

Auch im Embachtal (Nr. XIX) sind beim Torfstechen Knochenartefakte gefunden worden — eine Harpune u. a. Wie aus der Tiefenangabe (4—5 Fuss) und aus dem vorzüglichen Erhaltungszustand hervorgeht, scheinen sie aus der lacustrinen Schicht dieses Torflagers zu stammen. Knochen, die in Niedermoortorf gelegen haben, sind immer verwittert.

Die lacustrine Schicht im Embachtal ist aber, wie es aus der Beschreibung von Nr. XIX hervorgeht, borealen Alters.

Die genannten Artefakte dürften demnach ebenfalls der Maglemose-Müllerupperiode angehören.

Im Unterlauf des Pernauflasses (an dessen Mündung die gleichnamige Stadt liegt) unterhalb der Litorinagrenze sind beim Baggern des Flussschotters überaus zahlreiche Artefakte zutage gefördert worden, die im Museum der Altertumforschenden Gesellschaft in Pernauf aufbewahrt werden.

Es handelt sich hier zum grössten Teil um Knochenartefakte, die in ihrem Typus ein vorneolithisches Gepräge zeigen und den Kundafunden gleichen. Unter ihnen befinden sich auch zahlreiche unfertige Gegenstände — somit liegt die Vermutung nahe, dass hier frühere Wohnplätze infolge der Verschiebung des

Stromlaufes ihren Untergang gefunden haben, wobei die erwähnten Artefakte in den Flussschotter geraten sind. Immerhin sind Bestimmungen von Knochenartefakten nur nach ihrem Typus nach der Meinung der hiesigen Archäologen nicht gut möglich, zumal hier sicher Funde aus den verschiedensten Perioden zu erwarten sind.

Die geologischen Verhältnisse des Unterlaufs der Pernau gestatten aber doch weitgehende Schlussfolgerungen über das Alter der Hauptmasse der Pernaufunde.

Durch einen Strandwall des „Altbaltischen Meeres“ oder der zweiten steinzeitlichen Transgression in der Höhe von  $\pm 6$  m ist gleich oberhalb der Stadt Pernau der Unterlauf des Flusses nach rechts verlegt worden (Ramsay 1926). Unter den Funden, die zwischen dem Strandwall und der Mündung gemacht worden sind, könnten sich eventuell solche befinden, die mit der erwähnten Transgression in einen Zusammenhang gebracht werden könnten.

Die meisten Funde sind aber noch weiter stromaufwärts gemacht worden, zwischen der Grenze der altbaltischen Transgression und der Litorina-Grenze (L. G.), die hier ca. 10—12 m hoch ist.

Wie aus der Beschreibung des linken Steilufers der Pernau unweit der Reidemündung hervorgeht — vergl. Seite 73—75 — hat sich hier der Unterlauf der Pernau nach der Zeit des Litorinamaximums gebildet.

Nach dem Zurückweichen des Litorinameers musste sich die Pernau hier ein neues Bett schaffen; daher ist hier die Wahrscheinlichkeit besonders gross, dass ehemalige Siedelungsplätze, die ihrerseits zeitweilig vom Litorinameer überflutet waren, unterspült worden sind.

Die Hauptmasse der Pernaufunde dürfte also aus einer Zeit stammen, die älter ist als die Litorinatransgression. Mit andern Worten: sie sind den Kundafunden entweder synchron und gehören der Müllerupperiode an, — oder aber sie stehen mit der erwähnten Torfschicht in Verbindung und gehören einer Periode an, die den Übergang von der Maglemose-Müllerupzeit zur Erteböllezeit bildet, resp. schon zur Erteböllezeit gehört.

Ein jüngerer Alter käme nicht in Betracht, da zur Zeit des Litorinamaximums der ganze erwähnte Unterlauf vom Meer bedeckt war.

Die grosse Menge der Funde, die hier gemacht worden ist, spricht für eine langdauernde Ansiedlung. Allerdings ist es mehr als wahrscheinlich, dass die Mündung eines grossen fischreichen Flusses wie der Pernau auch in der Nachlitorinazeit bewohnt gewesen ist. Damals mögen auch einige Gegenstände beim Fischfang verloren gegangen oder auf anderen Wegen in den Flussschotter geraten sein.

### **Bemerkungen über die subfossile Vegetation Estlands.**

Die subarktischen Schichten vieler Moore, z. B. Nr. III, Nr. XIV u. a., bestehen aus mehr oder weniger reinem Hypnumtorf, wie er in dieser Ausdehnung in höheren Schichten nicht mehr angetroffen wird. Unter den Moosen bilden die Gattungen *Scorpidium*, *Drepanocladus* und *Calliergon* die Hauptmasse. Bei einer genaueren Untersuchung dieser Schichten dürften Gattungen wie *Meesea Cinclidium*, *Paludella* u. a. häufiger als gegenwärtig anzutreffen sein. Mit anderen Worten: wir haben es hier mit einem torfbildenden Pflanzenverein zu tun, der im wesentlichen aus Braunmoosen besteht, in dem die Seggen eine untergeordnete Rolle spielen und den man gegenwärtig erst im hohen Norden antrifft. Manche auf den kalkreichen Niedermooren Nordwestestlands vorkommende Arten, wie *Saussurea alpina*, *Selaginella selaginoides*, *Calliergon (Scorpidium) trifarium* u. a., dürften als Relikte aus dieser Zeit zu betrachten sein.

In diesen subarktischen Hypnumtorfschichten ist der *Salix*-pollen fast immer nachzuweisen — in Nr. XIV mit einer Frequenz von 35 %; er dürfte zum Teil von arktisch-alpinen Arten, wie *Salix herbacea*, *S. reticulata*, *S. myrsinites* u. a., herrühren, die gegenwärtig zusammen mit den übrigen Vertretern der *Dryasflora* in Estland ausgestorben sind. Neben der Birke und Kiefer dürfte auch die Espe, die ja pollenanalytisch nicht nachzuweisen ist, wie in Skandinavien einen Bestandteil der Wälder gebildet haben. Im übrigen finden sich hier Früchte und Samen von Arten, wie *Menyanthes trifoliata* u. a., die durch alle Schichten hindurch bis zur Gegenwart häufig anzutreffen sind. Weiter wäre zu bemerken, dass in den subarktischen Schichten unter den Birkenpollenkörnern sehr viel auffallend kleine Exemplare von ca. 20  $\mu$  im Durchmesser anzutreffen sind. Sie dürften von *Betula nana* herrühren, die auch gegenwärtig in Nordestland sehr

häufig ist, damals aber noch verbreiteter und weniger an oligotrophe Standorte gebunden gewesen sein mag. Von dem in den subarktischen und frühborealen Schichten zerstreut auftretenden Alnuspollen war schon mehrfach die Rede — er dürfte von *Alnus incana* herrühren, die heutzutage in Estland ebenfalls gemein ist. Die zusammenhängende Erlenpollenkurve beginnt in der Regel (was im Süden des Landes besonders deutlich der Fall ist) nach der Einwanderung des Haselstrauches und der Ulme (wohl *Ulmus montana*\*) und dürfte durch das Erscheinen der Schwarzerle bedingt sein.

*Myriophyllum alterniflorum* ist heutzutage mehr oder weniger an oligotrophe Gewässer gebunden und im Ostbaltikum nicht häufig. In Estland ist diese Art bis jetzt nicht nachgewiesen worden, obgleich sie in allen Nachbarfloraen vorkommt. Dieses dürfte wohl mit der noch ungenügenden floristischen Erforschung des Landes zusammenhängen — ist doch das Vorkommen von *Isoetes echinospora* auch erst kürzlich festgestellt worden. In Südschweden war *Myriophyllum* während des Praeboreals viel häufiger; das dürfte auch für Estland zutreffen, obschon die nur auf 2 Stellen angetroffenen Pollenkörner dieses Typus noch keinen einwandfreien Beweis liefern.

Dasselbe wäre auch von *Hippophae rhamnoides* zu sagen, die gegenwärtig im Ostbaltikum fehlt. In Südschweden war der Sanddorn, wie es auch durch Makrofossilien belegt ist, bevor sich die Wälder geschlossen hatten, häufig, wie aller Wahrscheinlichkeit nach auch in Estland. Allein die Pollenfunde vom *Hippophaetypus* sind fürs erste noch zu wenig zahlreich, um letzteres einwandfrei beweisen zu können.

In Nr. 5 habe ich sogar in einer atlantischen Schicht ein derartiges Pollenkorn gesehen. Es ist wohl sehr wahrscheinlich, dass der Sanddorn in Estland, wie im südlichen Mittelschweden, infolge der postglazialen Transgressionen (*Ancylus* und *Litorina*)

---

\*) *Ulmus montana* ist gegenwärtig in Estland viel häufiger als *U. pedunculata*, während *U. campestris* im ostbaltischen Gebiet fehlt. Es ist aber, in Anbetracht der heutigen Verbreitung, nicht ausgeschlossen, dass auch letztere während der postglazialen Wärmezeit in Estland vorgekommen ist.

Als erster wärmezeitlicher Einwanderer, zusammen mit *Corylus*, dürfte wohl *U. montana* in Betracht kommen — vergl. Sandegren 1924. Von dieser Ulme dürfte dann auch der Alnuspollen in den frühborealen Schichten herrühren, wo der Pollen der übrigen Edellaubbäume noch vollständig fehlt.

ausgestorben ist, während er sich weiter nördlich auf beiden Ufern des Bottnischen Meerbusens, welche infolge der stärkeren Hebungen von den Transgressionen nicht betroffen worden sind, erhalten hat. — Vergl. Palmgren 1923 und Kotilainen 1929.

Was nun die wärmezeitliche Vegetation anbetrifft, so wäre in erster Linie als Charakterpflanze für Estland *Cladium mariscus* zu nennen. Früchte und Rhizome dieser Art finden sich in grösseren Mengen in den borealen und atlantischen Schichten von Nr. II, IV, VI — auch im Osten des Landes in Nr. XIX und im Endlamoorgebiet. Während der ersten Hälfte der postglazialen Wärmezeit haben somit ausgedehnte Cladieta die Moore Estlands bedeckt. Die wenigen Standorte dieser Pflanze in Estland ausserhalb des „Ostbaltischen Inselgebiets“ (Ösel, Dagö, Westküste), wo sie noch häufig anzutreffen ist, sind demnach phytopaläontologisch einwandfrei bewiesene Reliktstandorte (vergl. v. Post, Ymer 1925). Eine weitere wärmezeitliche Erscheinung ist das Massenaufreten von Sporen von *Aspidium thelypteris* in den atlantischen Niedermoortorfschichten, z. B. in Nr. VII und Nr. XXV. Auch heutzutage ist dieser Farn im ganzen Lande häufig anzutreffen, doch nicht selten auf weiten Strecken nur steril.

*Najas flexilis* hatte während der borealen Periode in Mittel- und Nordeuropa wohl ein mehr oder weniger geschlossenes Areal (vergl. Sandegren 1920 und Paul 1924); auch in Estland dürften die charakteristischen Früchte dieser Pflanze in den frühwärmezeitlichen lacustrinen Ablagerungen zu finden sein. Etwas ähnliches wäre auch von *Ceratophyllum submersum* zu sagen \*). *Trapa natans* dagegen dürfte im grössten Teile Estlands, wie auch auf Gotland, auch während der Zeit ihrer grössten Ausbreitung, in der zweiten Hälfte der Wärmezeit, gefehlt haben, da diese Pflanze bis zu einem gewissen Grade kalkfliehend ist. In den eutrophen, aber nicht ausgesprochen kalkreichen Tongebieten Mittelschwedens und Finnlands ist die Wassernuss damals häufig gewesen. (Vergl. Linkola 1924.)

Was nun die Hainbuche anbetrifft, so ist es durchaus möglich, dass dieser Baum auf Ösel während des Fröhsubatlanti-

---

\*) Früchte von *Ceratophyllum submersum* sind von K. R. Kupffer — vergl. 1925 — in lacustrinen Bildungen in Olai, bei Riga, im südlichen Ostbaltikum (Lettland) gefunden worden. In Lettland hat H. Gams (mündl. Mitteilung) das subfossile Vorkommen von *Najas flexilis* festgestellt.

cums vorgenommen ist; hier ist ja eine Carpinuspollenfrequenz von 2% bei Kielkond auf Ösel in einer über dem Grenzhorizont liegenden Torfschicht notiert worden. Auch in anderen Teilen des Landes ist der Carpinuspollen, wenn auch nur vereinzelt, gerade in den frühatlantischen Schichten am häufigsten anzutreffen; dieses hängt wohl mit dem kürzlich von P. Galeniëks und M. Galeniëks-Linin festgestellten Carpinusvorstoss im südlichen Ostbaltikum (Kurland) zusammen.

Was den Fraxinuspollen anbetrifft, so verweise ich auf das auf S. 29 gesagte. Den Pollen von *Quercus sessiliflora* (vergl. Erdtman 1921 und 1923) und den von *Tilia platyphyllos* (vergl. Trela 1928) habe ich in Estland nicht beobachtet. Auch gegenwärtig fehlen diese Bäume im ostbaltischen Gebiet.

[Den *Tilia platyphyllos*-Pollen habe ich u. a. in einer Probe des interglazialen Helgoländer Tööks, welche ich von Dr. O. Pratje-Königsberg erhalten habe, zusammen mit dem von *Picea* und *Carpinus* gefunden.]

Über das *Myrica-Corylus*-problem möchte ich nur hinzufügen, dass es mir nicht ausgeschlossen erscheint, dass auch der *Myrica*-pollen sich unter Umständen im Torf erhalten kann. In dem Falle wäre eine Verwechslung mit *Corylus* unvermeidlich (vergl. Jentys-Szafer 1928). *Myrica Gale* fehlt gegenwärtig im grösseren Teile des Landes, kommt aber in der Nähe der Westküste und auf den Inseln stellenweise als Massenv egetation vor. Ein früheres grösseres Verbreitungsareal ist keineswegs ausgeschlossen. Die Hauptmasse des „*Coryluspollens*“ dürfte aber dennoch mit Bestimmtheit von *Corylus avelana* herrühren.

## Nachtrag.

### Bemerkungen über die „subarktische“ Fichtenperiode in Russland.

Wie schon mehrfach erwähnt, fehlt der Piceapollen in West- und Mittelestland in den subarktischen, borealen und frühatlantischen Schichten in der Regel vollständig. Nur selten kommen hier vereinzelt Piceapollenkörner mit einer Frequenz von meist weit unter einem  $\frac{0}{100}$  vor.

Im äussersten Osten (Narwa) und besonders Südosten (Isborsk-Petschur), wo die Fichte schon im Frühatlanticum mit grösserer Frequenz auftritt, sind geringe Mengen dieses Pollens auch in den borealen und noch häufiger in den subarktischen Schichten anzutreffen. Immerhin kann auch hier der Fichtendollen in einzelnen borealen Horizonten vollständig fehlen, wie auch in einigen subarktischen Schichten (XXII B).

Fichtenwälder haben demnach in Estland auch im Südosten während des Boreals und Subarktikums gefehlt. — Vergl. auch Tschernowa-Lepilowa 1928.

In noch tiefer liegenden, wohl schon arktischen Tonen (XXII A) und an einigen anderen Stellen ebenfalls im Südosten Estlands, in Tonen, die direkt auf der Moräne liegen, ist die Frequenz des Piceapollens eine wesentlich grössere — bis  $\pm 10\%$ . Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Erscheinung mit der „subarktischen“ Ausbreitung der Fichte \*) (vergl. Neustadt 1928) in Zusammenhang steht (vergl. Seite 66—67).

Die Profile Nr. I, II und IV, unterhalb der Grenze des „Baltischen Eissees“ B III (Ramsay, Fennia 1929), zeigen zu unterst eine vollentwickelte subarktische Schicht, in der der Betulapollen vorherrscht, und die sich durch nichts von den Profilen unterscheidet, welche aus Mooren stammen, die oberhalb dieser Grenze liegen.

\*) Etwas Analoges dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach auch der Piceapollen sein, den L. von Post in spätglazialen Tonen an mehreren Stellen in Schweden nachgewiesen hat (vergl. v. Post 1924 c). In erster Linie dürfte die Anwesenheit dieses Pollens in den erwähnten Tonen durch Ferntransport, wohl von Osten her, bedingt sein: war doch Zentralrussland damals von ausgedehnten Fichtenwäldern bedeckt (vergl. Neustadt 1928).

Während des letzten Interglazials waren Fichtenwälder in Jütland vorhanden, die sich ohne Zweifel auch weiter nach Norden und Osten ausgehnt haben (vergl. Jessen und Milthers 1928). Die Möglichkeit einer Umlagerung von Fichtenpollen und makroskopischen Überresten der Fichte aus interglazialen Schichten in glaziale und spätglaziale dürfte jedoch nicht ausgeschlossen sein.

Somit ist die subarktische Birkenperiode in Estland jedenfalls zum grössten Teil jünger als das Stadium des „Baltischen Eissees“ B III (Ramsay), dessen Grenze früher als die „maximale Marine“ bezeichnet wurde (Hausen u. a.).

Jakowlew hat in den Ablagerungen seiner „Ancylussees“ das Vorkommen der Fichte bei Petersburg festgestellt (Jakowlew 1926). Nun sind aber beide Ancylussees Jakowlews mit dem „Baltischen Eissees“ identisch, wie es aus den eben angeführten Arbeiten W. Ramsay's 1929 und Sauramo's 1929 hervorgeht. (Vergl. auch Thomson, G. F. F. 49. 1927.)

Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass diese Piceafunde bei Petersburg mit der „subarktischen“ Fichtenausbreitung in einem zeitlichen Zusammenhang stehen. (In etwas jüngeren Schichten — den untersten Torfschichten des Hochmoors Schuwalowo bei Petersburg, welches unterhalb der Grenze des „Baltischen Eissees“ liegt, fehlt der Piceapollen wieder meist vollständig, wie es aus den Diagrammen Gerassimows ersichtlich ist. (Vergl. Gerassimow 1926.)

Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass die russische subarktische Piceaperiode mehr oder weniger in die Zeit des „Baltischen Eissees“ fällt, welche wieder den „Salpausselka-Eisrandlagen“ in Finnland entspricht, resp. damals ihr Ende erreicht (Sauramo 1929).

Die estländische subarktische Birkenperiode ist dagegen, wie schon gesagt, jünger als diese Stadien der Ostsee, resp. nur am Anfang synchron.

Das Auftreten und Wiederrückgehen, resp. Verschwinden der Fichtenwälder in Zentralrussland während des dortigen „Subarcticums“ und „Boreals“ dürfte vielleicht mit einer Klimaschwankung zusammenhängen, welche in Estland keine deutlichen Spuren hinterlassen hat und vielleicht mit den beiden Salpausselka-Eisrandlagen in einem Zusammenhang steht.

In eine noch frühere Zeit dürfte dann die Ausbreitung der Lärche vom Ural bis Polen fallen, welche nach den sogar im Gouvernement Pleskau (Pskow) gemachten postglazialen Larix-funden sehr wahrscheinlich ist.

Estland dürfte während dieser fürs erste noch hypothetischen Lärchenperiode wenigstens zum Teil von Inlandeis bedeckt gewesen sein. — Vergl. im übrigen das auf Seite 66–67 gesagte.

## Literaturverzeichnis.

- Аболинь, Р. Опыт эпигенеалогической классификации болотъ. Болото-вѣдѣніе. 1914. № 3.
- Assarsson, G. Ancylos- och Litorinagränser inom geologiska kartbladet Gusum (Ancylos- und Litorinagrenzen innerhalb des geol. Kartenblattes Gusum). Sv. Geol. Unders. Ser. C. No. 344. S. 1—29. 1927.
- Auer, V. Die postglaziale Geschichte des Vanajavesisees. Bulletin de la Commission Géologique de Finlande. 69. 1924.
- Dokturovsky, W. Über die Stratigraphie der russischen Torfmoore. Geolog. Fören. Förh. Stockholm. Jan./Febr. 1925.
- Erdtman, G. a) Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. Arkiv för Botanik. Bd. 17. No. 10. 1921.
- b) Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien in Torf u. Sedimenten. Arkiv för Botanik. 1923.
- c) On the immigration of some British trees. Journal of Botany. March 1926.
- Galenieks, P. Buried peat deposits in the plain of the lower course of the Venta. Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis. 1928.
- Galenieks-Linin, M. a) Investigations of pollen from some mosses in Latvia. Acta Horti Bot. Univ. Latv. I. 1926.
- b) New localities with fossil *Trapa natans* in Latvia. Acta Horti Bot. Univers. Latv. 1928.
- Gams, H. Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. Intern. Revue d. ges. Hydrologie u. Hydrogr. Bd. XVIII. 1927.
- Герасимов, Д. А. a) Растительность, строение и история развития торфяного болота „Галицкий мох“ при ст. Редкино. Труды научно-экспер. торф. института. Москва 1923.
- b) Изменение климата и история лесов Тверской губ. в послеледниковую эпоху, по данным изучения торфяных болот. Изв. Ботан. Сада. Л. 1926. Том XXV, вып. IV, стр. 319—362.
- Halden, B. E. Tvänne intramarina torvbildningar i Norra Halland. Sv. Geol. Unders. Ser. C. (1921.) 1922.
- Hausen, H. Über die Entwicklung der Oberflächenform in den russischen Ostseeländern in der Quartärzeit. Fennia. 34. 1913—1914.
- Яковлев, С. А. Наносы и рельеф гор. Ленинграда и его окрестностей. Изв. Научно-Мелиорат. Инст. Ленинград. 1926. № 8—9.

- Jentys-Szafer, J. La structure des membranes du pollen de *Corylus*, de *Myrica* et des espèces européennes de *Betula* et leur détermination à l'état fossile. *Bullet. de l'Acad. Polon. Classe d. Sc. Math. et Nat. Sér. B. Cracovie* 1928.
- Jessen, K. *Det förhistoriska Europas naturförhållanden. De förhistoriska tiderna i Europa.* Stockholm 1926.
- and Milthers, V. *Statigraphical and paleontological studies of interglacial freshwater deposits in Jutland and Northwest Germany.* *Danm. Geol. Unders. Bd. II. No. 48.* Kjøbenhavn 1928.
- Kotilainen, M. I. *Über das boreale Laubmooselement in Ladoga-Karelien.* *Ann. Soc. Zool.-Bot. Fennicae Vanamo.* Helsingfors 1929.
- Кудряшев, В. В. К вопросу о пограничном горизонте средне-русских торфяников. *Вестн. торф. дела.* Москва. 1920. № 4.
- Kupffer, K. R. *Grundzüge der Pflanzengeographie des Ostbaltischen Gebietes.* *Abh. des Herderinstituts zu Riga. Bd. I. Nr. 6.* 1925.
- Linkola, K. *Suomen kasviston historia.* *Epiainos Omasta Maasta.* 1926.
- Lundqvist, G. *Utvecklingshistoriska insjöstudier i Sydsvrige.* *Sv. Geol. Unders. Ser. C. (1924.)* 1925.
- Meinke, H. *Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalytik.* *Bot. Arch.* 19. Königsberg 1927.
- Neustadt, M. *Einige Resultate von pollenanalytischen Untersuchungen im Osten des Gouvernements Wladimir.* *Geol. Fören. Förh. No. 374. Bd. 50. No. 3.* 1928.
- Osvald, H. *Zur Vegetation der ozeanischen Hochmoore in Norwegen.* *Svenska Växtsociologiska Sällskapets Handlingar. VII.* 1925.
- Palmgren, A. *Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter sowie der Zufall und die säkuläre Landhebung als pflanzengeographische Faktoren.* *Acta Bot. Fennica. I.* 1923.
- Paul, H. *Das subfossile Vorkommen von *Najas flexilis* in Süddeutschland.* *Mitt. d. Bayr. Bot. Gesellsch.* 1924.
- v. Post, L. a) *Über die stratigraphische Zweigliederung schwedischer Hochmoore.* *Sv. Geol. Unders. Ser. C. 248.* Stockholm 1913.  
 b) *Gotlands Geologi.* *Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. (1924.)* 1925.  
 c) *Ur de sydsvenska skogarnas regionala historia under postarktisk tid.* *Geol. Fören. Förhandl. Bd. 46. II. 1--2.* 1924.  
 d) *Gotlands-agen i Sveriges postarktikum.* *Ymer.* 1925. S. 205—312.  
 e) — och Granlund, E. *Södra Sveriges torv-tillgångar. I.* *Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. (1925.)* 1926.  
 f) *Svea älvs geologiska tidsställning, en pollenanalytisk studi i Ancylostidens geografi.* *Sveriges Geol. Undersökning. Ser. C. (1927.)* 1928.
- Ramsay, W. a) *Nivåförändringar och stenåldersbosättning i det Baltiska området.* *Fennia. 47. No. 4.* Helsingfors 1926.  
 b) *Niveaushöjningar, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland.* *Fennia. 52. No. 2.* Helsingfors 1929.

- Rudolph, J. K. u. Firbas, F. Pollenanalytische Untersuchungen subalpiner Moore des Riesengebirges und pollenanalytische Untersuchungen im thermophilen Florengebiet Böhmens. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XLIV. II. 4. Mai 1926.
- Sandegren, R. a) *Najas flexilis* i Fennoskandia under postglacialtiden. Svensk Bot. Tidskrift. Bd. 14. H. 2—3. 1920.
- b) Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enligt den subfossila florans vittnesbörd. Sv. Geol. Unders. Ser. C. No. 12. Stockholm 1924.
- Sauramo, M. The Quarternary Geology of Finland. Bullet. de la Comm. géol. de Finlande. Helsingfors 1929.
- Stoller, J. Geologie der Moore Deutschlands. 17. Jahresbericht des Niedersächsischen geologischen Vereins zu Hannover. 1924.
- Thomson, P. W. a) Vorläufige Mitteilung über neue Fundorte und Verbreitungsgebiete einiger Moorpflanzen in Estland. Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat. 1924. S. 75—79.
- b) Die Pollenflora der Torflager in Estland. Bot. Archiv. XII. 1—2. Königsberg 1925.
- c) Типы верховых болот Эстонии. Торфяное дело. Москва. 1925. № 10.
- d) En pollenanalytisk undersökning av Estlands mossar. Svensk Bot. Tidskrift. Bd. 19. H. 1. S. 116. 1925.
- e) Eesti soode ja järvelademete stratigraafia. Die Stratigraphie der Moore und lacustrinen Sedimente in Estland. Sookultuur. III. 1926.
- b) Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren und lacustrinen Ablagerungen in Estland. Geol. Fören. Förhandl. Bd. XLVIII. H. 4. 1926.
- g) Das geologische Alter der Kunda- und Pernaufunde (vorläufige Mitteilung). Beiträge zur Kunde Estlands. Bd. XIV. H. 1. 1928.
- Trela, I. Zur Morphologie der Pollenkörner der einheimischen *Tilia*-Arten. Bullet. de l'Acad. Polon. Classe d. Sc. Math. et Nat. Sér. B. Cracovie 1928.
- Чернова-Лепилова, Г. К. Верховые торфяники Куровицкого плато. Труды Петрофск. Естеств.-Научн. Инст. № 5. 1928.
-

## Inhaltsverzeichnis.

---

	Seite
Teil I. Beschreibung der einzelnen Moorprofile . . . . .	7
Moore oberhalb der Ancylogrenze in Nordwestestland . . .	7
Moore unterhalb der Ancylogrenze und oberhalb der Litorina- grenze in Nordwestestland . . . . .	16
Moore unterhalb der Litorinagrenze in Nordwestestland . .	28
Weitere Moore und Seen in den übrigen Teilen des Landes .	34
Teil II. Die Gliederung der Waldgeschichte Estlands . . . . .	59
Der Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Waldentwick- lung in Estland . . . . .	63
Weitere regionale Verschiedenheiten in der Geschichte der Wälder Estlands . . . . .	66
Der subboreal-subatlantische Kontakt (Grenzhorizont) und seine Lage im Pollendiagramm . . . . .	67
Geologische Konnexionen: die Lage des Ancylogrenze- und des Litorinamaximums im Pollendiagramm . . . . .	71
Archäologische Konnexionen . . . . .	76
Bemerkungen über die subfossile Vegetation Estlands . . .	79
Nachtrag. Bemerkungen über die „subarktische“ Fichtenperiode in Russland . . . . .	83
Literaturverzeichnis . . . . .	85

---