

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)
Band: 5 (1928)

Artikel: Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre Floengeschichtliche Deutung
Autor: Keller, Paul
Kapitel: Untersuchungsergebnisse
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-306914>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.

A. Moore des Mittellandes.

a) Untere Stufe.

Krutzeli ried bei Schwerzenbach (Kt. Zürich)
450 m ü. M.

Im Glattal liegt ca. eine Viertelstunde von Schwerzenbach entfernt das 6 ha grosse Krutzeli ried in einer typischen von Moränen umschlossenen Mulde. Dieses kleine Ried ist schon lange durch den Besuch namhafter Botaniker zu einer grossen Berühmtheit gelangt. Nathorst (1892, 1894), entdeckte hier als erster in den sogenannten Dryastonen am Rande der Alpen eine Glazialflora mit Resten von *Dryas octopetala*, *Betula nana*, *Azalea procumbens*, *Polygonum viviparum*, *Arctostaphylos uva ursi* und einer Anzahl Gletscherweiden. Schröter, Neuweiler, Brockmann, Gams, Nordhagen haben hier geweilt und diese Resultate nachgeprüft. In diesem Moor habe ich meine ersten Proben gesammelt und daraus das erste Pollendiagramm konstruiert. Zahlreiche Bohrungen dienten dazu, das gewonnene Resultat zu prüfen und auch zu untersuchen, ob dort die Dryastone wirklich durch Pollenarmut sich auszeichnen, wie angenommen wird.

In der Mitte des Moores ergab sich als Schichtfolge:

- 0 cm — 50 cm Trifariumtorf H₆ B₂ R₂ V₀ F₂
- 50 cm — 120 cm Eriophorumtorf H₇ B₂ R₂ V₀ F₂ bei 90—100 cm V₂₋₃
- 120 cm — 300 cm Lebertorf
- 300 cm Dryastone.

Durch den starken Torfabbau liegt hier der Trifariumtorf frei an der Oberfläche. Am Rand des Moores ist er noch von jüngerem Moostorf überlagert. Die Durchsicht der Proben ergab folgenden Schichtwechsel:

a. Moränenkies am Rande des Moores in 2 m Tiefe angebohrt.

b. Dryastone. Die fossilreichen Schichten sind an der oben genannten Stelle 50 cm mächtig, nach G a m s - N o r d h a g e n (1923) 40—60 cm. Sie führen in der Hauptsache Blätter von *Betula nana* und von verschiedenen *Salix*-Arten. (Eine genaue Liste findet sich bei Neuweiler 1901.) In ihrem Alter sind sie höchstwahrscheinlich gleichzusetzen den «Lemmingschichten» im Schaffhauser-Becken, die E. von Mandach ins Magdalénien oder Solutréen setzt. In diesen Schichten findet sich sehr häufig der Halsband-Lemming (*Myodes torquatus*) erhalten, der heute nur noch im hohen Norden im Dryasgestrüpp lebt. Da auf so kurze Distanz einerseits die Tierreste und andererseits die für seine Lebensmöglichkeit unentbehrlichen Pflanzenresten sich fossil erhalten haben, so dürfen wir wohl die beiden Fossilien als gleichaltrig ansehen.

c. Lebertorf. Diese Schicht hat eine Mächtigkeit von 30 cm am Rande des Moores bis 180 cm in dessen Mitte. Wir finden in dieser Dygyttja reichlich Samen im *Potamogeton natans* und *P. filiformis* nach Neuweiler (1901), *Typha*- und *Myriophyllum*-Pollen Fragmente von *Sphagnum*arten und deren Sporen, Reste von *Cyperaceen*, Radizellen, und häufig *Gramineen*-Epidermisresten in den obersten Schichten, ebenfalls einige *Lycopodium*sporen. Eine genaue Liste findet sich bei Neuweiler (1901, S. 10—14) der grosse Mengen Torf untersuchte und der beste Kenner der pflanzlichen Fossilien in unsern Moorlagern ist.

d. Eriophorum-torf, 45—70 cm mächtig. Die Scheiden von *Eriophorum vaginatum*, welche den «Lindbast» liefern, sind bei der Probeentnahme sehr gut erkennbar. Bei der mikroskopischen Durchsicht herrschen die Epidermisfragmente des scheidigen Wollgrases vor. In den oberen Teilen dieser Schicht erscheinen schon Sporen und Reste von *Hypnum*arten, sowie einige *Vaccinium*-Tetraden.

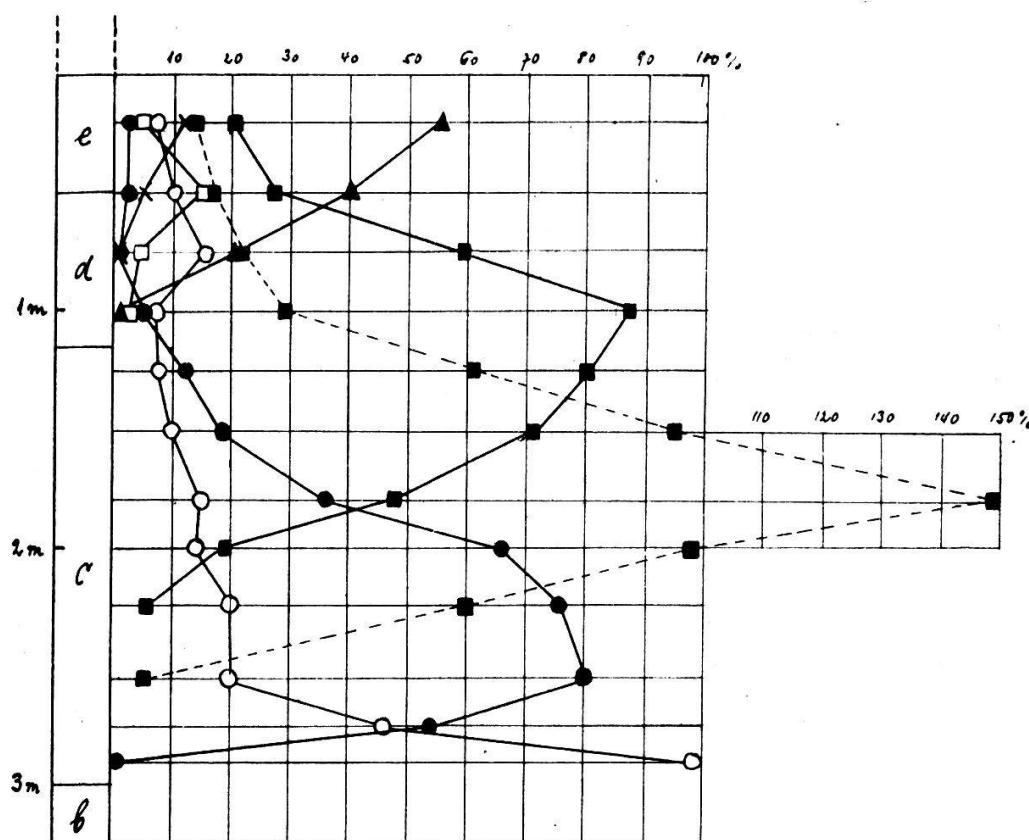
e. Trifarium-torf. Wir erkennen schon makroskopisch deutlich die Reste von *Calliergon trifarium*. Mikroskopisch erscheinen noch Pollentetraden der Moosbeere, Pollen von *Typha*, *Lycopodium*-Sporen, während die *Eriophorum*fasern abgenommen haben. Einige Samen von *Potamogeton natans* und von *Menyanthes* wurden noch notiert.

f. Jüngerer Moostorf. In den Randpartien, wo die Oberfläche des Moores noch intakt ist, finden wir diese oberste Schicht mit einer Mächtigkeit von 60—80 cm. Es erscheinen darin schon *Cyperaceen*- und *Gramineen*resten, während die Moosfragmente spärlicher werden. Daneben finden sich auch schon makroskopische Reste von moorbewohnenden Bäumen. Eine Liste der Oberflächenvegetation findet sich bei Neuweller (1901, S. 18—19).

Die mikroskopische Durchsicht der 12 Proben ergab das Pollendiagramm (Abb. 2), das folgenden Wechsel der Zusammensetzung des postglazialen Waldbildes ergab:

Abb. 2.

Diagramm Krutzelried



Bei Beginn der Moorbildung, in unserm Profil ist es der Übergang von den Dryastonen zum Lebertorf, herrschte ein ausgesprochenes Birkenmaximum mit 99% *Betula*. Welche Birkenspezies das Maximum bildete, das konnte ich nicht feststellen, da es bis jetzt noch nicht gelungen ist, die einzelnen *Betula* spec. auf Grund morphologischer Pollendifferenzen einwandfrei voneinander zu

unterscheiden. Es gibt wohl Größenunterschiede zwischen *B. nana* und *B. pendula*, *B. pubescens*, aber in den meisten Fällen haben wir im Präparat nicht eine genügend grosse Anzahl von Birkenpollen, um eine einwandfreie Trennung auf Grund einer Variationsstatistik durchführen zu können. Diese Vorherrschaft der Birke erkennen wir auch schon in den obersten Schichten der Dryastone. Bei weiteren Untersuchungen ergaben sich Pollenspektren in Proben der Dryastone, von 100%, 92%, 85% *Betula* beziehungsweise 0%, 8%, 9%, 15% *Pinus* und 4%, 2%, 2%, 7% *Salix*. Die Dryastone enthalten in ihren obersten Lagen Pollen, entgegen der Ansicht von Brockmann (1926), doch sind diese nicht so zahlreich, wie in dem darüber gelagerten Lebertorf. Der Birkengehalt fällt nun sehr rasch und in der nächsten Probe erscheint schon die Kiefer mit 54%, die nun einen raschen Anstieg verzeichnet. Wir haben das Kiefermaximum mit 80% *Pinus*, 20% *Betula* und als Unterholz 6% *Corylus* und 3% *Salix*. In diese Periode, in der die Kiefer dominiert, fällt das Auftreten der Hasel, die rasch grossen Anteil am Pollenspektrum erhält. Die Armut des Waldes, die für den früh-postglazialen Wald (*Betula*, *Pinus*, *Corylus* und *Salix*) charakteristisch ist, verschwindet langsam mit dem Auftreten der Komponenten des Eichenmischwaldes. Die Zusammensetzung des Waldbildes hat sich geändert, in Probe 6 aus 180 cm Tiefe verzeichnen wir das überwältigende Haselmaximum mit 149% *Corylus*. Der Eichenmischwald ist von 19% der vorhergehenden Probe auf 48% gestiegen bei einem Anteil der übrigen Bäume von 37% *Pinus*, 15% *Betula* und 4% *Salix*. So rasch der Haselstrauch vom kleinen Anteil am Unterholz des Kiefernwaldes zum ausschlaggebenden Bestandteil des Haselwaldes gewachsen ist, so rasch nimmt er wieder ab. Der Eichenmischwald übernimmt die Führung und in der Probe aus 100 cm Tiefe notieren wir das Eichenmischwaldmaximum, wobei 87% von der Pollensumme von *Tilia*, *Quercus* und *Ulmus* herrühren. Die sehr holzreiche Schicht in 90—100 cm Tiefe fällt mit diesem Eichenmaximum zusammen. Gams (1923) nennt nach Bestimmung der Holz-Stubben diesen Torf die «Eichenschicht», da die meisten makroskopischen Reste von *Quercus* herrühren. Diese Tatsache findet im pollenanalytischen Waldbild ihre völlige Bestätigung. Neu sind im Pollenspektrum *Alnus* und *Fagus* erschienen, von welchen letztere Pollenart rasch zunimmt und die Führung in der Zusammensetzung

erhält. In der obersten Probe ist zweifellos das Buchenmaximuum zu erkennen mit 56% *Fagus*, während der Anteil des Eichenmischwaldes auf 20% gesunken ist und die übrigen Komponenten die folgenden sind: *Alnus* 4%, *Betula* 6%, *Pinus* 3%, *Abies* 11% und *Corylus* 12%. Hier bricht der Entwicklungsgang des Moores ab, da die folgenden Schichten abgebaut worden sind. Ein Profil vom Rande des Moores zeigt uns, dass nach der Tanne auch die Fichte in den Spektren erscheint, wobei beide stets wachsenden Anteil an der Pollensumme verzeichnen. Das deutliche Vorherrschen der Buche verschwindet und an ihre Stelle tritt in der Oberflächen-Probe die Tanne. In diesem Spektrum von der Tannen-Fichten-Buchen-Zusammensetzung spiegelt sich sehr gut unser heutiges Waldbild.

Ueberblicken wir das Diagramm, so erkennen wir leicht folgende Phasen der Waldentwicklung:

Erste Phase der Birke

Zweite Phase der Kiefer (+ Birke + Hasel)

Dritte Phase der Hasel (+ Eichenmischwald + Kiefer)

Vierte Phase des Eichenmischwaldes

Fünfte Phase der Buche

Sechste Phase der Buche und Tanne (Ausbreitung der Fichte)

Pfahlbau „Weiher“ bei Thayngen 456 m ü. M.

Das Ried liegt südlich von Thayngen in einem Seitentalchen der Fulach. Im Jahre 1925 und in den darauf folgenden Jahren wurden in diesem Ried von Sulzberger, Konservator am Schaffhauser Museum und E. v. Mandach weitgehende Ausgrabungen gemacht und das Moordorf «Weiher» völlig frei gelegt. Die ca. 4000 m² grosse Moorsiedlung stammt aus dem Anfang der Bronzezeit, wie die reichen Keramikfunde und auch meine pollenanalytischen Untersuchungen ergeben haben.

Von den Ausgrabungen ist heute nichts mehr zu sehen. Das Ried ist kultiviert und zum grossen Teil in Ackerland umgewandelt. Südlich des Strässchens, das ziemlich genau in der Mitte des Moores von Osten nach Westen verläuft, etwa 17 m vom Häuschen nördlich entfernt, wurde eine erste Bohrung gemacht. Sie findet sich an der Grenze der Ausgrabungen der Packbauten an einer Stelle, wo noch

ein ungestörtes Profil zu erhalten war. Es ergab sich folgender Aufbau des Riedes:

0 cm — 40 cm Abraum
40 cm — 160 cm Caricestorf
bei 60 cm H₂- B₁ R₂ V₀ F₀ 1 *Menyanthes*-Same
bei 130 cm H₄ B₁- R₂ V₀ F₁
125 cm — 130 cm Kulturschicht V₂ (Birke) *Menyanthes*-Same.
160 cm — 240 cm Phragmitestorf
bei 170 cm H₅ B₂ R₂ V₁ F₁-
bei 230 cm H₆ B₁ R₂ V₁ F₀-
240 cm — 330 cm Moostorf H₇ B₁ R₁ V₀ F₀
330 cm — 335 cm Kulturschicht
335 cm — 580 cm Lebertorf
580 cm Lehm

An anderer Stelle wurde ein analoges Profil mit ebenfalls zwei Kulturschichten erbohrt und Lehm bei 570 cm.

a. Lehm. Ein äusserst zäher, undurchlässiger Glazialton.
b. Lebertorf. 250 cm. In der Mitte des Moores folgt auf den Lehm zuerst Seekreide von geringer Mächtigkeit mit viel pflanzlichem und tierischem Detritus (nach Gams). In der mächtigen Lebertorfschicht fand ich Samen von *Potamogeton natans* und *Najas flexilis* (von Dr. Neuweiler gütigst bestimmt) in grosser Menge, daneben *Carex*arten, Reste von Birke (Borkenfragmente) und Weidenarten. Tierreste fanden sich in den kleinen Proben aus meiner Bohrkanne nicht, ich verweise auf die Angaben in Gams-Nordhagen, sowie auf die vortrefflichen Arbeiten von E. v. Mandach (im Druck). Mikroskopisch fanden sich sehr häufig *Navicula spec.* und einige Sporen von *Athyrium filix femina*, sowie Pollen von *Alisma plantago*, *Desmidaceen*hälften und einige *Equisetum*-sporen.

c. Kulturschicht.
d. Moostorf. 90 cm mit zahlreichen *Sphagnum*-Aestchen und Stengelchen, *Eriophorum*resten, Sporen von *Athyrium filix femina*, die von nun an in keiner Probe mehr fehlen, *Equisetum*- und *Lycopodium*-sporen, Pollentetraden von *Ericaceen*.
e. Phragmitestorf. 80 cm. Der Huminositätsgrad hat nun schon bedeutend abgenommen, die Reste sind makroskopisch schon gut erkennbar als solche von *Phragmites*, *Eriophorum* und verschie-

denen *Cyperaceen*. Mikroskopisch beherrschen die Pusteln und *Eriophorum*-zellen das Bild. Daneben finden sich Pollen von *Typha* und Farnsporen (*Athyrium f. f.* und *Dryopteris*).

f. Kulturschicht.

g. *Caricetorff*. In diese 120 cm mächtige Schicht fällt die oberste steinzeitliche Fundschicht mit verkohlten Holzresten. Mikroskopisch finden sich in dem wenig humifizierten Torf zahlreiche Pustelradizellen, *Eriophorum*-fragmente, Pollen von *Cyperaceen* und Farnsporen.

h. *Abraum*. Wir haben eine mächtige Abraumschicht, da die Oberfläche schon zu kultiviertem Ackerboden umgewandelt ist. In dieser Schicht wurden natürlich keine Proben gesammelt.

Wie die Waldentwicklung sich gestaltete, darüber gibt das Pollendiagramm (Abb. 3) Auskunft, das uns folgende Phasen zeigt:

1. Phase der Birke. Die Birke dominiert mit 91% gegenüber *Pinus* mit 9% und einem Unterholz, bestehend aus *Corylus* und *Salix* mit 4 beziehungsweise 9%.

2. Phase der Kiefer. In den folgenden Proben gelangt nun die Föhre zur Vorherrschaft mit 77%, während der Birkengehalt auf 23% gefallen ist, ein deutliches Kiefermaximum.

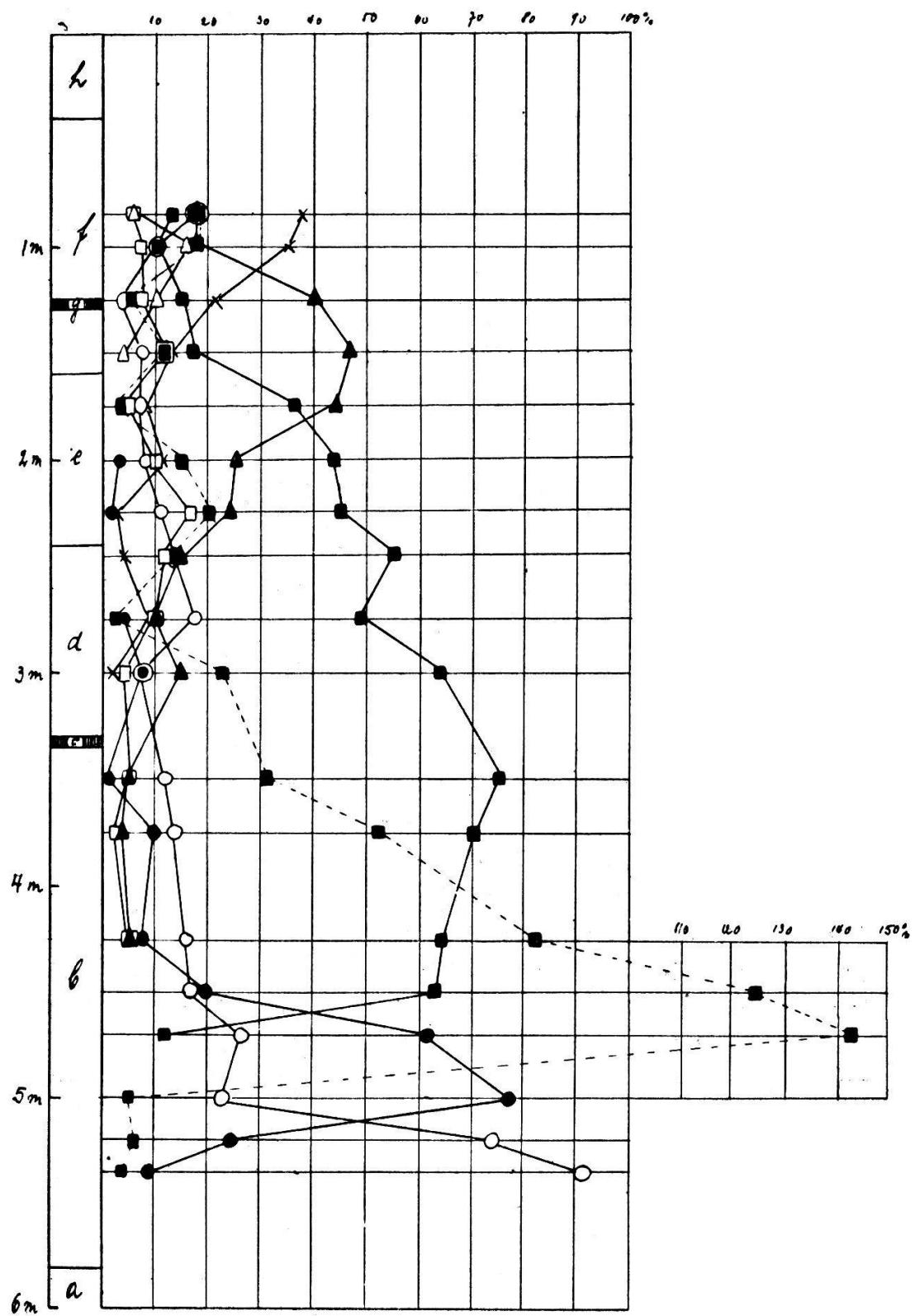
3. Phase der Hasel. In einem plötzlichen rapiden Anstieg erreicht die *Corylus*-kurve die überwiegende Vorherrschaft mit 143% gegenüber 61% *Pinus*, 27% *Betula* und 12% des neuerschienenen Eichenmischwaldes. Von den Komponenten dieses Eichenmischwaldes verzeichnet die Linde anfänglich die grössten Prozente, um dann von der Ulme abgelöst zu werden, während die Eiche erst nachher die Führung übernimmt, eine Tatsache, die allgemein zu beobachten ist. Der Haselgehalt fällt sehr rasch wieder, an seine Stelle tritt die

4. Phase des Eichenmischwaldes. Die Linden-Ulmen-Eichenprozente machen nun für eine längere Periode den Hauptanteil am Waldbild aus mit 76, 63% etc. In diese Zeit fällt die erste Kulturschicht, also neolithisch, weil zur Zeit des Eichenwaldes, wie die später zu besprechenden Stationen ergeben haben. Neu zu verzeichnen sind noch während dieser Periode die Erle, Buche und später die Tanne. Die Buche tritt bald führend hervor, es folgt die

5. Phase der Buche. Die Dominanz von *Fagus* mit 46% ist recht deutlich gegenüber 17% Eichenmischwald, 12% *Alnus*, 8% *Be-*

Abb. 3.

Diagramm Pfahlbau „Weiher“



tula und 12% *Corylus*. Die obere Kulturschicht fällt in diese Periode, ähnlich derjenigen von Niederwil bei Frauenfeld. Von den Archäologen ist diese Station zufolge der Funde als früh-bronzezeitlich erkannt worden, so dass also dieses Zeitalter nach dem Höhepunkt der Buchenperiode einsetzt. Eine letzte Periode, die

6. Phase der Tanne ist noch angedeutet. Die Buchenkurve fällt rasch, die der Tanne verzeichnet 38%, alle übrigen Waldbaumprozente sind kleiner als 20%. In dieser Periode ist die Fichte eingewandert und zeigt nun steigenden Anteil am Pollenspektrum. Es folgt der Ackerboden, dem keine Proben entnommen wurden.

Diese Waldbaumfolge reiht sich prächtig an die übrigen Untersuchungen an.

Pfahlbau Niederwil bei Frauenfeld¹⁾ 412 m ü. M.

In der Senkung eines niedrigen Hügelzuges liegt rechts der Strasse von Niederwil nach Strass bei Frauenfeld der sogenannte «Egelsee». Die sechs bis sieben ha grosse Fläche ist heute völlig verlandet.

Dieses kleine Moor ist berühmt in der urgeschichtlichen Forschung des Kantons Thurgau, da sich hier die reiche Fundstätte einer steinzeitlichen Siedlung findet (siehe Keller-Reinerth 1925). Sie wurde 1862 von Pupikof er entdeckt und erregte durch den Reichtum ihrer Funde grosses Aufsehen. Ferdinand Keller und Messikommer veranlassten eine gründliche Durchforschung, und heute finden sich in verschiedenen Museen des In- und Auslandes zerstreut Gegenstände aus der Station Niederwil. Die beste Sammlung ist im Landesmuseum, daneben findet sich eine hübsche, wenn auch nicht allzu reichhaltige Kollektion im Thurgauischen Museum in Frauenfeld.

Das Moor ist auch bekannt geworden durch die Funde, die in dem geschichteten Lehm gemacht wurden. Schröter erwähnt in der «Flora der Eiszeit» das Vorkommen der Zwergharke (*Betula nana*), einer alpinen Weide (*S. reticulata*) und der Silberwurz (*Dryas octo-*

¹⁾ siehe Keller, P. (1926) vorläufige Mitteilung.

petala), also eine Flora analog der des Krutzelriedes in den Dryastonen.

Da genau datierte Schichten äusserst wichtig sind für die Deutung der waldgeschichtlichen Entwicklung, und solche uns nur an urgeschichtlichen Fundstätten zugänglich sind, so sammelte ich auch in diesem Moore einige Proben. Etwa fünf Meter vom Dränierungsgraben und ca. fünfzig Meter von dessen Ausgang am Südende des Moores, im Bereiche der Station, aber an einer noch unberührten Stelle, erschloss ich folgendes Profil:

0 cm — 35 cm Abraum
35 cm — 40 cm erste steinzeitliche Kulturschicht, mit zahlreichen verkohlten Holzresten
40 cm — 45 cm Lehm
45 cm — 180 cm Caricestorf, zum Teil sehr holzreich
bei 50 cm H₄ B₁ R₂₋ V₂ F₀
bei 75 cm H₅ B₂ R₂₋ V₁₋₂ F₁
180 cm — 195 cm zweite steinzeitliche Kulturschicht
195 cm — 230 cm Eriophorumtorf H₅₋ B₁₋₂ R₂ V₁₋₂ F₂
230 cm — 245 cm dritte steinzeitliche Kulturschicht.
245 cm — 470 cm Lebertorf
470 cm Lehm.

Die Feststellung dreier so deutlich voneinander getrennten Pfahlbausiedlungen, wovon die unterste beinahe 2,5 m tief liegt, und ihre Einordnung in die Torfschichten ist sehr bedeutungsvoll. Messikommere (in Heierli 1901) berichtet allerdings von sieben Kulturschichten, doch glaube ich, dass er hierin zu weit gegangen ist.

Eine weitere Bohrung 300 m östlich der ersten, etwa in der Mitte des Moores ergab die gleiche Schichtfolge. Es wurden deshalb keine weiteren Proben entnommen.

- a. L e h m.
- b. L e b e r t o r f. Die unterste Schicht wurde von Früh (1883) als Dopplerit erwähnt und eingehend beschrieben. Doch bestreitet Neuwiler (1901), der das Ried genau untersuchte, die Richtigkeit dieser Angabe und führt alles als Lebertorf an. Die Proben sind sehr pollenreich mit Pollendichten von 1500, 1100 etc. Daneben kommen andere Fossilien nur ganz vereinzelt vor, so Fragmente des scheidigen Wollgrases, die eingeschwemmt sein dürften, Pusteln von *Cyperaceen*, *Typha*- und *Ericaceen*pollen neben spärlichen *Equi-*

setumsporen. Reich ist dagegen die *Diatomeenflora*, die ich nicht näher bestimmen konnte als *Navicula spec.*

c. Kulturschicht. In dieser direkt auf etwas lehmigen Lebertorfschichten ruhenden Kulturschicht finden sich viele verkohlte Holzreste.

d. Eriophorum-torf. Diese 35 cm mächtige Schicht ist erfüllt von zahlreichen Resten von *Eriophorum*, sowie einzelnen Moosresten und *Typhapollen*. Die Proben sind stark sandig, was auf eine Ueberschwemmung der untersten Kulturschicht hindeuten könnte, die dadurch verlassen werden musste und verbrannt wurde.

e. Kulturschicht. Wir finden in dieser mittleren Schicht nur verkohlte Holzreste, keine pflanzlichen Fragmente vor. Ob das eine eigene Station oder aber nur der unterste Teil der obersten Niederlassung ist, können nur Ausgrabungen entscheiden.

f. Carex-torf. Dieser schwarze Torf ist 135 cm mächtig und wird stellenweise noch abgebaut. An Fossilien sind zu erwähnen: Reste von *Cyperaceen*, *Eriophorum*, *Calliergon trifarium*, *Lycopodium*- und *Equisetumsporen* sowie *Typhapollen*. Die Proben der basalen Schichten sind wieder stark sandig (Ueberschwemmung) und daher sehr mühsam zu analysieren.

g. Kulturschicht. Diese oberste auf einer 5 cm mächtigen Lehmschicht aufruhende neolithische Fundschicht zeigt wieder sehr deutlich verkohlte Holzreste. Da sie sich in nur 35—40 cm Tiefe findet, sind schon viele Reste von Töpfereien, Gewebestücke, Werkzeuge, Samen und dergleichen ausgegraben worden, die heute zahlreiche Museen zieren. Auch ich fand noch einige Tonscherben.

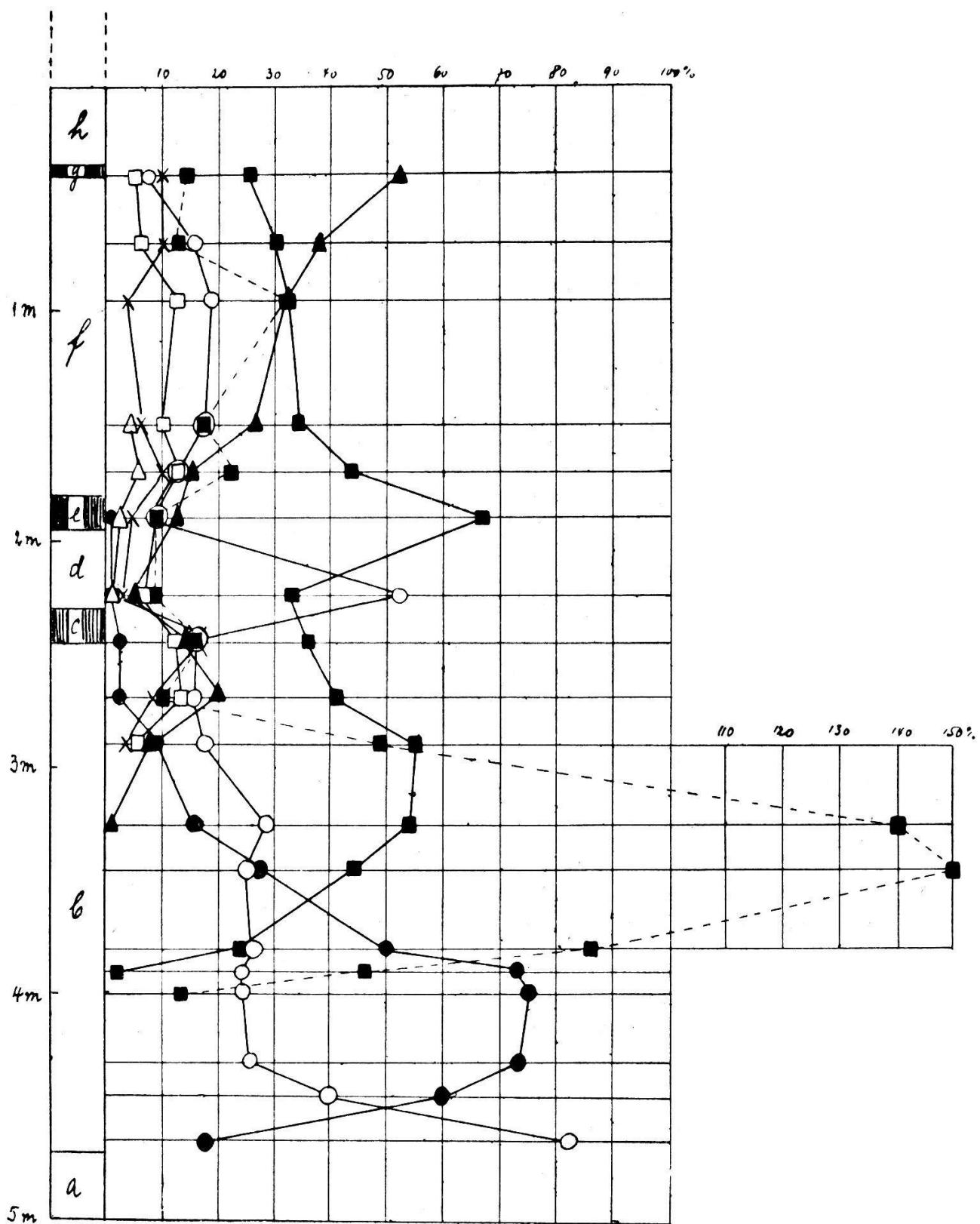
h. A b r a u m. Die ursprüngliche Oberfläche des Riedes ist zerstört infolge des starken Abbaues, der um die Mitte des letzten Jahrhunderts hier geherrscht hat. Die Rotfarbfabrik Islikon war ganz auf den Torf als einzigen Brennstoff angewiesen, so dass eine reiche Torfnutzung einsetzte. An einigen Stellen (Mitte des Moores) liegt Trifariumtorf an der Oberfläche, wie in den mittleren Partien des Krutzelriedes.

Wenden wir uns zu den pollanalytischen Befunden, die im Pollendiagramm (Abb. 4) graphisch dargestellt sind. Wir erkennen dabei folgenden Gang in der Entwicklung des Waldbildes:

Bei der Moorbildung herrschte eine sehr artenarme Flora des Waldes vor: Nur *Betula* und *Pinus*. Das Verhältnis lässt eine deut-

Abb. 4.

Diagramm Pfahlbau Niederwil



liche Birkenzeit erkennen mit 82% *Betula* gegenüber 18% *Pinus*. Der Kieferngehalt ist nun im Steigen begriffen, die Birkenprozente nehmen rapid ab, so dass die Verhältnisse in den nächsten Proben folgende sind: Einem Kiefernanteil von 74, 75 und 73% steht ein solcher der Birke von 26, 25 und 27% gegenüber, also eine deutliche Kiefernperiode. In dieser Zeit erscheint die Hasel, deren Anteil am Pollenniederschlag bald ein beträchtlicher ist. Die Birkenprozente halten sich nun ziemlich auf der gleichen Höhe, neu erscheinen die Komponenten des Eichenmischwaldes: Ulme, Eiche und Linde. In die Lücke zwischen die abfallende Kiefernkurve und den Anstieg der Eichenmischwaldkurve fällt die überhebende Kulmination der Haselkurve. Wir haben eine begrenzte, scharf ausgesprochene Haselzeit. Diese verschwindet wieder und an ihre Stelle tritt der Eichenmischwald, der nun lange mit einer kleinen Unterbrechung der Birke die Führung übernimmt. In diese Zeit des Eichenmischwaldes fallen die beiden untern Kulturschichten. Die Annahme, dass während des Neolithikums der Eichenwald geherrscht hat, findet hier ihre Bestätigung. Zwischen der zweiten und dritten steinzeitlichen Kulturschicht, die durch sandigen *Eriophorumtorf* getrennt sind, macht sich ein kleines Birkenmaximum geltend. Ueber dessen Ursache kann man im Zweifel sein. Möglich wäre, dass die erste Ansiedelung durch Brand zerstört wurde und die Birke wieder der erste waldbildende Baum war, eine Erscheinung, die allgemein zu konstatieren ist. Möglich auch, dass durch Ueberschwemmung die erste Station zerstört wurde, worauf der starke Sandgehalt der Zwischenschicht hindeutet, und dass die Birke den ersten Waldgürtel bildete. In der Folgezeit übernimmt dann der Eichenmischwald wieder die Führung. Neu zu verzeichnen sind während dieser Zeit die Tanne und die Fichte. Die letztere erscheint hier im Waldbild in drei Proben mit drei, sechs und fünf %, verschwindet dann aber wieder. Ob wir es mit Ferntransport zu tun haben oder aber mit einer Erscheinung, die schon auf den Einfluss der neolithischen Bewohner zurückzuführen ist, das bleibt noch eine offene Frage. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch im Diagramm des Pfahlbaues von Robenhausen (siehe dort). In die ausklingende Eichenzeit und die beginnende Buchenperiode fällt die dritte Kulturschicht, die direkt auf einer Lehmschicht aufruht.

Von den Archaeologen ist die Station Niederwil nie wissenschaftlich ausgebeutet worden, nur die oberste Schicht (35—40 cm) wurde ein wenig untersucht. Diese Schicht gehört nach den vorhandenen Funden ins Ende des Neolithikums und in den Anfang des Bronzezeitalters, da man schon Tiegel darin fand. Das letzte Spektrum, das uns diese Probe liefert, zeigt uns die Buchenzeit, die also in den Uebergang Steinzeit-Bronzezeit zu verlegen ist. Der weitere Verlauf der Waldentwicklung ist uns in diesem Diagramm nicht enthalten, da die obersten Torfschichten fehlen. Das Zunehmen der Tannenprozente deutet die hier fehlende Buchen-Tannen-Phase an, die in unser rezentes Waldbild überleitet.

Buhwiler - Torfried (Kanton Thurgau)¹⁾ 480 m ü. M.

In der Mulde zwischen dem Wertbühler Moränenhügel und dem südlich ansteigenden Nollen (732 m) zieht sich von Metzgersbuhwil bis gegen Mettlen ein Talmoor. Seine Länge beträgt ca. ein Kilometer und seine grösste Breite 210 Meter. Die Torfausbeutung ist fast vollständig erloschen, nur noch vereinzelte Bauern holen ihre «Turben», doch erinnern sich alle hier ansässigen Leute, dass vor Jahren eine reiche Torfnutzung auch von den Bewohnern der umliegenden Ortschaften stattgefunden hatte. So ist die ursprüngliche Oberfläche nicht mehr erhalten und typischer Moorböden findet sich nur noch auf einer ganz kleinen Fläche, der übrige Teil des Moores ist melioriert worden und ist heute fruchtbare Acker- und Weideland.

Ich habe dieses Moor eingehender untersucht, insbesondere durch zahlreiche Bohrungen ein genaues Quer- und Längsprofil aufgenommen, da es ganz in der Nähe meines Heimatortes liegt. Den inneren Aufbau des Moores erschloss ich wie folgt:

0 cm — 15 cm	Abraum
15 cm — 115 cm	Caricestorf
	bei 35 cm H ₃ B ₁ R ₁₋₂ V ₀ F ₀
	bei 100 cm H ₄ B ₂ R ₁₋₂ V ₁₋₂ F ₁
115 cm — 175 cm	Caricestorf aber sehr holzreich
	bei 120 cm H ₄ B ₂ R ₁ V ₂ F ₀
	bei 150 cm V ₂₋₃

¹⁾ siehe Keller, P. (1926) vorläufige Mitteilung.

175 cm — 190 cm toniger Torf
 190 cm — 230 cm Eriophorumtorf H₄ B₂ R₁₋₂ V₂ F₂
 230 cm — 260 cm toniger Torf, holzfrei V₂₋₃
 260 cm — 390 cm Moostorf
 bei 320 cm H₅ B₂ R₂ V₁ F₁
 bei 370 cm H₆ B₂₋ R₂₋ V₀ F₀₋
 390 cm — 470 cm Seekreide, gelblich-grau mit Konchylien
 470 cm Lehm mit Sand.

a. Leh m. Diese Schicht ist sehr sandig und das Bohren daher mühsam, sodass die Mächtigkeit des Lehms nicht erforscht wurde.

b. S e e k r e i d e. In dieser breiigen Masse von gelblich grauer Farbe fanden sich verschiedene Molluskenschalen. Die Bestimmung nach G e y e r (1909) ergab die gleichen Arten wie in den Seekreideablagerungen von Sirnach und Sulgen, nämlich

Valvata alpestris. Sehr häufig
Valvata cristata. Sehr häufig
Bythinia tentaculata. Sehr häufig
Limnaea ovata
Planorbis marginatus var. *submarginatus*
Pisidium nitidum

Daneben fanden sich noch zahlreiche *Desmidiaceen* hälften.

c. M o o s t o r f. Dieser 130 cm mächtige *Sphagnum-Eriophorum*-torf enthält sehr zahlreiche Fragmente dieser Arten. In den untern Schichten ist diese Torfart stark humifiziert, sodass die einzelnen Bestandteile kaum mehr zu erkennen sind, ausser den selten fehlenden *Cyperaceen*-Pusteln.

d. T o n i g e r T o r f. Diese tonige Schicht von ca. 30 cm Mächtigkeit lässt sich durch das ganze Querprofil hindurch verfolgen. Sie ist sehr wahrscheinlich durch eine lokale Einschwemmung oder Ueberflutung entstanden. Es ist also diesem tonigen Horizont nur eine lokale Bedeutung beizumessen, ebenso dem ansehnlichen Holzgehalt.

e. Eriophorum torf. Hier überwiegen die Reste des scheidenigen Wollgrases. Der starke Holzgehalt der vorigen Schicht macht sich auch hier noch bemerkbar. Eine *Chara*-Oospore konnte nicht näher bestimmt werden.

f. Toniger Torf. 15 cm. Siehe oben.

g. Caricestorf. Im Anschluss an die vorige tonige Schicht findet sich auch hier wieder ein beträchtlicher Holzgehalt, was auf eine nur lokale Einschwemmung zurückzuführen sein mag. In den oberen Schichten verschwindet dieser Holzgehalt und es sind nur noch mikroskopische Funde zu verzeichnen: Pollentetraden von *Ericaceen* und *Typhapollen* neben *Cyperaceenresten*.

h. A b r a u m. Diese Schicht ist nicht untersucht worden.

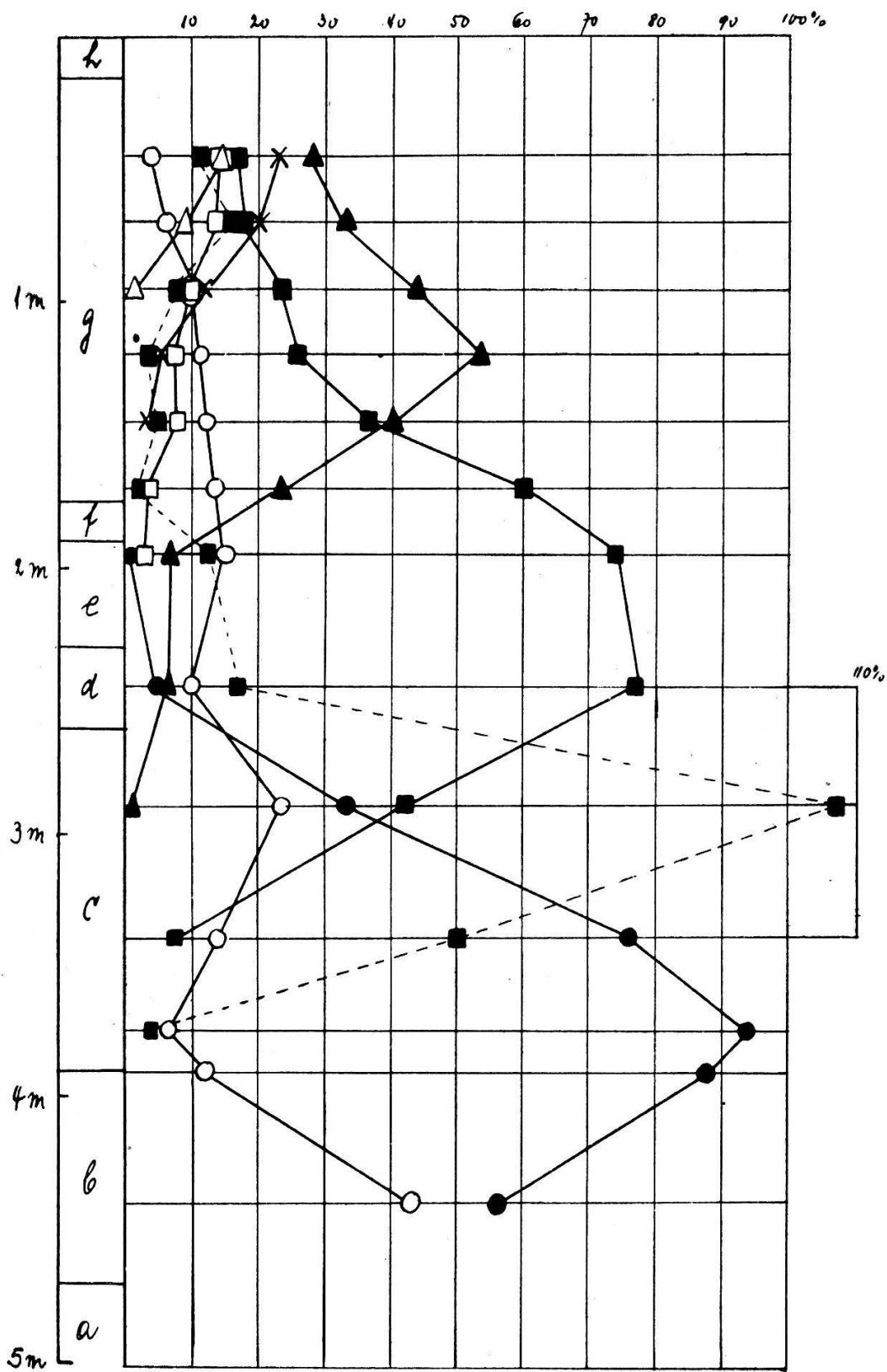
Aus 15 weiteren Bohrungen wurde der genaue Verlauf der Schichten durch das ganze Moor hindurch verfolgt. Die Mächtigkeit der Torfschichten ist bei weitem keine so grosse wie die Ausdehnung des Riedes ahnen liesse. Nach Westen dehnt sich dieses in Wirklichkeit nur noch einige 100 Meter aus, dann erreicht der Lehm die subrezente Pflanzendecke, während Schilfbestände eine weitgrössere Torfmächtigkeit vortäuschen. Das ganze Ried dient an den nicht drainierten Flächen der Streunutzung, die typische Moorvegetation ist längs verschwunden.

Betrachten wir nun die Resultate der mikroskopischen Durchsicht der Proben, die uns im Pollendiagramm (Abb. 5) die periodischen Schwankungen im Waldbild zeigen.

Die unterste untersuchte Probe aus 440 cm zeigt uns deutlich, wie sich der Birkenanteil dem der Kiefer nähert. Die Moorbildung hat wahrscheinlich in der ausklingenden Birkenzeit stattgefunden. Auf diese folgt die ausgesprochene Kieferndominanz mit 88, 93 und 76% Kiefer. Die Hasel zeigt von anfänglich kleinem Anteil einen rapiden Anstieg und verzeichnet in der Probe 290 cm das Haselmaximum. Dieser Kulminationspunkt der Kurve ist hier sehr schön ausgebildet, zwischen der stark abnehmenden Kieferkurve und dem stetig ansteigenden Eichenmischwald. Letzterer erreicht bald sein Maximum. Die Vorherrschaft des Eichenmischwaldes (EMW) ist lange sehr ausgesprochen. Mit 77, 74 und 60% EMW ist diese sehr deutlich. Neu erscheinen die Erle und die Tanne. Die Zusammensetzung des Waldbildes ändert sich nun zu Gunsten der Buche, diese überflügelt den Eichenmischwald in einem raschen Anstieg und dominiert mit 53% im Buchenmaximum. Der oberste Teil der Waldgeschichte fehlt in diesem Diagramm, da die obersten Schichten abgebaut worden sind. Wir sehen nur noch eine Abnahme der Buchenkurve und ihr entsprechend ein deutliches Steigen der Tannen- und Fichtenkurven. Letztere Periode fehlt in

Abb. 5.

Diagramm Buhwiler Torfried



unserer Untersuchung, sie ist nur noch schwach angedeutet. Obwohl heute das Moor von zahlreichen Birken bewachsen ist, bewirken die Birkenprozente keine Störung im Pollenspektrum der weiteren Umgebung des Moores.

Die gefundenen Einwanderungsfolgen der einzelnen Waldbäume und ihre Perioden sind hier sehr schön zu erkennen und lassen sich wie folgt gliedern:

1. Phase der Birke + Kiefer
2. „ der Kiefer (+ Birke + Hasel)
3. „ der Hasel
4. „ des Eichenmischwaldes
5. „ der Buche
6. „ der Buche + Tanne.

Mooswangerried bei Sirnach (Kant. Thurgau)¹⁾ 568 m ü. M.

Das Mooswangerried erstreckt sich über eine Fläche von ungefähr 21 ha östlich von Anwil bei Sirnach, im westlichen Teil des Trockentales von Littenheid. Besitzerin ist die Buntweberei Zweifel & Co. in Sirnach. Das Ried ist aus einem untiefen, ruhenden Gewässer hervorgegangen, einem ehemaligen Fischweiher des Klosters Fischingen, der in der Mitte des letzten Jahrhunderts trocken gelegt wurde.

Die Flora des Gebietes ist von W e g e l i n (1924) eingehend beschrieben worden, ebenso die Torfnutzung. Ich verweise daher auf diese Angaben. Heute ist die Torfausbeutung wieder eingestellt, da die jetzt herrschenden Kohlenpreise eine rationelle Torfnutzung nicht mehr erlauben. In den Nachkriegsjahren sind ganz beträchtliche Torfmengen auf maschinellem Wege dem Ried entnommen worden. Doch gibt es auch heute noch genügend unberührte Stellen für eine Profilaufnahme. An einer solchen Stelle, ca. 200 m von den sogenannten Stöcklihalden und fünf Meter von der östlichen Ecke der grossen Aushubfläche der Weberei Sirnach entfernt, ergab sich bei der Probenentnahme das untenstehende Profil:

¹⁾ siehe K e l l e r, P. (1926) vorläufige Mitteilung.

0 cm — 25 cm subrezenter Torf (Abraum)
 25 cm — 185 cm Caricestorf, hellbraun bis braunrot
 45 cm H₃ B₁ R₂ V₀ F₁
 95 cm H₄ B₁₋ R₂ V₀ F₁ mit Phragmites
 125 cm H₅ B₂ R₂ V₁ F₁
 185 cm — 240 cm Moostorf, braunschwarz, mit zunehmendem Holz-
 gehalt
 195 cm H₅ B₂₋ R₂ V₁ F₀
 240 cm H₆ B₂₋ R₁₋ V₂₋₃ F₀
 240 cm — 270 cm Lebertorf
 270 cm — 510 cm Seekreide, Schneckengyttja
 510 cm Lehm

a. L e h m. Der eigentliche Untergrund ist hier nicht angebohrt worden, da der Lehm sehr zähe und undurchlässig ist und sich durch Pollenarmut oder Fehlen von Pollen auszeichnet.

b. S e e k r e i d e. Sie ist nicht zähe wie der darunter liegende Lehm, sondern feucht und knetbar, leicht zu zerreiben und enthält sehr viel gebleichte Molluskenschalen. Die von W e g e l i n angeführten Arten (siehe dort) konnte ich nur bestätigen, neue Arten habe ich keine gefunden. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich neben den angeführten Pollenarten noch Wurzelfasern, Scheiden- und Epidermisfragmente des Wollgrases, spärliche Moosreste, Hälften von *Desmidiaceen*, sowie Mycelfäden höherer Pilze, die selten in einem Torfpräparat fehlen.

c. L e b e r t o r f. In dieser bildsamen, nicht zähen Masse finden sich reichliche Wurzelfasern und Pustelradizellen von Cyperaceen, einige Sphagnumsporen, Pollen von *Typha latifolia* und *Nuphar luteum*, der gelben Seerose. Ebenso finden sich noch vereinzelte *Desmidiaceenhälften*, die ich nicht bestimmen konnte.

d. M o o s t o r f. Dieser braunrote bis schwarze Torf enthält neben Schilfrhizomen recht zahlreiche Reste von Stengeln und Blättern des scheidigen Wollgrases, vereinzelte Moosfragmente und Sporen, Radizellen von *Cyperaceen* und Pollen von *Nuphar luteum* und *Myriophyllum spec.* Die Mächtigkeit des Torfes nimmt gegen das nordwestliche Ufer noch bedeutend zu. Leute der dortigen Gegend versichern, dass anfangs des letzten Jahrhunderts der Müsberg ins Rutschen geraten sei. Die Tannen im Torfe stammen daher

wahrscheinlich von diesem Rutsch her, wobei sie im weichen Torf versunken sind, also kein Grenzhorizont!

e. *Caricetorff*. Makroskopisch herrschen feine Würzelchen von *Eriophorum*- und *Carices*-arten vor, die dem Torf eine faserige Beschaffenheit verleihen. Daneben sind noch zahlreiche Pustelradizellen, Pollentetraden von *Ericaceen* und Pollen der gelben Seerose zu verzeichnen.

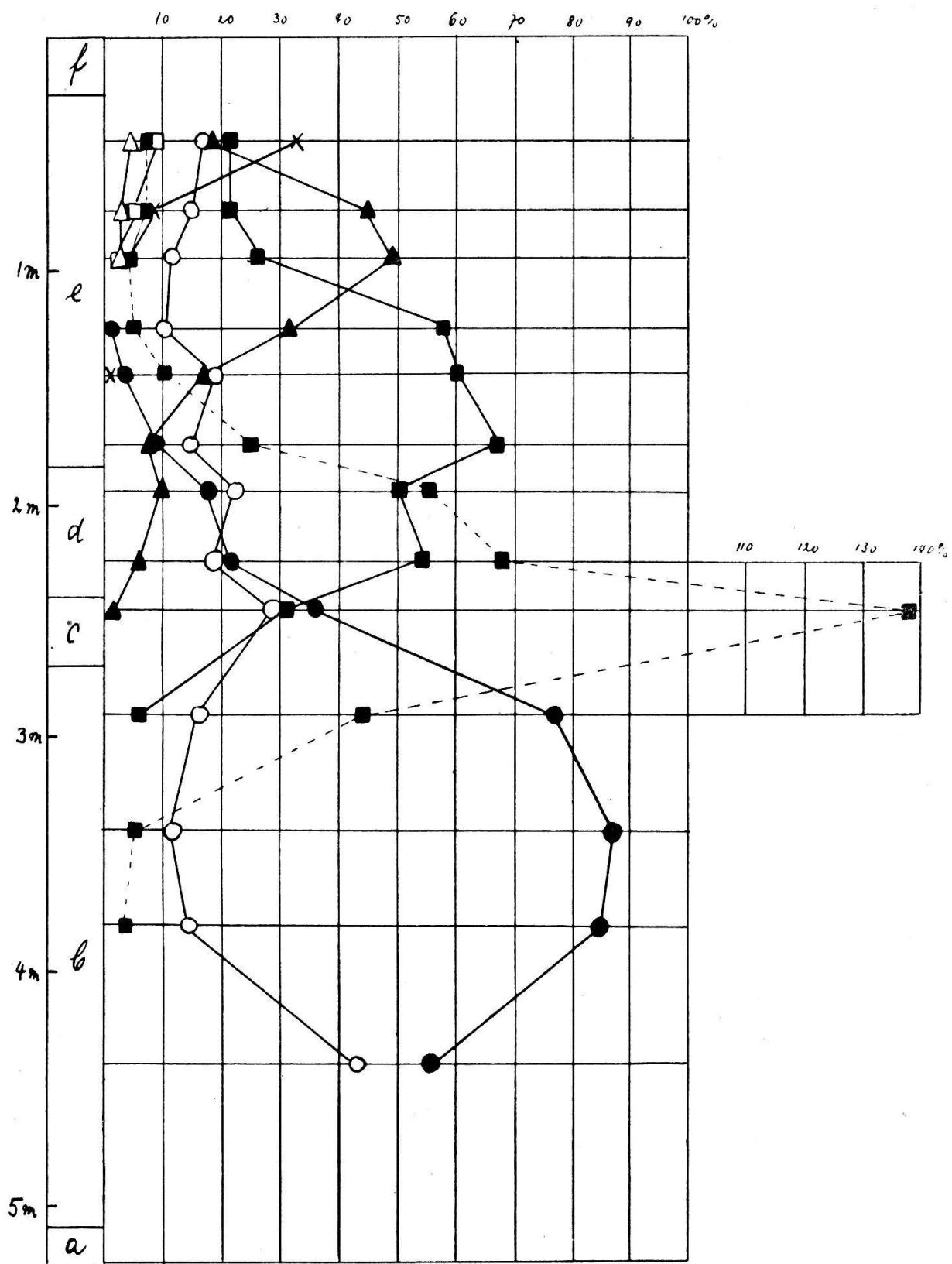
f. *Abräum*. Diese Schicht ist nicht untersucht worden, weder auf die pflanzliche Zusammensetzung, noch auf die Pollenflora, da hier die menschlichen Eingriffe eine grosse Rolle spielen und kein einwandfreies pollenanalytisches Resultat zu erwarten ist.

Das Ergebnis der mikroskopischen Durchsicht der einzelnen Torfproben hinsichtlich des prozentualen Anteiles der verschiedenen Waldbäume am Gesamtpollenniederschlag gibt das umstehende Pollendiagramm (Abb. 6), das uns die Entwicklung des Waldbildes in allen Phasen deutlich zeigt.

Die unterste Probe enthält nur Kiefern- und Birkenpollen. Wir sehen sehr deutlich, dass letztere nahe an den Gehalt der erstern herankommt. Dieser schöne Anstieg der Birkenkurve deutet noch das Birkenmaximum der Umgebung an, das vor Einsetzen der Moorbildung an dieser Stelle geherrscht haben muss. Die Verhältnisse ändern sich in den folgenden Proben, die Föhre hat unbedingte Vorherrschaft, wir notieren ein äusserst deutliches K i e f e r n m a x i - m u m mit 88% *Pinus*. In dieser Probe ist die Hasel erstmals erschienen und zeigt einen sehr schnellen Anstieg ihrer Kurve. Dieser Anteil an Pollen im Gesamtniederschlag wird, wie früher eingehend erwähnt worden ist, getrennt berechnet, daher kommt es, dass wir im folgenden Haselwerte von über 100% zu verzeichnen haben. Der Kieferngehalt geht zurück, die H a s e l zeigt ein ausgesprochenes Maximum mit 138%, bei einem übrigen Pollenspektrum von 36% *Pinus*, 29% *Betula*, und 31% Eichenmischwald. Letzterer ist in der folgenden Probe neu erschienen und verzeichnet stets zunehmenden Anteil. Es ist hier die Ulme, die von den drei Konstituenten zuerst die grössten Werte verzeichnet. So rasch die Hasel gestiegen ist, so rapid geht ihr Anteil wieder zurück. Wir haben eine symmetrische Haselkurve mit überhebendem Kulminationspunkt. Nun ändert sich die Zusammensetzung in der Weise, dass der E i c h e n m i s c h - w a l d die grössten Prozentwerte zu verzeichnen hat und in Probe

Abb. 6.

Diagramm Mooswangerried



175 cm notieren wir sein Maimum mit 67%. Die Buche ist neu erschienen, ihr Anteil steigt langsam, aber stetig, während die Kieferwerte immer kleiner werden, diejenigen der Birke bleiben so ziemlich gleich. Auf Kosten des Eichenwaldes steigt der Buchenanteil, überholt letztern und wir haben in der Probe 95 cm das Buchenmaximum zu verzeichnen mit 49% *Fagus*, 26% EMW., 11% Birke und 4% Hasel. Während der Buchenvorherrschaft kommen *Alnus*, *Abies* und *Picea* neu in die Zählung, wobei die Tanne die Buche überholt. Das oberste Tannen-Buchenspektrum zeigt wieder den Uebergang in das rezente Waldbild. Im obersten halben Meter wurden keine Proben mehr entnommen, da in dieser Schicht schon ein zu starker menschlicher Einfluss sich geltend macht.

Aus dem Verlauf der Pollenkurven lassen sich deutlich die folgenden Phasen herausschälen:

1. Phase der Kiefer (+ Birke + Hasel)
2. „ der Hasel (+ Eichenmischwald + Kiefer)
3. „ des Eichenmischwaldes (+ Buche)
4. „ der Buche
5. „ der Tanne und Buche

Eschlikoner Torfmoor (Kanton Thurgau) 570 m ü. M.

Südlich der Station Eschlikon an der Linie Winterthur-Wil erstreckt sich das Eschlikoner-Torfmoor über eine Fläche von ca. 20 ha. Der grösste Teil des Riedes gehört der Bürgergemeinde, welche die Torfnutzung parzellenweise auf öffentliche Versteigerung bringt. Die Bauern verwenden den getrockneten Torf als Streue für das Vieh, indem sie ihn zu Torfmull zermahlen. Bis 1922 wurde auch hier maschinell Torf abgebaut, eine grosse rechteckige Aushubfläche zeugt noch davon.

Das Torfmoor ist eingebettet von Hügeln aus Süßwassermolasse: nördlich Hiltenberg, Buchholz, Ruine Lanzberg und südlich der Hackenberg. Nach Westen neigt sich der Talboden zur Lützelmurg, die aus dem Bichelsee kommt und östlich fliest das Wasser zur Murg, die am Hörnli entspriesst. Es ist also ein Talscheidenmoor im kleinen.

An der südlichen Wand der grossen Aushubfläche ergab sich bei der Probeentnahme folgendes Profil:

0 cm — 10 cm Abraum

10 cm — 100 cm Phragmitestorf (Arundinetum) rotbraun, rasch anlaufend und braun-schwarz werdend.

30 cm H₃ B₁ R₂ V₁ F₁

60 cm H₄ B₁ R₂ V₂₋₃ F₁ sehr holzreich bis 14 cm dicke Aeste.

100 cm — 250 cm Moostorf

120 cm H₅ B₂ R₂ V₁₋₂ F₁

215 cm H₆ B₂ R₁₋ V₁ F₁₋

250 cm — 280 cm Caricestorf

265 cm H₆ B₂ R₁₋ V₁ F₀

280 cm H₅ B₁ R₀₋ V₀ F₀ tonig

280 cm Lehm mit Sand

a. L e h m mit Sand. Die Moräne ist nicht angebohrt worden, da es nicht von Wichtigkeit ist, die Mächtigkeit der Lehmschicht zu wissen und diese sich durch Pollenarmut auszeichnet.

b. C a r i c e s t o r f. Diese braunrote Schicht enthält neben zahlreichen *Eriophorum*-Fragmenten (Stengel und Scheiden) viele Reste von Sphagreenstämmchen und Blättchen, daneben natürlich den verzeichneten Waldbaumpollen.

c. M o o s t o r f. (*Sphagneto-Eriophoretum*.) Hier herrschen wieder Rhizome und Oberhautfragmente von *Eriophorum*, sowie Reste von *Sphagnum*-Stämmchen vor. Sehr zahlreich sind auch hier die Mycelfäden höherer Pilze. Daneben finden sich Pollentetraden von *Ericaceen*, Pollen von *Myriophyllum* und *Nuphar luteum*. Eine *Desmidium* spec. konnte nicht näher bestimmt werden, ebenso nicht eine Chara-Oospore.

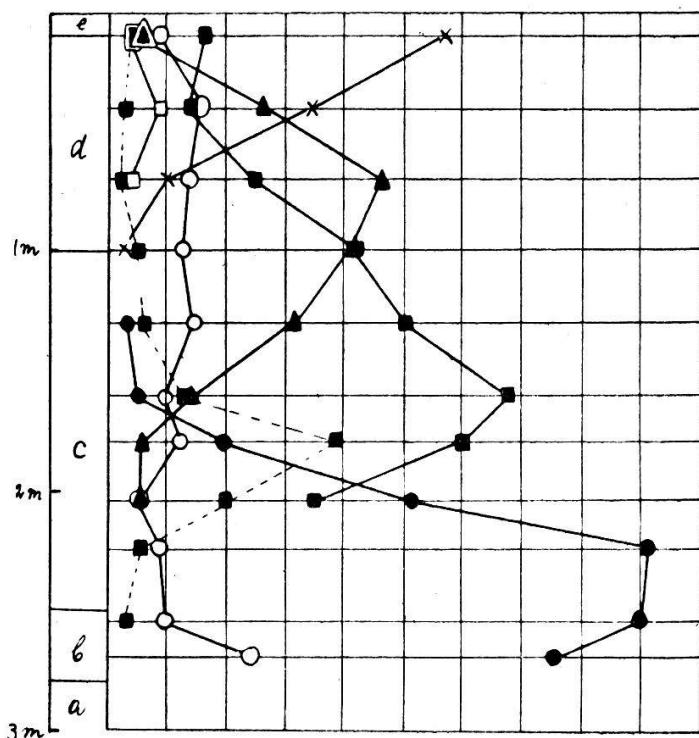
d. P h r a g m i t e s t o r f mit massenhaft Schilfrhizomen und Stengelfragmenten, die als flach zusammengedrückte, helle Reste sehr gut erkannt werden. Sehr zahlreich sind Aeste von *Abies*, oft bis 15 cm dick. Daneben verzeichnet das Fundprotokoll Fragmente von Cyperaceen (Pusteln) Sporen und Reste von Moosen, sowie Pollen der gelben Seerose.

e. A b r a u m. Diese Schicht wurde nicht näher untersucht.

Wenden wir uns nun dem Pollenbefund zu, den uns die mikroskopische Analyse der elf Torfproben lieferte (Diagramm Abb. 7).

Abb. 7.

Diagramm Eschlikoner Torfmoor



In der Grundprobe ist noch eine deutliche Zunahme der Birkenkurve wahrzunehmen. Dann setzt das Kiefermaximum ein mit 91 und 90%, der übrige Teil kommt der Birke zu. Der Haselanteil steigt langsam aber stetig, sie bringt es aber in keinem Spektrum zur Dominanz, ihr grösster Prozentwert ist 29%. Wahrscheinlich ist die Probe, die das Haselmaximum enthalten würde, bei der Probeentnahme verfehlt worden. Es ist dies die einzige Untersuchung, in der kein deutliches Vorherrschen der Hasel, sondern nur ein schwacher Anstieg der Kurve zu verzeichnen ist. Nach diesem nimmt die Coryluskomponente wieder ab, die Kiefernkurve wird von der des Eichenmischwaldes überholt. Dieser hat nun die ausgeprägte Führung übernommen mit 68%. In den Proben ist neu die Buche erschienen, die stets steigende Werte zu verzeichnen hat und den Eichenmischwald überflügelt, um es zum ausgesprochenen Buchenmaximum zu bringen. Während dieser Zeit ist die Tanne neu in die Zählung hineingekommen, ihre Kurve zeigt einen rapiden Anstieg, schneidet die Buchenkurve und hat in der obersten Probe ihr Maximum. Zu dieser Zeit ist die Fichte eingewandert und verzeichnet einen Anteil von 6%. Dieses Tannen-Buchenspektrum ist wie in den vorigen Fällen der Abschluss der Waldentwicklung.

Wir erkennen also wieder die folgenden Phasen der Waldgeschichte:

1. Phase der Kiefer (+ Birke)
2. „ der Kiefer (+ Hasel)
3. „ des Eichenmischwaldes (+ Buche)
4. „ der Buche
5. „ der Tanne (+ Fichte).

Pfahlbau Robenhausen am Pfäffikersee (Kt. Zch.)

543 m ü. M.

Im mächtigen Ried von Robenhausen zwischen dem Kemptnerbach, der den Pfäffikersee speist und der Aa, dem Ausfluss dieses Sees wurden 1858 von Jakob Messikommer die dortigen Pfahlbauten entdeckt. In unermüdlicher Arbeit wurde die Station ausgebaut, leider in wenig wissenschaftlicher Weise. Es wurde den einzelnen Fundschichten keine besondere Beachtung geschenkt und die reichen Funde wurden weit herum verkauft und liegen heute in verschiedenen Museen zerstreut. Doch liess sich noch feststellen, dass drei verschiedene Kulturschichten vorhanden waren. Die beiden unteren, nur durch eine wenig mächtige Torfschicht voneinander getrennt, gehören auf Grund der Funde ins mittlere oder Voll-Neolithikum, während die oberste in den Anfang der Bronzezeit (Bronze 1) zu setzen ist.

An einer noch unberührten Stelle im Ried, aber doch im Bereich der Station wurde die Bohrung vorgenommen. Es ergab sich dabei nachfolgender Schichtwechsel:

- 0 cm — 20 cm Abraum
20 cm — 140 cm Phragmitestorf
 bei 60 cm H₃ B₁₋ R₂ V₀ F₁
 bei 80 cm H₄ B₂ R₁ V₁₋ F₀
140 cm — 145 cm Kulturschicht mit verkohlten Resten
145 cm — 185 cm Caricestorf H₅ B₁₋₂ R₂ V₀ F₁₋₂
185 cm — 190 cm Kulturschicht mit verkohlten Resten
190 cm — 570 cm Seekreide
570 cm Lehm
 a. Lehm.
 b. Seekreide. Diese Ablagerung schwankt zwischen 1 und

7 m, wie ich an einigen anderen Bohrungen feststellen konnte. Es finden sich darin zahlreiche Molluskenschalen, bei deren Bestimmung ergaben sich dieselben Arten wie in den früher erwähnten Seekreideablagerungen. Daneben noch Desmidiaceenhälften.

c. *Caricetorff*. Neben den zahlreichen Radizellenpusteln der Cyperaceen fanden sich noch Pollen von *Typha* sowie Farnsporen (*Dryopteris*, *Polypodium*, *Athyrium filix femina*). Im Kontakt mit der untern und obern Kulturschicht waren die Proben etwas sandig.

d. und e. *Kulturschichten*. Es wurden an dieser Bohrstelle nur zwei Kulturschichten, die den von den Archaeologen bestimmten beiden untern Fundschichten entsprechen dürften, festgestellt, während die oberste nicht konstatiert werden konnte. Ich habe sie aber doch nach Angaben von Dr. Viollier ins Profil eingetragen als Schicht III. Die pflanzlichen Funde hat Neuweller genau bestimmt, die Liste findet sich bei Messikomm (1913).

f. *Phragmitetorff*. Hier überwiegen die Schilfresten, die zum Teil schon makroskopisch erkennbar sind. Ausserdem finden sich dieselben Pflanzenresten wie im vorigen Torf vor.

g. *Abram*. Mit den rezenten pflanzlichen Rhizomen.

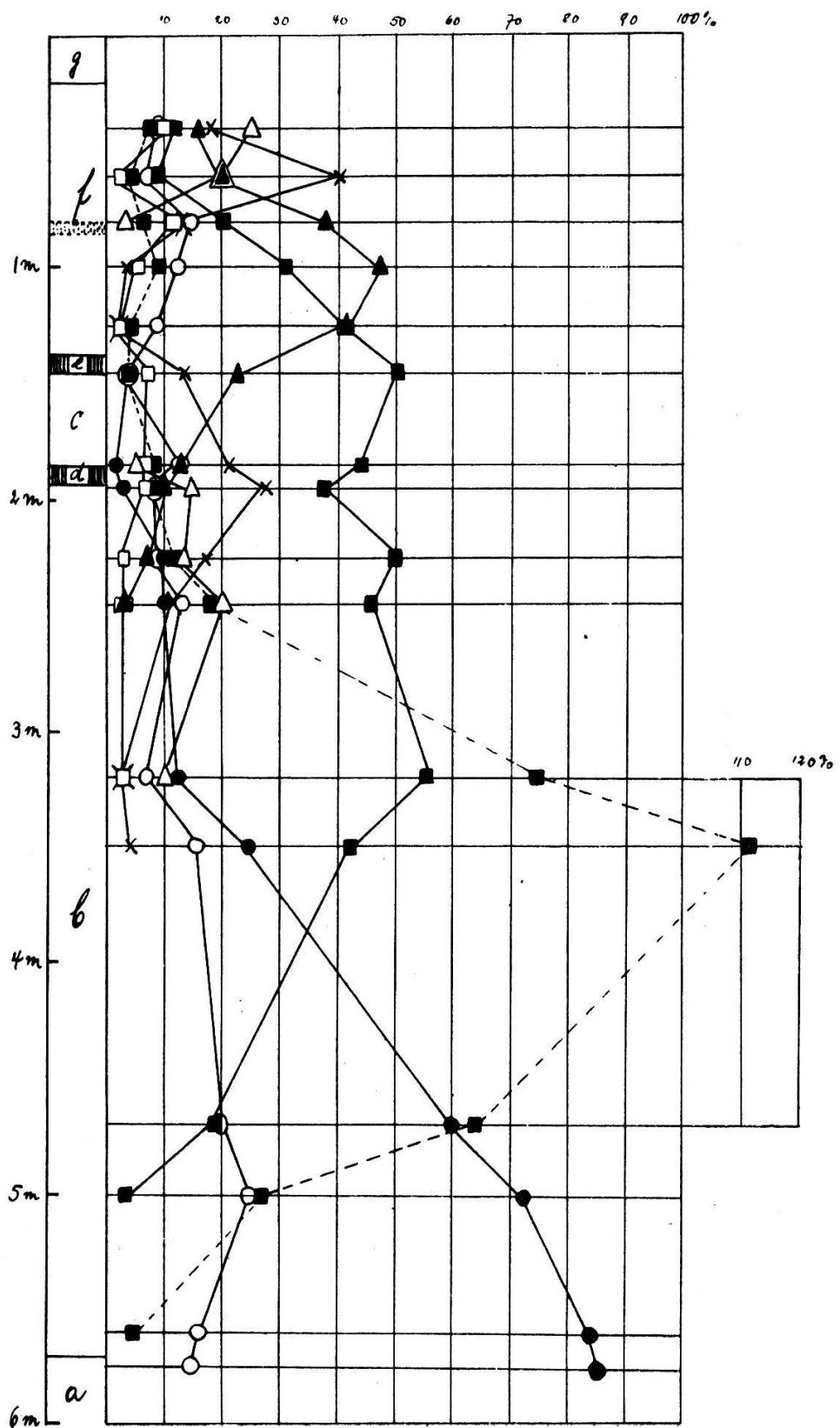
Bei einigen weiteren Bohrungen konnte ich den gleichen Schichtwechsel verfolgen.

Als Ergebnis der mikroskopischen Durchsicht der Proben ist umstehendes Pollendiagramm (Abb. 8) konstruiert, das uns folgenden Entwicklungsgang veranschaulicht:

Bei einem ausgesprochenen Vorherrschen der *Kiefer* setzt die Untersuchung ein. *Pinus* 85%, *Betula* 15%. In der folgenden Probe erscheint die Hasel, die nun einen überraschend schnellen zunehmenden Anteil in den Pollenspektren zu verzeichnen hat. In der Probe 350 cm notieren wir mit 111% *Corylus* das *Haselmaximum*. Weniger rasch aber auch stetig ist der Eichenmischwald gestiegen, er überholt bald den Haselgehalt, der einen raschen Abfall zeigt. Wir bemerken nun eine deutliche Dominanz des *Eichenmischwaldes* mit 41—56%. Während dieser Zeit erscheinen neu in der Zählung die Fichte, Tanne, Buche und Erle. In diese Eichenzeit fallen die beiden Kulturschichten. Wir erhalten also hier eine neue Stütze für die Ansicht, dass während des Voll-Neolithikums der Eichenwald unser hauptsächlichster Waldbildner gewesen ist. Sehr interessant sind das Verhalten der Fichte und der Tanne während dieser Zeit.

Abb. 8

Diagramm Pfahlbau Robenhausen



Wir finden beide vor dem ersten Auftreten der Buche, und zwar überwiegt anfänglich mit 10—20% die Fichte, verschwindet aber beim Anstieg der Tannenkurve, die mit 27—21% sehr deutlich zu erkennen ist. Das Erscheinen und Vorherrschen der Fichte vor der Tanne, das Zunehmen der Tannenprozente vor der Buche wird uns verständlich beim Studium der Moore der oberen Stufe des Mittellandes, zu denen das nur ca. 20 km entfernte Lautikerried bei Hombrechtikon gehört (siehe Seite 72), und der Moore der Voralpen (siehe dort). Diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, dass in den betreffenden Höhenlagen an die Stelle des Eichenmischwaldes die Fichte getreten ist, eine Erscheinung, die sich auch noch im Diagramm vom Lautikerried (Abb. 15) auswirkt. In unserer Untersuchung von Robenhausen ist das Erscheinen der Fichte zur Zeit des Eichenmischwaldes höchst wahrscheinlich auf Ferntransport zurückzuführen, da ein solcher das Aatal hinunter sehr gut denkbar ist.

Der übrige Verlauf der Waldentwicklung zeigt uns dann noch ein schönes Buchenmaximum mit 47% *Fagus*, während die andern Komponenten des Pollenniederschlages nur bis 22% ausmachen. In den Anstieg der Tannenkurve bei fallenden Buchenprozenten ist die oberste Kulturschicht III zu setzen. Wir ersehen daraus, dass für den Anfang der Bronzezeit die Zunahme der Tanne an der Waldes zusammensetzung charakteristisch ist. Die Buche wird dann von der Tanne überholt, die Fichte zeigt ebenfalls einen deutlichen Anstieg, das Diagramm schliesst wieder mit dem Tannen-Fichten-Buchen spektrum.

Böndlerstück bei Wetzikon (Kanton Zürich) 530 m ü. M.

Südlich von Wetzikon, zwischen der Bahnlinie Wetzikon—Bubikon im Osten und dem Weiler Böndler im Westen liegt das Moor «Böndlerstück» in einer Meereshöhe von 530—550 m. Das Moor ist stark abgebaut. Auf den alten Torfstichen zeigt sich deutlich eine Uebergangsvegetation zu einem schwach entwickelten Hochmoor. Die Uebergangsfacies ist hier vertreten durch: *Carex limosa*, *C. chordorrhiza*, *C. rostrata*, *Scheuchzeria pal.*, *Lycopodium inundatum*, *Rhynchospora alba*, *R. fusca*. Das sich entwickelnde Hochmoor erkennt man an der Moosdecke aus *Sphagnum subsecundum*, *Sph. medium*,

Calliergon trifarium, *Aulacomnium palustre*, der Krautschicht bestehend aus *Carex chordorrhiza*, *C. heleonastes*, *C. limosa*, *C. echinata*, *C. rostrata*, *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Comarum palustre*, der Strauchsicht aus *Calluna vulgaris* usw. Als seltener Torfmoorzeuge sei noch *Dryopteris cristata* erwähnt.

Am südlichen Rand des Moores, wo noch ein ungestörtes Profil ist, kann die ganze Schichtfolge beobachtet werden:

0 cm — 30 cm Abraum
30 cm — 100 cm Moostorf H₃ B₁ R₁ V₀ F₀
100 cm — 185 cm Trifariumturf
bei 120 cm H₄ B₁₋₂ R₁ V₂₋ F₀
bei 180 cm H₆ B₂ R₁ V₀ F₀
185 cm — 227 cm Lebertorf
227 cm Lehm

a. L e h m. Zäher Glaziallehm.

b. Lebertorf. Dieser 42 cm mächtigen Lebertorfablagerung am Rande des Moores entspricht in der Mitte eine, um eine Seekreide-Schicht vermehrte Ablagerung. Es finden sich zahlreiche Molluskenschalen, Rhizomreste von Equiseten, Fragmente von *Phragmites* und einige *Sphagnum*- und *Hypnum*-Epidermiszellverbände. Schröter (1904) erwähnt aus der Mitte des Moores Früchte von *Tilia grandifolia* und Blattreste von *Fagus silvatica* aus den Lebertorfschichten. Die Tilia-Früchte fallen in die Eichenmischwaldzeit (siehe Diagramm) und da wir annehmen dürfen, dass in der Mitte des Moores sich noch Lebertorfschichten finden, die schon dem älteren Moostorf in den Randpartien des Moores entsprechen, so können wir auch die Funde der *Fagus*-Blätter leicht erklären, da die Buche hier ziemlich früh eingewandert ist.

c. Trifariumturf. Diese Torfart liegt in den mittleren Teilen des Moores frei an der Oberfläche zufolge der starken Torfnutzung, sie ist leicht erkenntlich durch die vielen *Calliergon trifarium*-Aestchen. Daneben fanden sich zahlreiche *Cyperaceen*-Fragmente, *Gramineen*-Reste und -Pollen.

d. Moostorf. In dieser Schicht können wir wie im Krutzelried eine deutliche holzführende Schicht beobachten, bei 120 cm. Bei der mikroskopischen Durchsicht der Proben fanden sich noch einige *Cyperaceen*-Radizellen; zahlreiche *Sphagnum*-Fragmente und Sporen von *Lycopodium spec.*

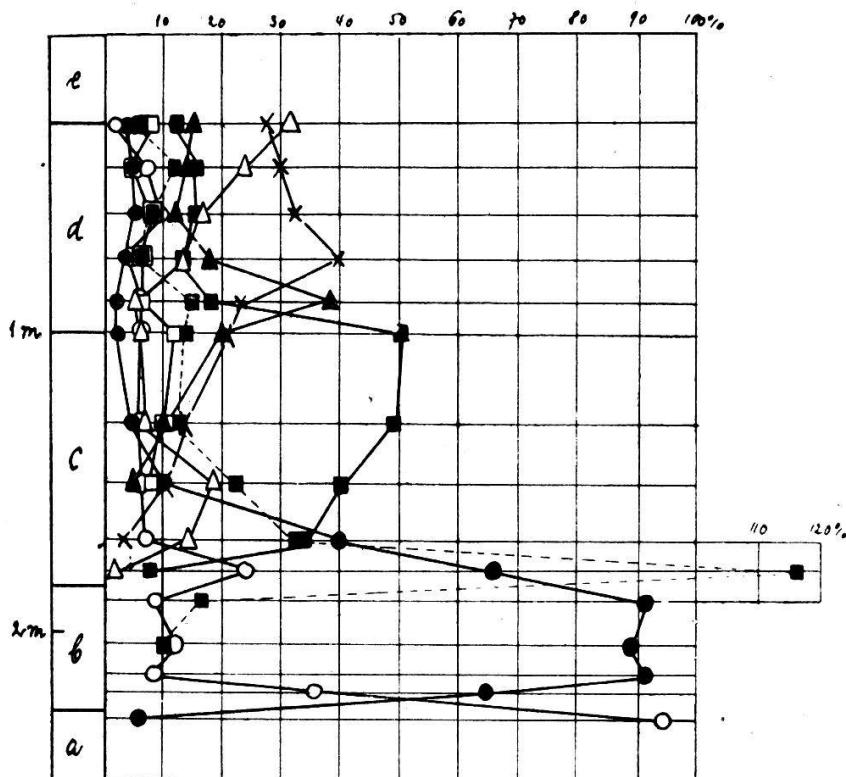
e. A b r a u m. Diese Schicht ist ziemlich mächtig, da hier die Oberfläche schon zu kultiviertem Wiesboden umgewandelt worden ist.

Der Entwicklungsgang dieses Moores, das aus einem ehemaligen offenen Waldsee durch Ausbildung eines Rasenmoorgürtels entstanden ist, zeigt uns folgende höchst interessante Verhältnisse (siehe Diagramm Abb. 9).

Die Moorbildung setzt ein zur Zeit der Vorherrschaft der B i r k e mit 93% *Betula* gegenüber 7% *Pinus*. Der nun folgende Abfall der Birkenkurve ist ganz analog wie im Diagramm des Krutzelriedes, was auch zu erwarten ist, da die beiden Moore nur 20 km von einander entfernt liegen.

Abb. 9.

Diagramm Böndlerstück bei Wetzikon



Es folgt nun die ausgesprochene Dominanz der K i e f e r mit 89 bis 91%, den Rest macht die Birke aus. Die Hasel wandert in die Föhrenwälder als Unterholz ein und hat anfänglich einen Anteil am Pollenspektrum von 10—17%. Sie verzeichnet dann aber wie in allen übrigen Mooren des schweizerischen Mittellandes auch hier einen rapiden Anstieg, um mit 116% das H a s e l m a x i m u m zu erreichen. In die Haselbestände wandern neu ein die Komponenten

des Eichenmischwaldes, die Fichte und später die Tanne. Von erstern tritt zuerst die Linde auf und wird dann begleitet von der Eiche und der Ulme. Diese Pollenprozente überwiegen nun, wir haben die Periode des Eichenmischwaldes. Das frühe Auftreten der Fichte, das vor der Tanne und der Buche stattfindet, ist hier sehr ausgesprochen. Die Fichte erhält wie in den Untersuchungen von Robenhausen einen beträchtlichen Anteil von 14 bis 19%, wird dann aber von der Tanne überholt. Hier spiegeln sich schon deutlich die Verhältnisse, die wir in den Mooren des alpinen Vorlandes treffen. Da das Lautikerried (obere Stufe der Moore des Mittellandes), das Böndlerstück bei Wetzikon, das Ried von Robenhausen und das Krutzelried in gerader Linie und zudem die drei letztern im Glattal liegen, so haben wir hier ziemlich sicher eine Erscheinung des Ferntransports der *Picea*- und *Abies*-Pollen das Glattal hinunter bis in die Umgebung von Robenhausen. Im Krutzelried im nördlichen dieser Moore wirkt sich diese Erscheinung nicht mehr aus. Diese Erklärung liegt viel eher auf der Hand als die einer klimatischen Begünstigung dieser Bäume, denn dann müsste sich das frühe Auftreten der Fichte und Tanne vor der Buche weiter herum bemerkbar gemacht haben, nicht nur in den von S-N verlaufenden Tälern (siehe auch Hallwilersee).

Mit der Buche wandert zur Eichenmischwaldzeit noch die Erle ein. Die Buche überholt die Tannenprozente und nachher auch diejenigen des Eichenwaldes, wir haben das Ueberwiegen der Buche im Waldbild, deren Maximum mit 39% *Fagus* ein deutliches ist gegenüber 23% *Abies*, 18% Eichenmischwald und dem noch bleibenden Rest von 20%, bestehend aus *Alnus*, *Betula*, *Picea* und *Pinus*. Das Unterholz ist mit 15% *Corylus* vertreten. Der noch bleibende Verlauf der Waldentwicklung zeigt uns einige Tannenspektren, die vom Fichtenspektrum abgelöst werden. Dieses letztere lässt aber schon die künstliche Ausbreitung der *Picea* durch den Menschen erkennen. Die 6 Phasen in der postglazialen Waldgeschichte lassen sich auch hier deutlich herausschälen:

1. Phase der Birke
2. „ der Kiefer
3. „ der Hasel
4. „ des Eichenmischwaldes (+ *Picea* + *Abies*)
5. „ der Buche
6. „ der Tanne und Fichte.

Pfahlbau „Riesi“ am Hallwilersee (Kt. Aargau) 445 m ü. M.

Am Ausfluss der Aa aus dem Hallwilersee im mächtigen Verlandungsried findet sich das Moordorf «Riesi». Es hat durch seine reichen bronzezeitlichen Funde eine gewisse Berühmtheit erlangt. Vor kurzer Zeit erschien in einer Arbeit von Härry (1925) ein Pollendiagramm, das Troll in München aus ihm zugesandten Proben konstruiert hat. Seine Ergebnisse stehen aber in keinem Zusammenhang mit meinen Resultaten, noch mit denjenigen aus den benachbarten Gebieten, aus den badischen und württembergischen Mooren. So machte ich eine Nachprüfung. Als Schichtfolge fand ich

0 cm — 30 cm Abraum

30 cm — 95 cm Caricestorf

bei 50 cm H₃ B₁₋₂ R₂ V₀ F₀

95 cm — 285 cm Phragmitestorf

bei 150 cm H₃₋₄ B₁₋₂ R₂ V₀₋₁ F₀

bei 250 cm H₄ B₂ R₂ V₀₋₁ F₀

285 cm — 800 cm Seekreide.

Die Bohrung wurde am Rande der Siedlung gemacht, etwa 200 m von der rekonstruierten Pfahlbauhütte entfernt, an einer Stelle, wo das Profil noch ungestört ist.

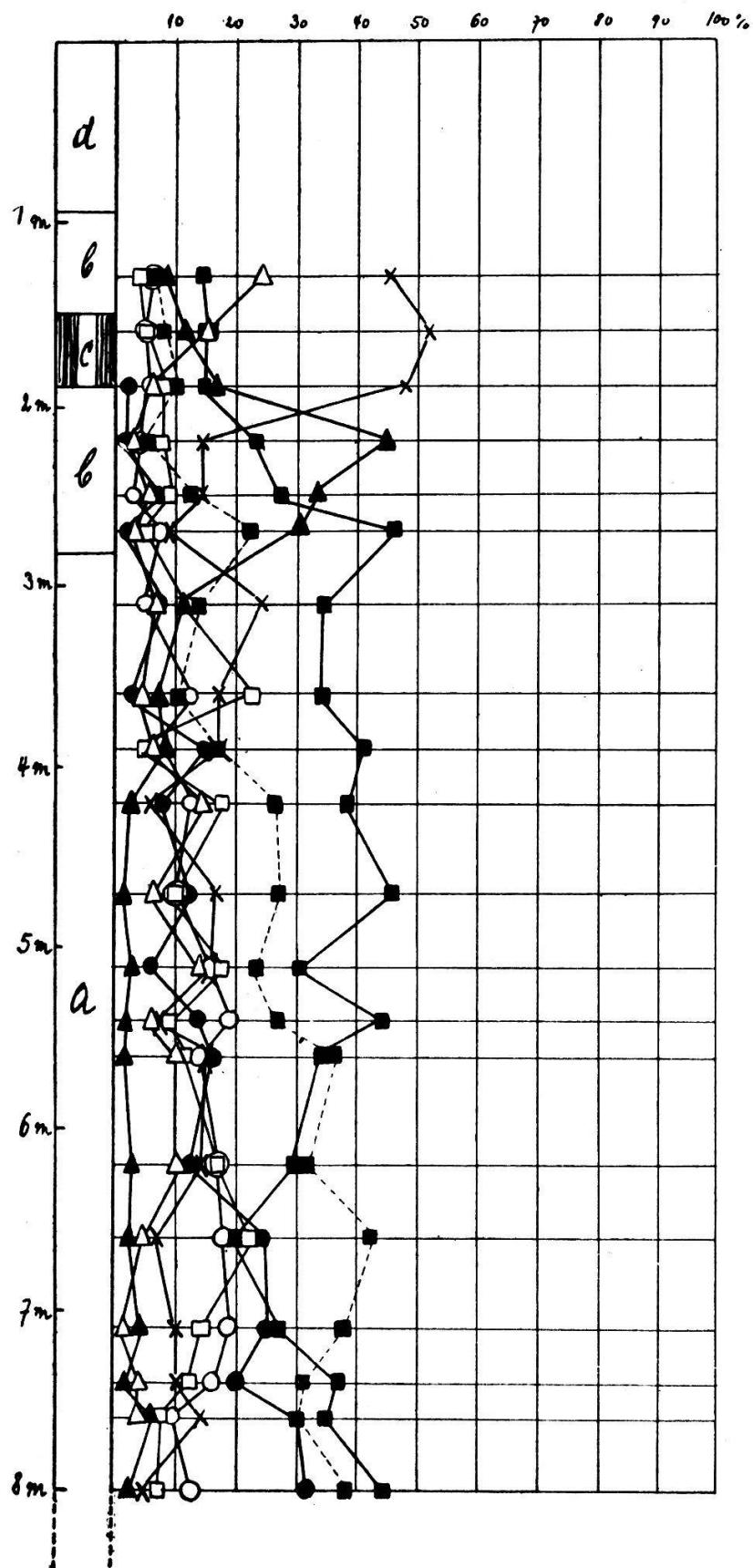
a. **Seekreide.** An der Bohrstelle wurde nach 525 cm Seekreide der Untergrund noch nicht erschlossen. Härry gibt als Mächtigkeit dieser Schicht 12 m an, was sich aus dem Diagramm leicht erkennen lässt, denn bei 8 m Tiefe haben wir immer noch die Eichenmischwaldzeit. Die Konchylien und Algen aus den Seekreideablagerungen des Hallwilersees sind von Brutsch (1925) eingehend studiert worden. Aus der Ausdehnung dieser Ablagerungen lässt sich die einstige Ausdehnung des Sees rekonstruieren, der sehr weit ins Land hinein gereicht hat.

b. **Phragmitestorf** mit zahlreichen Resten von *Phragmites*, die zum Teil schon makroskopisch erkennbar sind. Daneben Pustelradizellen von *Cyperaceen*, Pollen von *Gramineen* und *Cyperaceen*, Sporen von *Athyrium filix femina*, sowie vereinzelte *Eriophorum*-Fragmente.

c. **Kulturschicht.** Nach Bosch (1924) findet sich die Siedlung in 120—280 cm Tiefe, die schönsten Funde wurden etwa in 230 cm Tiefe gemacht. Da die Bohrung gegen das Ufer hin ausgeführt

Abb. 10.

Diagramm Pfahlbau „Riesi“, Hallwilersee



wurde, so können wir eine dieser Fundschicht entsprechende Zone von 150—200 cm im Profil des Diagrammes einzeichnen.

d. *Caricetorff*. Diese Schicht ist sehr pollenarm, da ihre Bildung relativ schnell vor sich gegangen sein muss, durch rasche Verlandung. Daher wurden hier nur wenige Proben untersucht.

Im Pollendiagramm (Abb. 10) zeigt uns die unterste Probe die Vorherrschaft des Eichenmischwaldes. Interessant ist das sehr frühe Auftreten der Tanne und der Buche. Die gleiche Beobachtung hat auch Harry laut einem Zeitungsausschnitt der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 18. Januar 1927 gemacht. In den untersten Schichten der Seekreide findet er ein Birkenspektrum mit 69 % *Betula*, 21 % *Pinus* und 10 % *Salix*. Rechnen wir, wie es allgemein üblich ist, die Weiden zum Unterholz und berechnen deren Prozente getrennt von der Waldbaumpollensumme, so erhalten wir eine ausgesprochene Birkelperiode. Die Birke nimmt nun ab und an ihre Stelle tritt die Föhre. Nun notiert er schon das Auftreten der Eiche und Erle neben demjenigen der Hasel, die auch hier eine mächtige Ausbreitung gehabt haben muss. Harry konstatiert das Haselmaximum mit 221 % *Corylus*. Sind diese Prozente wie der oben erwähnte Weidenanteil mit in die Waldbaumpollensumme gerechnet, so ergibt sich nach Umrechnung auf die allgemein übliche gesonderte Darstellung der Hasel- und Weidenprozente ein noch grösserer Haselanteil, der sicher zu gross ist. Es ist in diesem Falle wohl möglich, dass sich ein Teil eines Haselkätzchens oder eine Ausschwemmung von *Corylus*-pollen in diesen Proben konserviert hat, eine Erscheinung, die ich auch schon konstatierte, und die durch Nachprüfung vermieden wird. Nun folgt in den oben genannten Untersuchungen der Zeitraum des Eichenmischwaldes, zu dem unsere Ergebnisse einsetzen. Wir finden schon in der folgenden Probe das Auftreten der Fichte und haben somit schon alle durch die Pollenanalyse wahrnehmbaren Waldbäume. Vergleichen wir die Spektren mit solchen aus der Eichenmischwald-Periode anderer Moore des Mittellandes, so erkennen wir, dass während dieser Zeit eine äusserst intensive Ablagerung von Seekreide stattgefunden haben muss; das Vorherrschen der Tanne vor der Buche deutet einen möglichen Ferntransport aus den benachbarten Voralpenmooren an, der das Aatal hinunter stattfinden konnte. Die Fichtenprozente sind zum Teil von den

Tannenprozenten nicht stark verschieden, was auch den Ferntransport andeutet.

Nach der hier sehr lang dauernden Epoche des Eichenmischwaldes folgt die Dominanz der Buche mit 45% Fagus. In diesen Abschnitt fallen die unteren Schichten der Moorsiedelung, also in den Übergang Neolithikum-Bronzezeit. Die massgebenden Funde aber finden sich in Schichten, die der Tanne vorherrschaft entsprechen, die hier sehr ausgesprochen ist. Da hier eine starke Moorbildung stattfand, findet sich diese Phase während eines längeren Abschnittes sehr deutlich ausgeprägt, nicht nur in einer Probe, wie in den meisten übrigen Ergebnissen der Moore des Mittellandes. Wir finden hier eine sehr wichtige Stütze in der Datierung des postglazialen Waldbildes: Zur Bronzezeit herrschte bei uns die Tanne vor und die Fichte beginnt sich auszubreiten. Zu den gleichen Resultaten ist auch Härry gelangt. Den weiteren Verlauf der Entwicklung habe ich nicht verfolgt wegen der Pollenarmut der obersten Torfschichten, aus denen sich nur wenig sichere Pollenspektren konstruieren lassen.

Pfahlbau Burgäschisee (Kanton Solothurn)

470 m ü. M.

Da sich am Burgäschisee eine bekannte Pfahlbaustation findet, so stattete ich auf meiner Frühjahrsexkursion 1926 diesem kleinen See einen Besuch ab. Herr Professor Dr. Tatarinoff in Solothurn hatte die Freundlichkeit, mir über die Lage der Station Aufschluss zu geben, sodass das Profil von einer Stelle stammt, wo noch nicht geegraben wurde, die aber doch im Bereich der Station liegt. Ich sammelte 50 m vom Nordufer entfernt 15 Proben und erkannte folgenden Schichtwechsel:

0 cm — 30 cm Abraum

30 cm — 80 cm Caricestorf H₄ B₁ R₁ V₀ F₀

80 cm — 193 cm Seekreide

193 cm Lehm

a. Lehm.

b. Seekreide. In dieser Schicht sind folgende Molluskenarten bestimmt worden: *Limnaea ovata*, *Planorbis carinatus*, *P. albus*, *Bythinia tentaculata*, *Valvata alpestris*, *Sphaerium corneum*, *Pisidium fontinale*.

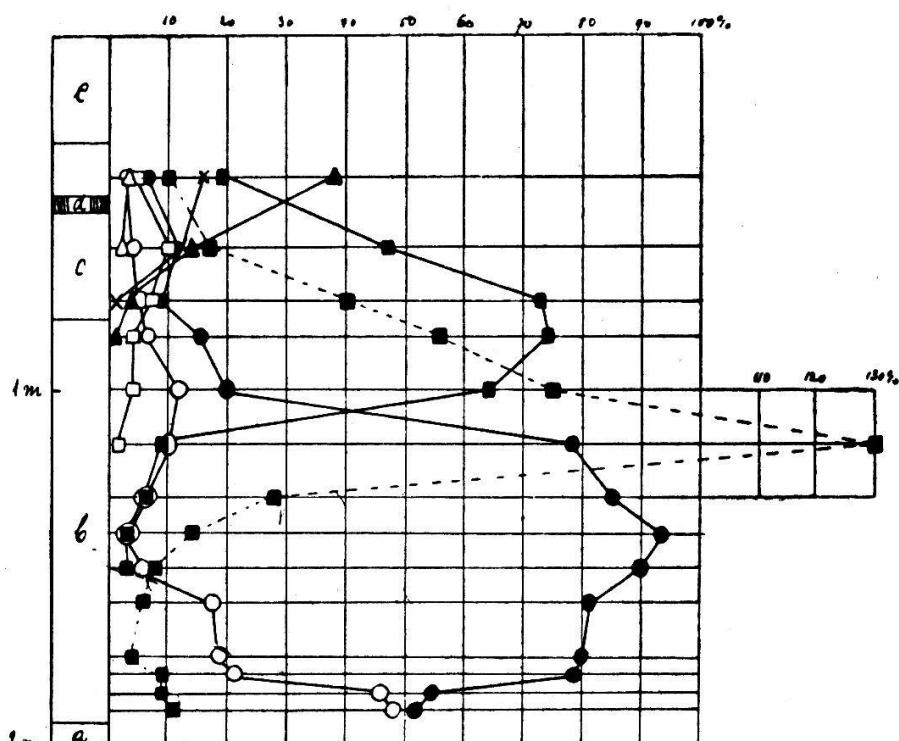
c. *Carices torf*. Bei der mikroskopischen Durchsicht fanden sich stets neben den häufigen Pusteln und *Eriophorum*-fragmenten Sporen von Farnen (*Dryopteris*, *Athyrium filix femina*), sowie *Typha*-pollen.

d. Nach mündlicher Mitteilung von Prof. Dr. Tatarinoff liegt die steinzeitliche Kulturschicht in einer Tiefe von 45—50 cm.

e. A b r a u m .

Abb. 11.

Diagramm Pfahlbau Burgäschisee.



Das Pollendiagramm (Abb. 11) zeigt folgenden Verlauf der Waldgeschichte: In den untersten Proben bemerken wir noch einen deutlichen Birkenanstieg, *Betula* erreicht beinahe den Anteil von *Pinus* am Pollenspektrum. Hierauf haben wir zunehmenden Kieferngehalt bis zum Kiefernmaximum mit 94% *Pinus*, während sich der Rest von 6% auf die Birke und den Eichenmischwald verteilt. Die Haselkurve zeigt nun wieder ihren steilen Anstieg bis zum *Corylus*-maximum mit 130%. Hier erscheint neu die Erle. Auf die kurze Dominanz der Hasel folgt der Eichenmischwald, der nun längere Zeit die Vorherrschaft führt. Neu sind dabei zu verzeichnen die Buche, die Tanne, die Fichte. In die Zeit des abnehmenden Eichenge-

haltes und der zunehmenden Buchenprozente fällt die Kulturschicht des Pfahlbaues Burgäschli. Das Waldbild des Neolithikums erfährt hier eine neue Stütze. Beim Vorherrschen der Buche in der obersten Probe erkennen wir noch den schönen Tannenanstieg und das Erscheinen der Fichte, sodass sich dieser Entwicklungsgang wieder in allen Phasen an die übrigen Ergebnisse anschliesst.

Pfahlbau Wauwil (Kanton Luzern) 505 m ü. M.

Durch den 20—30 m hohen Endmoränenzug Egolzwil-Ettiswil wurde der Wauwilersee abgedämmt, der heute völlig verlandet ist. Durch die mächtigen Seekreideablagerungen ist seine ehemalige Ausdehnung leicht zu erforschen und ist auf über 470 ha (nach Schröter (1904) geschätzt. Das Gebiet dieses ehemaligen Sees ist berühmt geworden durch die Entdeckung und Ausgrabung der Pfahlbauten durch Johannes Meyer in Schötz. Der Entdecker und unermüdliche Forscher hat seine Würdigung durch die eingehende Arbeit von E. Scherer (1924) erfahren. Die pflanzlichen Funde sind von dem besten Kenner der botanischen Pfahlbaufossilien, E. Neuweiler (1924), bestimmt und beschrieben worden.

Beim Pfahlbau Meyer am Rand des ehemaligen Sees ergab sich folgendes Profil:

180 cm Torf
320 cm Seekreide

Die Probenentnahme wurde weiter östlich vorgenommen im Moorgebiet Amrein bei Punkt 504 (Torfhäuschen), ca. 30 m vom Ronbach (Kanal) nördlich und ca. 170 m von dessen Brücke östlich entfernt. Diese Stelle gehört in den Bereich des Pfahlbaues Schötz I, der nach den neueren Untersuchungen der beiden Basler Forscher Paul und Fritz Sarasin als zum mittleren und jüngeren Neolithikum gehörig erkannt wurde.

Aus 25 Proben wurde der folgende Schichtwechsel erkannt:

0 cm — 40 cm Abraum
40 cm -- 110 cm Caricestorf
bei 50 cm etwas verkohltes Holz
bei 70 cm H₃ B₁ R₂ V₀ F₀

110 cm — 145 cm Equisetumtorf H₄ B₁₋₂ R₁₋₂ V₀ F₀
145 cm — 190 cm Phragmitestorf H₅ B₁ R₂ V₀₋₁ F₀
190 cm — 200 cm Kulturschicht
200 cm — 587 cm Seekreide
587 cm Lehm

a. L e h m. Zäher, blau-grüner Glaziallehm, der auf «Glassand» aufruht, welcher in der Glashütte Wauwil verwertet wird.

b. S e e k r e i d e. Diese 387 cm mächtige Ablagerung ist sehr reich an Molluskenschalen, von denen ich jedoch keine neuen Arten als die bisherigen bestimmen konnte (siehe Mooswangerried, Buhwil usw.). Die zahlreichen Pisidien konnte ich nicht einwandfrei bestimmen. Daneben fanden sich noch einige Reste von *Cyperaceen* und *Gramineen*, Pollen und Blattfragmente von *Nymphaea* und *Nuphar luteum*, und von Diatomeen *Navicula spec.*

c. K u l t u r s c h i c h t. Am Kontakt Seekreide-Torf befindet sich die Kulturschicht, was durchwegs in Scherer's Arbeit erwähnt wird. Hinsichtlich der Pfahlbauten (Packwerkbauten, pflanzliche und tierische Funde) verweise ich auf die erwähnte Arbeit.

d. P h r a g m i t e s t o r f. Diesen Proben kommt ein Ueberwiegen von makroskopisch wie mikroskopisch leicht erkennbaren Schilfresten (Radizellen) zu, daneben Reste von *Eriophorum vaginatum*, Sporen von *Equisetum* und *Athyrium filix femina*, Haare von *Ceratophyllum*, Pollen von *Typha*.

e. E q u i s e t u m t o r f. Hier herrschen die Reste der Schachtelhalme vor. Die schwarzen einzelnen Glieder sind schon bei der Probenentnahme aus der Bohr器anne gut zu erkennen. In der einzigen durchgesehenen Probe aus dieser Torfart fanden sich weiter vor: Reste von *Eriophorum vaginatum* und *Sphagnum*-Arten, sowie Farnsporen und Blattreste von *Nymphaea* und *Nuphar luteum*.

f. C a r i c e s t o r f. Die obersten Proben zeigen ein reiches Vorkommen an Pusteln, an *Caricesrhizomen*, an Farnsporen und *Eriophorumresten*, ähnlich dem Equisetumtorf.

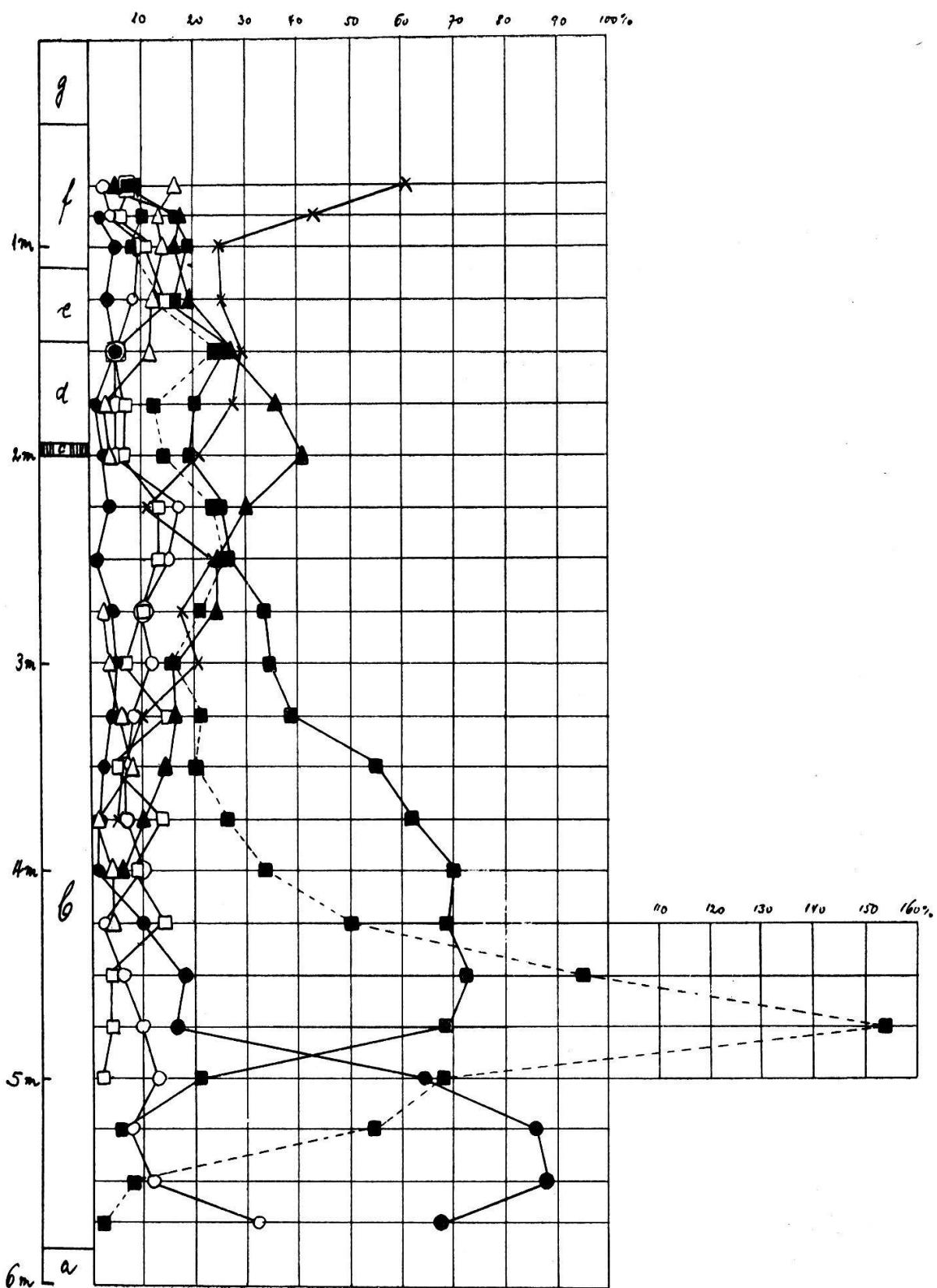
g. A b r a u m. Zufolge guter Entwässerung und reichlicher Streunutzung ist diese Schicht recht mächtig.

Die postglaziale Waldgeschichte lässt bei Betrachtung des Diagrammes (Abb. 12), das aus den 22 Proben konstruiert wurde, folgende Phasen erkennen:

Eine erste Phase der Kiefer mit einem prächtigen Kiefermaximum von 88% *Pinus*, 12% *Betula* und 8% *Corylus* als Unterholz. Die Birkenkurve zeigt in ihrem untersten Verlauf noch einen deutlichen Anstieg, der die vorausgehende Birkenperiode andeutet. Die Moorbildung hat hier etwas später eingesetzt. Der rasche Anstieg der *Corylus*-kurve leitet über zur zweiten Phase der Hasel, in der *Corylus* mit 157% weitaus überwiegt. Der Verlauf der Haselkurve ist auch in diesem Diagramm sehr typisch. Auf den hohen Kulminationspunkt, der nach einem rapiden Anstieg erreicht wird, folgt ein ebenso rascher Abfall der Kurve. Während dieser Periode ist der Eichenmischwald mit stets steigenden Prozenten vertreten und zwar ist es auch wieder die Linde, die anfänglich den grössten Anteil hat. Die Kurve bildet die dritte Phase des Eichenmischwaldes mit einem Anteil von 55—72% am Gesamtwaldbild. Während dieser ausgedehnten Eichenzeit erscheinen die Erle, die Fichte, die Buche und die Tanne, und zwar erscheint hier die Fichte vor der Tanne. Sie wird aber von dieser bald überholt und verschwindet sogar gegen den Schluss der Eichenperiode und fehlt zu Anfang der Buchenzeit. Erst beim Höhepunkt der Buchenentwicklung erscheint die Fichte wieder im Waldbild mit stets zunehmendem Anteil, wie in den übrigen Mooren des Mittellandes, eine Erscheinung, die ich später besprechen werde. Schröter (1904) hat ebenfalls in den Seekreideproben *Picea*-Pollen gefunden neben solchen von *Tilia*, *Corylus*, *Alnus* und *Betula*, sowie Lindenfrüchte, die den Eichenmischwald andeuten, er hat aber diesen Funden keine weitere Beachtung geschenkt. Von den Laubbäumen tritt die Buche bald stark hervor. Sie schneidet die Eichenmischwaldkurve, wir haben die vierte Phase der Buche mit 41% *Fagus* im Höhepunkt der Kurve. In diese Periode fällt die Kulturschicht der Pfahlbaustation. Von den Archäologen wurde sie als mittleres und jüngeres Neolithikum erkannt und wir sehen aus dem Waldbild, dass diese Zeit bis zur Dominanz der Buche reichte. Erst mit dem reichen Auftreten der Tanne gelangen wir ins Zeitalter der Bronze. In unserm Profil ist der Anstieg der Tannenkurve recht deutlich, wir haben die letzte Phase der Tanne-Buche-Fichte, wobei die Tanne die grössten Prozente zu verzeichnen hat, die Fichte ist erst im Zunehmen begriffen. Diese Verhältnisse leiten in unser gegenwärtiges Waldbild über.

Abb. 12.

Diagramm Pfahlbau Wauwli



Pfahlbau Moosseedorf bei Bern 524 m ü. M.

Am Ausfluss der Urtenen aus dem kleinen von quartären Schottern umrahmten Seedorfsee entdeckte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts J. Uhlmann, Arzt in Münchenbuchsee den Pfahlbau Moosseedorf. König (1924) hat dessen Lebenswerk in einer Biographie eingehend gewürdigt und die Urgeschichte dieser Gegend neuerdings (1926) beschrieben. Auf diese Arbeit werde ich im letzten Abschnitt der Klimaänderungen eintreten.

Die Station ist in einem mächtigen Ried gelegen, in der von Endmoränen der Rückzugsphase der Würm-Eiszeit gebildeten Mulde des Dorfsees. Heute ist von einem Moor nichts mehr zu sehen, da das ganze Moor, einst ein prächtiger Verlandungsgürtel von *Phragmites*, melioriert worden ist. Nur noch eine schmale Uferzone direkt am See zeigt ein kleines Röhricht von *Phragmites* mit *Typha*, *Carex elata*, *Nymphaea*, *Nuphar luteum* und andern Verlandern.

Am Rand der Siedlung, wo noch nicht gegraben worden ist, etwa 12 m vom Bach und 80 m vom Ufer entfernt wurde eine vollständige Probenserie entnommen von insgesamt 55 Proben. Es liess sich dabei folgendes Profil verfolgen:

0 cm — 70 cm Kultivierter Wiesenboden
70 cm — 155 cm Caricestorf H₂₋₃ B₁ R₂ V₀ F₀
155 cm — 165 cm obere Kulturschicht mit verkohltem Holz
190 cm — 200 cm untere Kulturschicht mit verkohltem Holz
165 cm — über 800 cm Seekreide

Der Untergrund (Lehm) wurde nicht erreicht.

a. **S e e k r e i d e .** In dieser 6 m mächtigen Schicht sind wieder Konchylien der früher beschriebenen Ablagerungen konstatiert worden (siehe die Liste von Buhwil, usw.). Wahrscheinlich wäre der Untergrund (Lehm) schon bald erreicht worden, da das Diagramm in der untersten Probe das Kiefermaximum verzeichnet. Aus dem Vorkommen von Seekreide ergibt sich, dass der postglaziale See ehemals eine weit grössere Fläche bedeckte mit einem höhern Niveau als dem heutigen. Wir erkennen die einstige Ausdehnung schon am morphologischen Bild der durch Anschwemmung entstandenen Terrassen.

b. **K u l t u r s c h i c h t e n .** In der Arbeit von Gummel (1923) wird die Fundschicht von 100—210 cm angegeben, ich habe aber nur die

selbst konstatierten Schichten eingetragen. Die pflanzlichen Funde hat N e u w e i l e r bestimmt, die Liste findet sich in der Dissertation von G u m m e l (1923).

c. C a r i c e s t o r f. Es fanden sich reichliche Schilfrhizome und Blattfragmente, *Carices*resten, Pollen von *Typha*, Samen von *Menyanthes* und einige *Equisetum*sporen.

d. A b r a u m. Zufolge der tiefen Dränage ist der kultivierte Boden sehr mächtig, und die letzte untersuchte Probe stammt aus 110 cm Tiefe.

Das Pollendiagramm (Abb. 13), aus den Resultaten des Zählprotokolles aufgestellt, zeigt uns folgendes Bild: Nach einem geringen Birkenanstieg folgt das ausgesprochene K i e f e r m a x i m u m mit 81% *Pinus* und 19% *Betula*. Wie in den übrigen Entwicklungsfolgen zeigt nun die Hasel, die in der nächsten Probe erscheint, eine äusserst rapide Zunahme ihres Anteils in den Pollenspektren, bis wir mit 150% *Corylus* das eindruckvolle H a s e l m a x i m u m haben. Die Kurve ist sehr symmetrisch, nach ihrem Kulminationspunkt fällt sie eben so rasch, wie sie gestiegen ist. Die Vorherrschaft übernimmt der E i c h e n m i s c h w a l d, der zu beträchtlichen Werten gelangt von 60—81%. Wie in den meisten untersuchten Mooren ist es auch hier die Linde, die als erste Komponente des Eichenmischwaldes auftritt, dann folgen Ulme und Eiche. Neu kommen in die Zählung während der Eichenzeit die Erle, die Tanne und die Buche. Nach einem kleinen Anstieg der Haselkurve fällt diese auf geringe Prozente hinab. Die Buche hingegen verzeichnet stets grössere Werte, überholt den Eichenmischwald und verzeichnet mit 40% das B u c h e n m a x i m u m. In den Zeitabschnitt, wo die Buche zur Vorherrschaft gelangt, fällt die erste Fundsicht von verkohltem Holz, so dass wir annehmen können, die Station Moosseedorf sei in spätneolithischer Zeit besiedelt worden. In die Zeit der vorherrschenden Buchenwerte fällt die obere Fundsicht, die nach ihren reichen archaeologischen Funden in das Ende des Neolithikums und den Anfang der Bronzezeit (Bronze 1) zu setzen ist. Diese Stellung der Station passt ausgezeichnet in unser postglaziales Waldbild. Wir finden hier also eine neue Stütze (siehe Niederwil S. 22) für die Annahme, dass das neolithische Zeitalter bis zur Vorherrschaft der Buche gereicht hat. Zwischen den beiden Kulturschichten konnte ich in der Torfprobe ein spärliches Auftreten von *Fraxinus*-Pollen konstatieren. Ich glaube

Abb. 13.

Diagramm Pfahlbau Moosseedorf

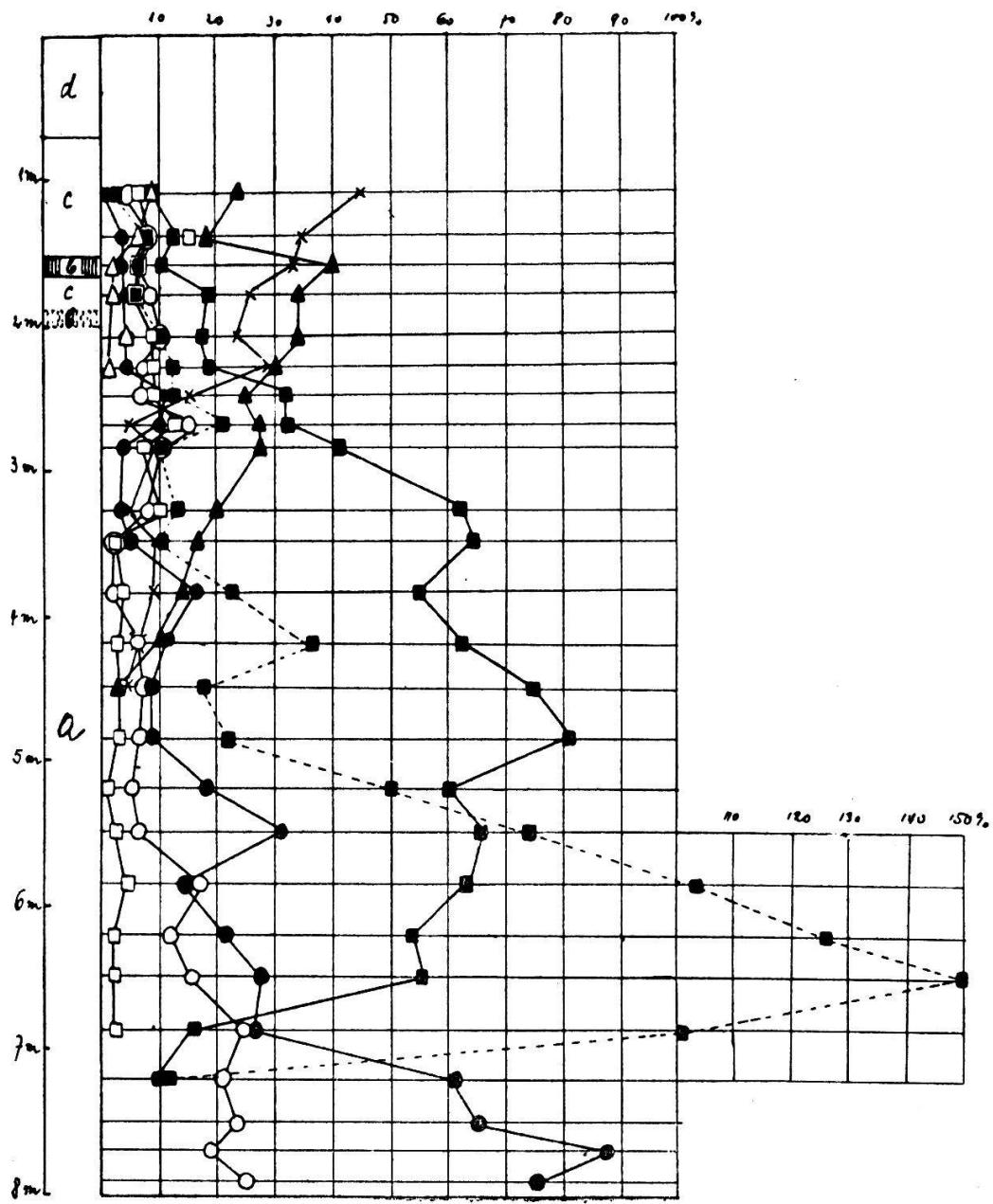
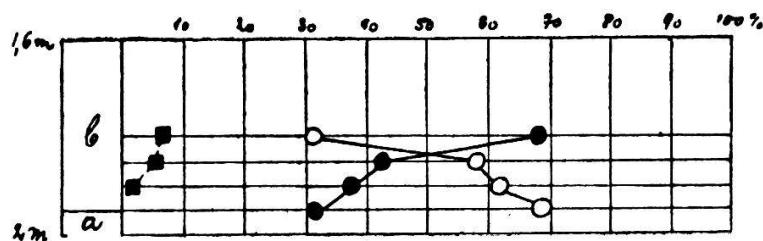


Diagramm Schönbühl-Urtenen



daraus schliessen zu können, dass wenn wir durch die Pollenanalyse die *Fraxinus*-Pollen nicht zu fassen vermögen, oder nur ganz ver einzeltes Auftreten konstatieren können, wir doch annehmen dürfen, dass die Esche keinen integrierenden Bestandteil des Waldbildes ausmachte zur Zeit des Neolithikums und der Bronze. Auf das Buchenmaximum folgt der deutliche Anstieg der Tannenkurve. Mit dem Pollenspektrum der Buche-Tanne-Fichte schliesst die Untersuchung, die sich in allen Teilen an die übrigen Ergebnisse anschliesst.

Da der Untergrund des Moores mit 8 m Bohrung nicht erreicht wurde, sammelte ich einige Proben bei einer weiteren Bohrung. Diese wurde weiter landeinwärts gemacht, wo die Mächtigkeit der Seekreide eine geringere ist. Im Grundstück von Herrn Dr. K o e n i g in Schönbühl-Urtenen ergab sich das folgende Profil:

0 cm — 80 cm Torf

80 cm — 195 cm Seekreide

195 cm Lehm

Die mikroskopische Durchsicht ergab folgende Pollenspektren der einzelnen Proben, die aus den unteren Teilen der Seekreide stammen:

TABELLE 1.

No.	Tiefe	Pinus		Betula		PF	Total	Corylus		Salix	
		%	%	%	%			%	%	%	%
4	180 cm	94	69	44	31	138	138	18	7	1	1
3	185 "	84	42	116	58	340	340	12	6	—	—
2	190 "	40	38	64	62	104	104	2	2	2	2
1	196 "	42	31	94	69	250	136	1	1	—	—

Wir können somit unsere Untersuchung der Pfahlbaustation Moosseedorf vervollständigen. Zu Beginn der Moorbildung, die in unserem Profil durch die Ablagerung von Seekreide ausgedrückt ist, herrschte die Birk e vor mit prozentualen Anteilen von 69—58% gegenüber 31—42% Föhre und einem geringen Unterholzwuchs aus *Corylus* und *Salix* von höchstens 6% Anteil am Pollenniederschlag. Mit der Ausbreitung der Kiefer nimmt dann die Vorherrschaft der Birke ab. Wir haben die beginnende K i e f e r n - Periode, zu der die Untersuchung am Pfahlbau Moosseedorf einsetzt.

Zusammenfassung der Moore des Mittellandes.

Zu Beginn der Moorbildung sind im Mittelland nur Birke und Kiefer nachweisbar. Unter ihnen hat die Birke die unbedingte Vorherrschaft gehabt, wir haben die fast reine Birkenzeit. (Siehe Tabelle 2). Diese Periode ist allerdings nur in 5 Mooren sehr typisch nachweisbar, in 3 weiteren erreicht die Kiefer nicht mehr als 50 % des Waldbildes, diese Moore haben mit ihrer Bildung erst nach dem Höhepunkt der Birkenzeit eingesetzt. In den übrigen Resultaten ist diese Zeit nur durch einen mehr oder weniger deutlichen Anstieg der Birkenkurve angedeutet. Das Alter dieser Periode ist sicher palaeolithisch (Magdalénien). Eine Stütze dafür lieferten uns die zoologischen Funde an den palaeolithischen Stationen im Schaffhauser Becken (siehe Krutzelried, Seite 14). Hier fanden die Schaffhauser Forscher v. Mandach und Sulzberger in reicher Masse den Halsbandlemming vor, der heute im hohen Norden in dem Dryasgestrüpp sehr häufig ist. Im Krutzelried und im Egelsee bei Frauenfeld sind reichlich makroskopische Reste von *Dryas octopetala* (Blätter) in Horizonten gefunden worden, deren Pollenanalyse das Birkenmaximum ergab. Wir haben hier sicher eine Parallele anzunehmen und wir dürfen die Birkenzeit ins Magdalénien setzen.

Der Anteil der Kiefer wird nun rasch grösser und wir kommen in die reine Kiefernzeit (siehe Tabelle 3). Diese ist in allen untersuchten Mooren zu konstatieren gewesen. Ob *Pinus montana* oder ihre heutige Unterart der Voralpen *P. uncinata*, die teilweise auch ins Mittelland heruntersteigt, schon damals vorkam, bleibt noch eine offene Frage. Auch ist es fraglich, ob es schon eine zusammenhängende Walddecke gab, die Pollendichte gibt darüber, wie schon früher erwähnt, kein verlässliches Kriterium ab. Dem mächtigen Anteil der Föhre in den untersten Pollenspektren stehen nur ganz geringe Prozentzahlen der Birke und der Hasel gegenüber, was in Tabelle 3 deutlich zu erkennen ist. Alle andern Baumarten müssen erst in späterer Zeit in das Gebiet gelangt oder zum mindesten dort häufiger geworden sein. Die ersten niedrigen Prozente können auch von Ferntransport herrühren, so dass wir also mit Recht von einer Kiefernzeit sprechen können. Diese ausgesprochene Waldarmut ist durchwegs charakteristisch für das früh-postglaziale Waldbild.

TABELLE 2. — Birkenperiode der Moore des Mittellandes.

	Krutzelried	Pfahlbau „Weiher“		Buhwil		Pfahlbau Niederwil		Pfahlbau Moosseedorf		Böndlerstück		Mooswanger Ried		Pfahlbau Burg-æschi		Pfahlbau Moosseedorf	
		450 m	456 m	412 m	480 m	568 m	530 m	470 m	524 m	450 m	456 m	412 m	480 m	568 m	530 m	470 m	524 m
Betula	99	91	82	43	93	48	69	69	31	1	—	—
Pinus	1	9	18	57	57	7	52	31	—	—	—	—
Corylus	—	—	—	—	—	—	11	11	—	—	—	—
Salix	—	6	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABELLE 3. — Kiefernperiode der Moore des Mittellandes.

	Krutzelried	Pfahlbau „Weiher“		Buhwil		Pfahlbau Niederwil		Pfahlbau Moosseedorf		Böndlerstück		Eschlikon		Mooswanger Ried		Pfahlbau Wauwil			
		450 m	456 m	412 m	480 m	568 m	530 m	570 m	543 m	530 m	470 m	505 m	524 m	530 m	543 m	570 m	568 m	480 m	456 m
Pinus	80	77	93	75	88	91	85	91	9	15	9	94	78	81
Betula	—	20	23	7	25	12	9	—	—	—	3	22	19	
Eichenmischwald	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	
Corylus	6	6	4	13	5	6	2	—	14	8	10	1	—	
Salix	5	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	

Ob wir nun das äusserst rapide Zunehmen der Haselausbreitung auf ein wärmeres, trockenes Klima zurückführen können, darüber haben wir noch keine Anhaltspunkte. Tatsache ist nur, dass diese Ausbreitung rasch vor sich gegangen sein muss, wie der steile Anstieg der Haselkurve zeigt, der zu dem markanten *Corylus*maximum führt. In diesem Gipelpunkt übertrifft die Menge des Haselpollens die Gesamtsumme aller übrigen Waldbäume bei weitem, wir haben Prozente von 100—153, mit einer einzigen Ausnahme des Eschlikoner Torfmoores, wo nur ein deutlicher Anstieg der Kurve zu verzeichnen ist. Doch ist es möglich, dass das Maximum in einer Probe zwischen den untersuchten Proben zu finden wäre, da in dem benachbarten Mooswangerried bei Sirnach das Haselmaximum sehr ausgeprägt ist. Wir haben die Haselzeit (siehe Tabelle 4). Das überwiegende Auftreten des Haselstrauches führt zu der Annahme, dass dieser nicht nur als Unterholz in den Kieferwäldern vorgekommen sein muss, sondern dass er grösstenteils eigene reine Bestände gebildet hat. Die grosse Pollenmenge kann in keiner Weise aus dem lokalen Vorkommen auf den Mooren selbst erklärt werden. Die weitern Untersuchungen der alpinen Moore werden dann zeigen, ob die ganze Verbreitung der Hasel sicher auf ein wärmeres Klima als das heutige zurückzuführen ist. Erst wenn wir höhere vertikale Verbreitungsgrenzen nachweisen können, als die heutigen und Ferntransport des Pollens nicht in Frage kommen kann, wird diese Annahme als gesichert gelten können.

Im Verlauf der Haselzeit gewinnen nun die Komponenten des Eichenmischwaldes grössere Ausbreitung, soweit die erstern niedrigen Prozente auch hier nicht von Ferntransport herrühren. Bald nach dem Haselmaximum überwiegt der Pollen des Eichenwaldes und leitet in die folgende Periode über, in die E i c h e n m i s c h w a l d - z e i t (Tabelle 5). Die Einwanderung ist nicht ganz einheitlich, in den meisten Fällen verzeichnet die Linde anfänglich den grössten Anteil, was auch Stark (1925) für die badischen Bodenseemoore nachgewiesen hat, in einigen Fällen ist es zuerst die Ulme, die überwiegt. Dann überflügelt die Eiche ihre beiden Konkurrenten und verzeichnet dauernd den grössten prozentualen Anteil, ein gemeinsamer Zug aller Moore des Mittellandes. Wenn wir die Tatsache der geringen Pollenproduktion von *Quercus* berücksichtigen, so muss eine mächtige Ausdehnung der Eichenforste bestanden haben, denen

TABELLE 4. — Haselpériode der Moore des Mittellandes.

	Krutzelried	450 m	Pfahlbau „Weiher“	456 m	Pfahlbau Niederwil	412 m	Buhwil	480 m	Mooswanger Ried	568 m	Eschlikon	Pfahlbau Robenhausen	543 m	530 m	470 m	505 m	524 m	Pfahlbau Moosseedorf
<i>Corylus</i>	.	149	143	150	107	138	29	111	29	0/0	0/0	0/0	116	130	116	157	150	
<i>Pinus</i>	.	37	61	27	33	36	20	25	67	70	79	79	21	21	28	—	—	
<i>Eichemischwald</i>	.	48	12	44	42	34	60	42	8	11	69	11	69	54	—	—		
<i>Betula</i>	.	15	27	27	24	29	12	17	23	10	10	10	10	10	18	—	—	
<i>Fagus</i>	.	—	—	1	1	1	7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
<i>Picea</i>	.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	
<i>Abies</i>	.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	—	—	—	—	
<i>Salix</i>	.	4	—	—	15	—	—	—	—	—	16	3	3	—	—	—	—	

TABELLE 5. — Eichenmischwaldperiode der Moore des Mittellandes.

	Krutzelried		Pfahlbau „Weiher“		Pfahlbau Niederwil		Buhwil		Mooswanger Ried		Eschlikon		Pfahlbau Robenhausen		Böndlerstück		Pfahlbau Burgäschli		Pfahlbau „Riesi“		Pfahlbau Wauwil		Pfahlbau Moosseedorf		
	450 m	456 m	412 m	480 m	568 m	570 m	543 m	530 m	470 m	445 m	505 m	524 m	450 m	456 m	412 m	480 m	568 m	570 m	543 m	530 m	470 m	445 m	505 m	524 m	
Eichenmischwald																									
Fagus	87	76	67	77	67	68	50	50	73	48	69	81													
Pinus	1	5	13	7	8	15	22	20	3	1	10	—													
Betula	4	1	2	6	9	3	4	3	9	11	3	9													
Alnus	5	12	9	10	15	—	4	6	4	10	14	7													
Abies	3	5	5	—	—	—	2	13	21	2	16	—													
Picea	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—													
Corylus	29	31	9	17	25	13	4	14	40	27	50	22													
Salix	—	7	7	6	9	8	4	—	—	—	—	—													

noch Linde und Ulme beigesellt waren, Wälder, die in einer solchen Zusammensetzung bei uns heute sehr selten sind.

Sicher orientiert sind wir über das Alter dieser Periode. In die Zeit des Eichenmischwaldes fallen nämlich zahlreiche vollneolithische Pfahlbaustationen, so Niederwil, Thayngen, Robenhausen. Die grosse Anzahl neolithischer Pfahldörfer überdauerte einen langen Zeitraum, was auch die lange Eichenzeit dokumentiert. Die Untersuchung der pflanzlichen Funde der Pfahlbauten haben auch zu einem Bild des damals herrschenden Waldes geführt. Neuwiler (1910) kommt zu folgendem Resultat: « Von der jüngern Steinzeit bis zum Mittelalter drücken die Laubhölzer dem Walde des Mittellandes das Gepräge auf mit Eiche, Esche, Buche und Ahorn als Hauptholzarten. Der Wald war reichlich durchsetzt von der Weisstanne und auch von der Eibe. In Uebereinstimmung mit den biologischen Eigenschaften waren Fichte und Kiefer ganz seltene Bäume. » Dieses ganz auf qualitative Untersuchungen begründete Bild stimmt mit dem pollanalytischen Bild gut überein, nur Ahorn-, Taxus- und Eschenpollen sind zufolge ihres geringen Erhaltungsgrades durch die Pollenanalyse nicht fassbar oder ganz spärlich, sie haben auch höchst wahrscheinlich dem Waldbild kein ausschlaggebendes Gepräge verliehen.

Die fünfte Periode ist durch die Ausbreitung der Buche charakterisiert, bei anfangs noch andauernder Vorherrschaft des Eichenmischwaldes. Die Buche bringt es dann zu einem ganz ansehnlichen Maximum, wie die umstehende Tabelle (6) zeigt, sodass wir von einer Buchenzeits sprechen dürfen. Die Untersuchung von Pfahlbaustationen, speziell der klassischen Orte Wauwil, Moosseedorf und Niederwil bei Frauenfeld haben gezeigt, dass diese Periode in ihren Anfängen noch neolithisch ist. Die Steinzeit reicht also von der Vorherrschaft des Eichenmischwaldes bis zur Dominanz der Buche.

Der nun folgende Gang der Entwicklung ist nicht mehr ganz einheitlich. Es kämpfen Buche, Tanne und Fichte um die Führung, wobei letztere allerdings mit nur kleinen Prozenten beteiligt ist, mit Ausnahme der Voralpenmoore. Man nennt daher diese letzte sechste Periode die Buchen-Tannenzeit. Diese hält bis zum Schluss der Torfbildung an und ist der Uebergang in unsere rezente Waldzusammensetzung. In wie weit die Ausbreitung der Fichte auf künstliche Weise zurückzuführen ist, das müssen erst spätere Untersuchungen zeigen. Die Pollenanalysen der Proben aus der bekannten

TABELLE 6. — Buchenperiode der Moore des Mittellandes.

	Krutz- ried		Pfahlbau „Weiher“		Buhwil		Moos- wanger Ried		Eschli- kon		Pfahlbau Roben- hausen		Böndlert- stück		Pfahlbau Burg- äschi		Pfahlbau „Riesi“		Pfahlbau Wauwil		Pfahlbau Moossee- dorf	
	450 m	456 m	412 m	480 m	568 m	570 m	543 m	530 m	470 m	445 m	505 m	524 m										
<i>Fagus</i>	56	46	52	53	49	46	47	39	38	45	41	40										
<i>Eichenmischwald</i>	20	17	26	24	26	25	21	18	29	23	19	10										
<i>Abies</i>	11	13	10	5	4	10	5	23	16	14	29	34										
<i>Betula</i>	6	8	6	11	11	14	12	6	3	4	5	3										
<i>Alnus</i>	4	12	5	7	3	4	15	6	4	7	7	7										
<i>Pinus</i>	3	—	—	—	—	—	—	3	7	3	3	4										
<i>Picea</i>	—	4	1	1	4	1	—	5	3	4	4	2										
<i>Corylus</i>	12	12	13	4	3	—	9	15	10	14	14	6										
<i>Salix</i>	3	1	—	4	4	8	5	—	—	2	2	—										

Bronzestation «Riesi» am Hallwilersee hat ergeben, dass der Anstieg der Tannenkurve in die Zeit der Bronze fällt. Der Schnittpunkt der Buchenkurve mit der der Linie zeigt uns ziemlich genau den Anfang der Bronzezeit. Diese Datierung ist höchst interessant und wichtig. Das chronologische Schema von Gams-Nordhagen (1923) stimmt nicht genau, wenn sie das Neolithikum mit dem Eichenmischwald abschliessen, es gehört im schweizerischen Mittelland noch die Buchenperiode dazu. (Siehe Abschnitt Hauptergebnisse.)

b) Obere Stufe.

Pfahlbau Schmiedmoos bei Thierachern (Kt. Bern) 630 m ü. M.

Südlich von Thierachern bei Thun beim Weiler Wahlen zieht sich dem Wahlenbach entlang das Schmiedmoos in einer mittleren Meereshöhe von 630 m. Der Torfabbau ist heute nur noch gering. Das ganze Ried ist melioriert worden und dient zur Streuennutzung. Da man hier zahlreiche Artefakte einer Station aus der Bronzezeit fand, so sammelte ich eine Probeserie, um einen weiteren Anhaltspunkt zur Datierung der postglazialen Waldentwicklung zu erhalten.

Als Schichtfolge fand ich ungefähr in der Mitte des Moores:

0 cm — 25 cm Abraum
25 cm — 82 cm Caricetorft bei 70 cm H₄ B₁₋₂ R₂ V₀ F₀
82 cm — 134 cm Equisetumtorf bei 120 cm H₃ B₁₋₂ R₂ V₀ F₀
134 cm — 270 cm Phragmitestorft
bei 150 cm H₅ B₁₋₂ R₂ V₀ F₀ mit viel *Phragmites*-resten
bei 170 cm H₆ B₁₋₂ R₁₋₂ V₀ F₀
bei 250 cm H₄ B₁₋₂ R₁₋₂ V₀ F₀
270 cm — 325 cm Bruchwaldtorf
bei 285 cm H₃₋₄ B₁₋₂ R₁₋₂ V₁₋₂ F₀
bei 300 cm V₂
325 cm — 523 cm Seekreide
523 cm Lehm

a. L e h m.

b. S e e k r e i d e. In dieser Ablagerung konstatiert man massenhaftes Auftreten derselben Konchylien, wie in den schon besprochenen Seekreideschichten vom Mooswangerried, Buhwil, etc.: *Valvata alp.*, *Limnaea ovata*, *Bythinia tentaculata*, diverse *Pisidium* spec. und

andere. Daneben kommen noch zahlreiche *Desmidiaceen*-Hälften vor, die ich nicht näher bestimmen konnte.

c. Bruchwaldtorf Diese Torfart ist makroskopisch erkennbar an ihrem reichen Holzgehalt. In 300 cm Tiefe war dieser V₂. Die mikroskopische Analyse liefert uns als Konstituenten ausser *Betula* und *Alnus*, deren Pollen zahlreich sind, noch *Carices* und *Phragmites*, die durch reichliche Pustelradizellen und Pollen vertreten sind.

d. Phragmitestorf. Schon bei der Probenentnahme aus der Bohrkanne erkennt man das häufige Vorkommen der plattgedrückten Rhizomteile des Schilfs, die als helle Reste aus dem dunkelroten stark humifizierten Torf herausleuchten. Es finden sich weiter zahlreiche *Cyperaceen*-Radizellen, deren Arten aber nicht näher bestimmt werden konnten.

e. Equisetumtorf. Wir notieren das reiche Vorkommen der pechschwarzen Rhizome und Gliederteile von *Equisetum* spec. Nach Schröter (1904) ist es *E. limosum* (= *E. heleocharis*). Die *Cyperaceen*-Resten und die Sporen von *Athyrium filix-femina* fehlen in keiner Probe.

f. Caricestorf, gekennzeichnet als grobfaserige-rote Schichten. Im mikroskopischen Bild erkennen wir die zahlreichen Pustelradizellen von *Cyperaceen* und einzelne *Filices*-Sporen.

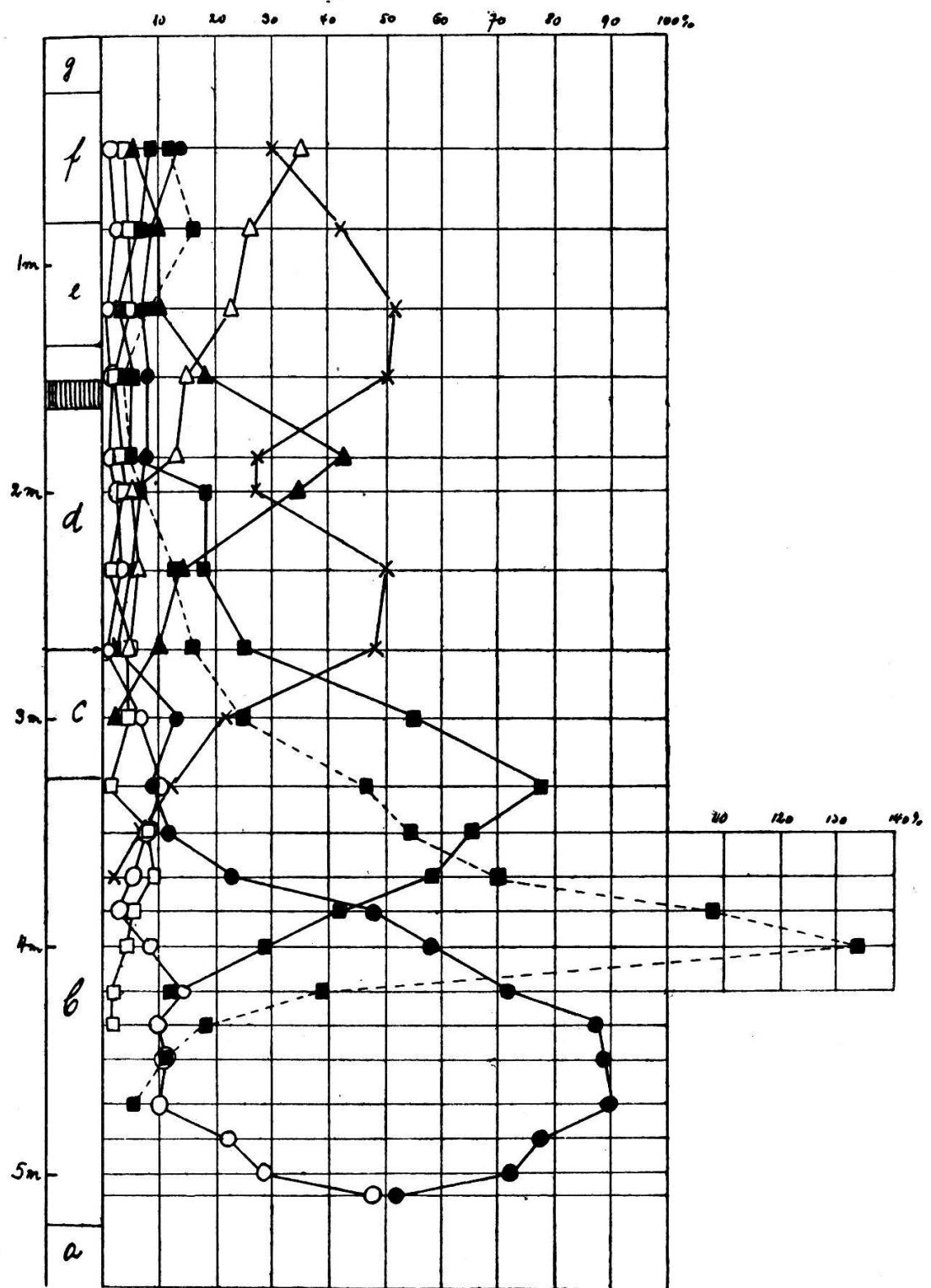
g. Abraum.

Aus dem Pollendiagramm (Abb. 14), das aus den Ergebnissen der 21 untersuchten Proben konstruiert ist, ersehen wir folgenden interessanten Verlauf der Waldentwicklung:

Zur ausklingenden Birkenzeit, als die Kiefer die Birkenbestände durchsetzte und ihren Anteil überflügelte, setzt unsere Untersuchung ein. Der Föhrenanteil ist um einige Prozente grösser als der der Birke, wir erkennen hier gut, dass eine Periode der Birke derjenigen der Föhre vorangegangen ist. In den folgenden Spektren ist nun der *Pinus*-Anteil ausschlaggebend am Charakter des Waldbildes, das wir als reine Kiefern-Periode bezeichnen dürfen, da 88—90% *Pinus* nur 11—10% *Betula* und 2% *Alnus* gegenüber stehen. Das Unterholz dieser Föhrenhorste ist aus *Corylus* und *Salix* zusammengesetzt, von denen aber letztere nur einen ganz geringen Anteil nimmt, während der Haselstrauch mit 6—18% vertreten ist. Neu sind die Erle und der Eichenmischwald vertreten, wobei letzterer mit

Abb. 14.

Diagramm Pfahlbau Schmiedmoos-Thierachern



der Einwanderung der Linde beginnt. In der Lücke zwischen der fallenden Kiefernkurve und den wachsenden Eichenmischwaldprozenten verzeichnet die *Corylus*-kurve ihren überragenden Kulminationspunkt bei 134%, so dass wir von einer ausgesprochenen Hasel-Periode sprechen können, in der die Hasel nicht nur das Unterholz der Kiefernforste war, sondern dass diese auch eigene Bestände gebildet hat. Die Eichenmischwaldprozente nehmen nun mächtig zu, während die Kiefernkurve und diejenige der Hasel stetig fallen und in der Probe 330 cm konstatieren wir das Eichenmischwaldmaximum mit 77% als Summe von Linden-Eichen- und Ulmenpollen, wobei die Eiche den grössten Anteil hat. Die Tanne ist während dieser Periode eingewandert und beginnt bald eine ausschlaggebende Rolle an der Zusammensetzung der Pollenspektren zu spielen. Neu erscheinen am Schluss der Eichenzeit die Buche und nach ihr die Fichte. In der Folgezeit überwiegt die Tanne im Waldbild. Bis zum Abnehmen der Eichenkurve hatten wir den Entwicklungsgang wie eines Moores des schweizerischen Mittellandes, nun aber macht sich der Einfluss der Nähe der Voralpen bemerkbar. In Höhen über 800 m ist das Haselmaximum gefolgt von einer Fichtenzeit, die ihrerseits wieder von der Tanne abgelöst wird. In unserem Diagramm vom Schmiedmoos haben wir nun beide Entwicklungstypen kombiniert, indem die von den Voralpen eingewanderte Tanne den Eichenmischwald verdrängt. Während dieser Vorherrschaft der Tanne gewinnt die Buche an Ausbreitung und verzeichnet in zwei Pollenspektren eine deutliche Dominanz, mit 35% und 42% gegenüber den Anteilen der übrigen Komponenten von 27% beziehungsweise 27% *Abies*, 18% beziehungsweise 5% Eichenmischwald, 5% beziehungsweise 13% *Picea*, 7% beziehungsweise 8% *Pinus*, 4% beziehungsweise 3% *Alnus* und 4% beziehungsweise 2% *Betula*. Der Unterwuchs der Buchenbestände ist durch 7% beziehungsweise 4% *Corylus* vertreten.

Die Verhältnisse in der Zusammensetzung des Waldbildes der Umgebung ändern sich nun wieder zu Gunsten der Tanne auf Kosten der Buche. Die Fichte gewinnt stark an Ausbreitung. In diese Zeit der sich ausbreitenden Tannenwälder fällt die Kulturschicht der Bronzestation im Schmiedmoos. Wir haben hier also eine Stütze des Resultates des Moordorfes «Riesi» am Hallwilersee, dass die Tannenwälder, die nach der Buchenperiode sich ausbreiten, bronze-

zeitlich sind und dass deren Maximum in die Eisenzeit (Hallstattien) überleitet.

Die oberste untersuchte Torfprobe zeigt uns ein Pollenspektrum, das in unser rezentes Waldbild überleitet. Fichte und Tanne sind die ausschlaggebenden Waldbäume, während der Anteil der übrigen Laub- und Nadelhölzer ein ungefähr gleich grosser ist und sich unter 10% bewegt. Nur die Kiefer verzeichnet mit 13% einen höheren Prozentsatz. Der Haselstrauch ist mit 12% vertreten.

Diesen «kombinierten Entwicklungsgang», bei welchem die Verhältnisse des Mittellandes und der Voralpen ineinander übergreifen, finden wir auch in den beiden folgenden Mooren vor.

Tellenmoos bei Escholzmatt (Kanton Luzern) 850 m ü. M.

Zwischen Schüpfheim und Escholzmatt, 3 km von letzterem östlich entfernt, liegt in einem Talboden von 800—900 m in einer mittleren Höhe von 850 m das Tellenmoos. Der Talboden ist stark vermoort, was dieser Flurname, sowie Namen benachbarter Gebiete wie Moosmatte, Feldmoos, Mösl und andere beweisen. Das Moos umfasst etwa 7 Hektaren. Der östliche Teil ist stark abgetorft und dient zur Streuenutzung. Auf den alten Moosfluren finden sich grosse *Polytrichum strictum*-Polster. Am Südrand des Moores steht ein kleiner Wald aus Sumpfföhren (*P. uncinata*). Die Mitte des Moores und der nördliche Rand gegen die Siedlungen lässt den Hochmoorcharakter an den zahlreichen Kolken erkennen. Da es zum Teil verlandete, wenig tiefe Torfgruben sind, so sind sie mehr oder weniger regelmässig begrenzt, im Gegensatz zu den natürlichen Kolken der Hochmoore. Wir konstatieren eine üppige *Eriophorum vaginatum*-Entwicklung und prächtige *Sphagnum*-polster (*Sph. medium*, *Sph. cuspidatum*). *Trichophorum alpinum* ist etwas eingestreut. Die Randpartien des Moores, ein Flachmoor, bestehend aus einem Molinetum, sind schon kultiviert zu Kartoffel-, Hafer- und Roggenäckern.

Etwa 50 m südlich der Strasse zum Hof «Oberes Tellmoos», in der Kolkregion ergab sich folgender Schichtwechsel:

0 cm — 30 cm Abraum
30 cm — 95 cm Sphagnumtorf

c. Sphagnumtörf, mit zahlreichen Fragmenten von *Sphagnum*-Blättchen und -Aestchen, Sporen von Moosen und Bärlappgewächsen, Resten des scheidigen Wollgrases.

d. *Caricestorf*. Wie in b. reichliches Vorkommen von *Carices* und *Gramineenresten* und -Pollen, nebst Sporen von *Athyrium filix-femina* und *Dryopteris* spec. In den oberen Lagen beginnen die *Sphagnum*-Fragmente und Sporen.

e. Sphagnum torf wie c.

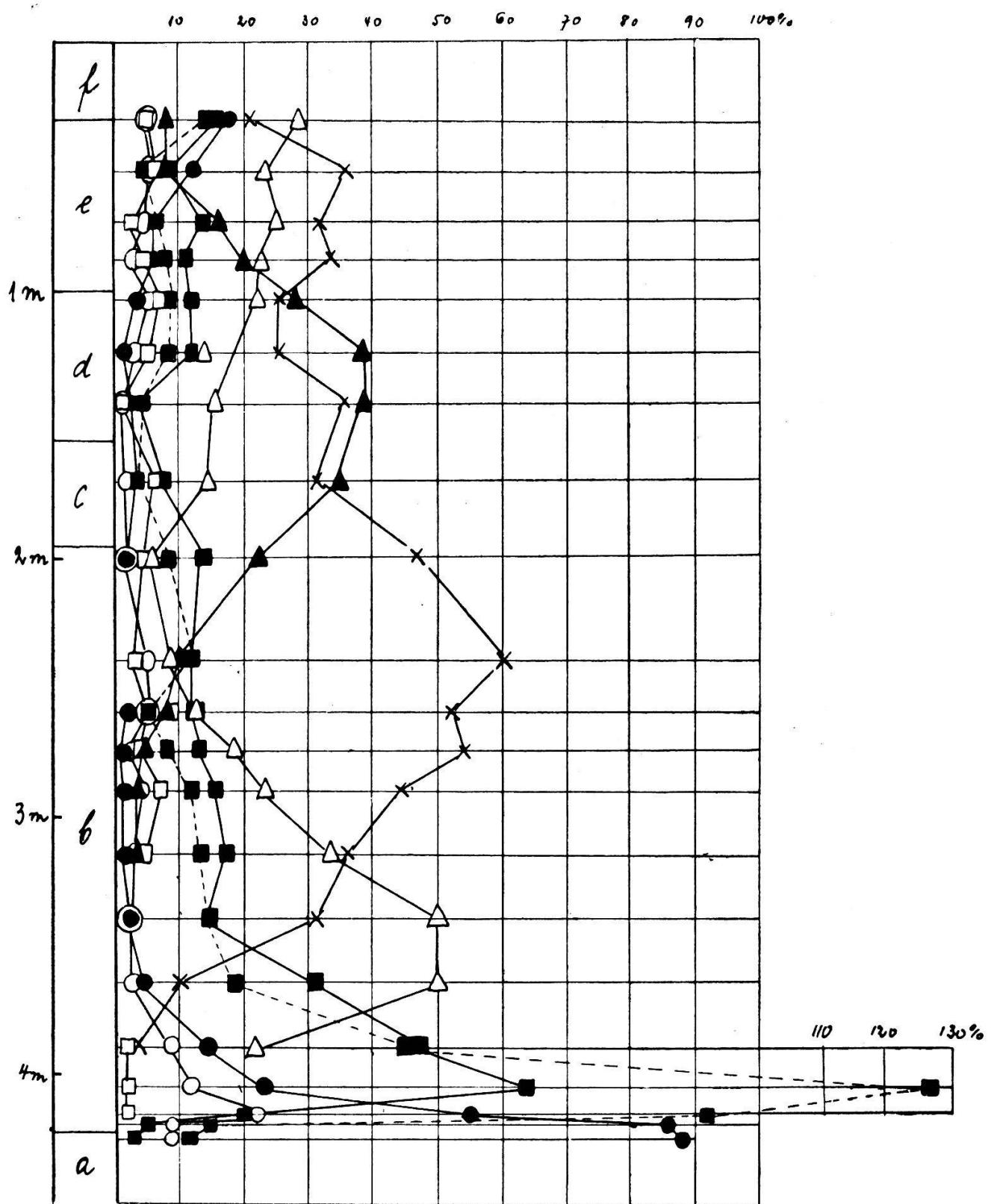
f. Abram.

Aus 21 analysierten Torfproben ergab sich folgendes Bild der postglazialen Waldentwicklung für diese Gegend von 800–900 m (Abb. 15).

Die Moorbildung setzte ein zur Zeit der Kiefernwälder. Wir haben in den untersten Proben ausgesprochene *Pinus*-Spektren mit 88% und 87% *Pinus* gegenüber 9% bzw. 10% *Betula* und dem restlichen Anteil von 4% bzw. 3% des Eichenmischwaldes. Diese letzten Prozente deuten darauf hin, dass wir schon in der ausklingenden Kiefernperiode sind. Es folgt nun der Haselanstieg. Mit 127% *Corylus* ist das Haselmaximum erreicht. Wir erkennen auch hier die

Abb. 15.

Diagramm Tellenmoos



deutlich symmetrische Coryluskurve mit ihrem ausgeprägten Kulminationspunkt. Von den Waldbäumen kommt dem Eichenmischwald der grösste Anteil zu. Es ist die Linde, die zuerst eingewandert ist, gefolgt von der Ulme und Eiche. In der folgenden Probe ändern sich die Verhältnisse: Die Tanne und Fichte erscheinen, während der Eichenmischwald zurückgeht, wie auch im Unterholz der Haselstrauch. Von den Koniferen übernimmt nun die Fichte die Führung, wir haben in 2 Spektren das Fichtenmaximum, das für die Voralpenmoore charakteristisch ist. Alle Waldbäume verzeichnen stets fallende Werte auf Kosten der Tanne, die in steitem Anstieg die Fichte überholt und zur folgenden Phase des Tannenwaldes überleitet. Diese Periode ist, wie wir später bei Behandlung der Moore der Voralpen sehen werden, überall stark ausgebildet und dauert während eines langen Zeitabschnittes an. Die Funde von mächtigen Tannenstämmen, die Schröter (1904) anführt, lassen sich durch diese Tatsache gut erklären. Neu ist die Buche eingewandert, deren Anteil ein stets wachsender ist. Nach dem Schnittpunkt der Tannenkurve mit derjenigen der Buche kommen wir in den Abschnitt, da die Buche dominiert. Die Phase findet sich sowohl in den Mooren des Mittellandes als auch in denjenigen der Voralpen. Der nun folgende Verlauf der Kurven ist in beiden Entwicklungsgängen der gleiche. Auf die Vorherrschaft der Tanne folgt die Ausbreitung der Fichte. Die Föhrenkurve zeigt ebenfalls einen deutlichen Anstieg, was vom Föhrenbestand auf dem Moor selbst herrührt. Wir erkennen, dass sich das entwickelnde Hochmoor, auf dem sich schliesslich ein Wald von Hakenföhren (*P. uncinata*) ansiedelt, auch im Pollenspektrum auswirkt. Doch wird durch den Einfluss der moorbewohnenden Bäume hier keine Trübung der Resultate hervorgerufen. Die Waldzusammensetzung der weiten Umgebung des Moores spiegelt sich hier fehlerlos.

Lautikerried bei Hombrechtikon (Kt. Zürich) 510 m ü. M.

Im Zürcher Oberland liegt rechts der Strasse von Hombrechtikon nach Grüningen der Lützelsee. Er liegt in einer Mulde eingebettet, deren grösster Teil vom Lautikerried eingenommen wird. Die Ve-

tation des Moores wie die Algenflora des Lützelsees ist von Waldvogel (1900) beschrieben worden; ich verweise auf seine Angaben.

Aus 18 Proben ergab sich der stratigraphische Aufbau des Moores als folgender:

0 cm — 45 cm Abraum.

45 cm — 155 cm Caricestorf 70 cm H₃₋₄ B₂ R₂ V₀ F₁
 130 cm H₄ B₂ R₁₋₂ V₀ F₁

155 cm — 225 cm Lebertorf

225 cm — 265 cm Seekreide

265 cm — cm Lehm.

a. Lehm. Dieser zähe Alluviallehm ist nicht bis zu dessen Grund durchbohrt worden, nach Waldvogel beträgt die Mächtigkeit 30—40 cm.

b. Seekreide. Am Bohrpunkt beträgt diese Schicht 40 cm, gegen den See zu ist diese wahrscheinlich noch beträchtlicher. Das Vorkommen von Seekreide ca. 200 m vom heutigen Seeufer entfernt, stützt die Ansicht, dass der See einst eine drei bis vier Mal grössere Fläche einnahm als heutzutage. An Konchylien kommen häufig vor: *Planorbis marginatus*, *Bythinia tentaculata*, *Valvata cristata*, *Sphaerium corneum*.

c. Lebertorf. 70 m. In dieser Schicht fand Waldvogel bei seinen zahlreichen Grabungen viele Holzresten, Samen und Früchte von Waldbäumen, zum Beispiel von:

<i>Abies pectinata</i>	<i>Alnus incana</i>
<i>Picea excelsa</i>	<i>Corylus avellana</i>
<i>Pinus silvestris</i>	<i>Salix alba</i>
<i>Quercus pedunculata</i>	<i>Tilia ulmifolia</i>
<i>Taxus baccata</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Rhamnus frangula</i> .
<i>Betula pubescens</i>	

Vergleichen wir damit die Funde der pollenanalytischen Durchsicht der Proben, so ersehen wir deutlich, dass mit Ausnahme von *Taxus*, *Acer* und *Rhamnus* alle obigen Bäume bei der Pollenanalyse erfasst wurden. Die oben genannten Hölzer, die bei der mikroskopischen Durchsicht nicht erschienen, zeichnen sich, wie an anderer Stelle besprochen wurde, durch geringe Erhaltungsfähigkeit ihres Pollens aus. Sonst stimmt das von Waldvogel auf Grund quantitativer Holzuntersuchungen erhaltene Bild mit dem durch die mo-

derne Pollenanalyse rekonstruierte aufs beste überein, die fehlenden Waldbäume haben sicher nur eine untergeordnete Stelle in der Waldzusammensetzung eingenommen.

In diesem Lebertorf fand er *Trapa natans*, die in einer 30 bis 40 cm mächtigen Schicht vorkam, in einer Tiefe von 2,6 bis 2,9 m. In der Sammlung des botanischen Museums der Eidgenössischen Technischen Hochschule finden sich diese Fossilien, die als *Trapa natans* var. *subcoronata* Nathorst bestimmt worden sind. Es ist natürlich ausgeschlossen, dass bei Bohrungen sich eine *Trapanuss* ausgerechnet in die Bohrkanne hinein « verirrt ». Als weitere Fossilien sind noch zu erwähnen: Samen von *Potamogeton natans*, sowie Pollen der gelben Seerose. Kieselalgen konnten nur als *Navicula spec.* bestimmt werden.

d. *Caricestorf*. 140 cm. Es herrschen vor allem die Radizellen vor, daneben sind zu erwähnen Fragmente von *Cyperaceen*, Sporen von Farnkräutern, Equiseten und Moosen.

e. *Abräum*. Aus dieser subrezenten Schicht wurden keine Proben mehr entnommen, da zufolge eines raschen Moorwachstums (Verlandungszone) der Torf sehr pollenarm ist und der geringe Pollenniederschlag, der noch vorhanden ist, nur unvollständig sedimentiert ist.

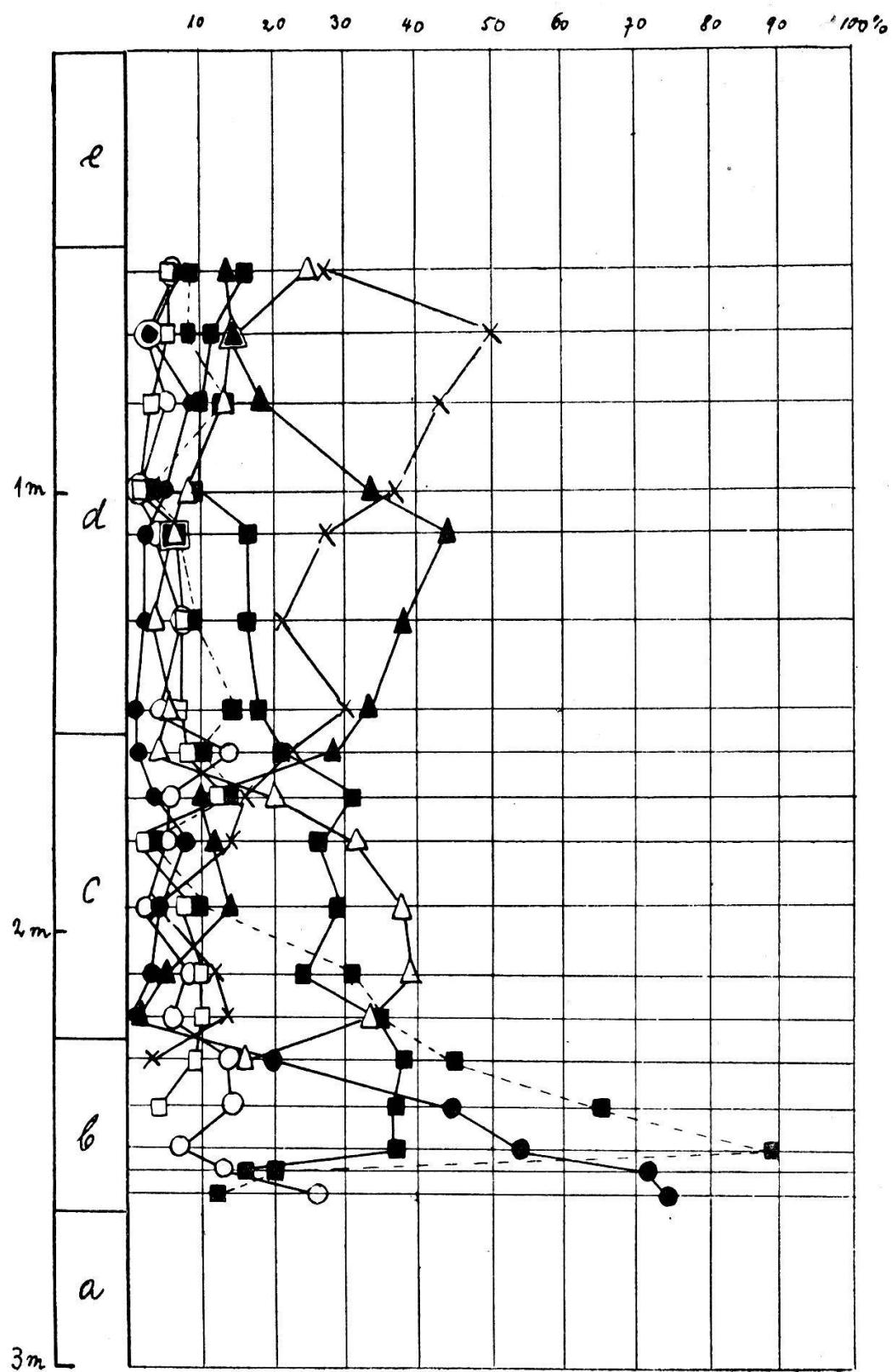
Die Torfausbeute ist sehr gering, der grösste Teil des Riedes wird zur Streuenutzung verwendet, da das Moor stark melioriert ist.

Betrachten wir nun das Pollendiagramm (Abb. 16), das aus den Ergebnissen des Zählprotokolles entstanden ist, und das einen höchst interessanten Verlauf der Waldbaumkurven zeigt, indem sich die Baumfolge der Moore des Mittellandes und der Voralpen im selben Diagramm erkennen lässt.

Bei Beginn der Moorbildung herrschte ein ausgeprägtes *Kiefernmaximum* mit 73 % *Pinus*. Vergleichen wir die 27 % *Betula* mit dem Birkengehalt der nächstfolgenden Probe (13 %), so lässt sich ein deutlicher Anstieg der Birkenkurve konstatieren. Dieses Verlandungsmoor hat sich also erst nach der reinen Birkenzeit zu bilden begonnen. Es folgt nun mit einem rapiden Anstieg die Hasel, die in Probe 250 cm das *Haselmaximum* verzeichnet. Während dieser Zeit überwiegt von den Waldbäumen weitaus der Eichenmischwald. Von seinen Komponenten ist hier zuerst die Linde erschienen, gefolgt von der Ulme und der Eiche. Wir finden also zuerst die Ein-

Abb. 16.

Diagramm Lautikerried



wanderungsfolge, wie wir sie in den Mooren des Mittellandes haben. Neu erscheinen Erle, Linde und Fichte, wovon die letztere rasch zur Dominanz gelangt und eine deutliche F i c h t e n z e i t bildet. Das Fichtenmaximum, dem wir bei der Behandlung der Voralpenmoore begegnen werden, ist an Stelle des Eichenmischwaldes getreten. Hier in der Grenzzone, wo sich beide Waldbilder berühren, erschien zuerst der Eichenmischwald aus dem näher gelegenen Mittelland, der aber von der Fichte, die von den Voralpen in das höhere alpine Vorland vordringt, überholt wurde und nachher seine Vorherrschaft wieder an erstern zurückgeben musste, wie das das Pollenspektrum der Probe 170 cm zeigt. Hier haben wir das E i c h e n m i s c h - w a l d m a x i m u m, mit 31 % des letztern bei 20 % *Picea*, 17 % *Abies*, 10 % *Fagus*, 4 % *Pinus*, 6 % *Betula*, 12 % *Alnus* und 14 % *Corylus*. Die weitere Entwicklung ist dahin zu charakterisieren, dass die Buchenkurve nun einen Anstieg bis zum B u c h e n m a x i m u m in der Probe 110 cm zeigt. Während der Zunahme der Buchenprozente beobachten wir eine steigende Tannenkurve, die in der Probe 150 cm mit 30 % *Abies* nahe an den Buchenanteil mit 32 % *Fagus* reicht. Hier spiegeln sich die Verhältnisse der Voralpen wieder, wo auf die Vorherrschaft der Fichte die der Linde folgt, um dann von der Buche überholt zu werden. Den Schluss der Entwicklung bildet auch hier der Tannenanstieg, wie in den Mooren des Mittellandes. Die Fichte gewinnt neuerdings an Ausbreitung, wir haben das Tannen-Fichten-Buchen-Spektrum.

Zusammenfassung der Moore der oberen Stufe des Mittellandes.

Ueberblicken wir die drei Diagramme, so erkennen wir unschwer die grosse Uebereinstimmung in der Entwicklung der Waldzusammensetzung. Wir können leicht die folgenden Phasen herauslesen, die uns nach Behandlung der Voralpenmoore noch mehr verständlich werden.

Die B i r k e n p h a s e, der wir bei den Mooren des Mittellandes begegnet sind, ist hier in keinem der Diagramme scharf ausgebildet. Nur bei Beginn der Moorbildung im Schmiedmoos bei Thierachern zeigt die Birkenkurve in ihrem untersten Verlauf noch einen deutlichen Anstieg. Die Entwicklung dieses Moores mag in der Zeit ein-

gesetzt haben, wo die sich mächtig ausdehnenden Kiefern die Birken verdrängten, wo der Existenzkampf sich allmählich zu Gunsten der kräftigeren Föhre entschied. Das unterste Pollenspektrum verzeichnet noch 48 % *Betula* gegenüber 52 % *Pinus*.

In den beiden übrigen Mooren beginnt die Untersuchung zur Zeit der Vorherrschaft der Kiefer, die eine unbedingte ist, wie aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich ist:

TABELLE 7.

	Pfahlbau Schmied- moos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautiker- ried 510 m
	%	%	%
Pinus	90	88	78
Betula	10	9	27
Eichenmischwald	—	3	—
Corylus	6	12	12
Salix	3	—	—

Der Anteil der Birke ist auf 9 %, 10 % beziehungsweise 27 % gesunken.

Ins Unterholz ist die Hasel eingewandert, die noch geringen Anteil hat, bis höchstens 12 %. Die Weide konnte nicht in allen Mooren nachgewiesen werden. Während dieser Periode beginnt sich nun der Haselstrauch stark auszubreiten. Vom geringen Anteil am Unterwuchs nimmt er zu bis zu eigenen mächtigen Beständen, deren Pollenspektren die Dominanz von *Corylus* mit 89 bis 134 % dokumentieren. Wir sind in der Haselperiode.

TABELLE 8.

	Pfahlbau Schmied- moos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautiker- ried 510 m
	%	%	%
Corylus	134	127	89
Eichenmischwald	28	63	38
Pinus	58	23	54
Betula	9	12	8
Alnus	5	2	—
Salix	—	—	3

Die Komponenten des Eichenmischwaldes und die Erle erscheinen neu in der Zählung. Von ersteren ist es die Linde, deren Pollen zuerst konstatiert wird, erst nachher notiert man Eichen- und Ulmen-Pollen. Ihre Anteile wachsen stetig, diejenigen der Erle halten sich im ganzen Verlauf der Entwicklung ungefähr auf gleicher Höhe, die von 2 bis 10% schwanken.

Während der maximalen Ausbreitung der Hasel verzeichnet der Eichenmischwald im Tellenmoos schon seine grösste Entfaltung. Ziehen wir die geringe Pollenproduktion der Eiche und Linde in Betracht, so erkennen wir an den berechneten 63 % eine mächtige Ausdehnung der Eichenforste. Auch in den übrigen Mooren zeigen die Eichenprozente eine grosse Zunahme, die zur Phase des Eichenmischwaldes überleitet.

TABELLE 9.

	Pfahlbau Schmied- moos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautiker- ried 510 m
	%	%	%
Eichenmischwald	67	63	38
Pinus	9	23	20
Betula	10	12	14
Alnus	2	2	9
Picea	—	—	16
Abies	12	—	3
Corylus	47	127	45

Diese Periode ist, wie die obenstehende Tabelle zeigt, in allen drei Mooren deutlich entwickelt. Nur ihre Stellung im Diagramm, im Verlauf der Waldentwicklung, ist nicht eine ganz einheitliche. Im Tellenmoos bei Escholzmatt fällt diese Phase in die Zeit der vorherrschenden Haselbestände und im Lautikerried in die Zeit, wo der Anteil des Haselstrauches stetig abnimmt. Da das erstere Moor in einem Tal liegt, das in der Voralpenregion beginnt und sich gegen das Mittelland ergiesst, so erhalten wir hier ungefähr in der Mitte in der Höhenlage von 850 m einen Uebergangstypus der Waldentwicklung. Von den höhern Lagen sind die Nadelholzpollen möglicherweise heruntergeweht worden und von den Wäldern des Mittellandes her findet die Einwanderung der Laubbäume statt. Der Einfluss der

höheren Lagen macht sich noch im Lautikerried sehr bemerkbar. In diesem Moor im Zürcher Oberland fällt die Einwanderung und Ausbreitung des Eichenmischwaldes ebenfalls in die Haselperiode, während dann beim Zurückweichen des Haselstrauches die Fichte dominiert, was ja in diesen beiden Mooren deutlich erkennbar ist. Da das Schmiedmoos bei Thierachern in einem Tal liegt, das nur durch einen sanften Moränenwall vom breiten Tal der Aare getrennt ist, so finden wir hier noch die Verhältnisse des Mittellandes vor, indem es der Eichenmischwald zur unbedingten Vorherrschaft bringt.

Der nun folgende Verlauf der Kurven zeigt uns die Ausbreitung der Tanne. Im Schmiedmoos erreicht sie nach dem Eichenmischwald und im Tellenmoos nach der Fichte die Dominanz in der Waldzusammensetzung, mit Ausnahme des Lautikerriedes, wo der Eichenmischwald erneut vorherrscht, wie in den Mooren der untern Stufen des Mittellandes. Wir ersehen daraus, wie die Lage des Moores den Entwicklungsgang bestimmt. In diesem letztern Falle ist das Moor ganz in die untere Stufe vorgelagert und die Einwanderung aus dieser Zone überwiegt. In den beiden andern Mooren haben wir ausgesprochene Tannenspektren, mit 50 % *Abies* im Schmiedmoos und 60 % *Abies* im Tellenmoos, 14 % bzw. 10 % *Fagus*, 18 % bzw. 12 % Eichenmischwald, 7 bzw. 9 % *Picea* und den noch verbleibenden Prozenten bestehend aus *Alnus*, *Pinus* und *Betula*. Der Haselstrauch ist noch mit 13 % bzw. 10 % vertreten. In diese Periode fällt die Einwanderung der Buche. Dieser Waldbau gewinnt grosse Ausbreitung und wird zum bestimmenden Vertreter der Waldzusammensetzung. Wir haben die Buchenperiode.

TABELLE 10.

	Pfahlbau Schmied- moos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautiker- ried 510 m
	%	%	%
<i>Fagus</i>	42	39	44
<i>Abies</i>	27	26	18
<i>Picea</i>	13	14	7
Eichenmischwald	5	12	17
<i>Alnus</i>	3	5	7
<i>Pinus</i>	8	1	3
<i>Betula</i>	2	3	4
<i>Corylus</i>	4	8	7

In allen drei Mooren ist die Vorherrschaft der Buche eine ausgesprochene mit 39 bis 44 %. Von den übrigen Komponenten des Waldbildes verzeichnet die Tanne den grössten Anteil, die nach der Buche die Dominanz erhält. Die T a n n e n - F i c h t e n - B u c h e n - p e r i o d e , die für die Moore der Voralpen wie des Mittellandes bezeichnend ist, bildet auch hier den Abschluss der Entwicklung. In die Zeit der Tannenvorherrschaft fällt die Kulturschicht der Bronzestation vom Schmiedmoos bei Thierachern. Wir haben hier eine neue Stütze der Ansicht, dass das Zeitalter der Bronze in die Periode der Tannenforste fällt. Die obersten Spektren zeigen übereinstimmend die Ausbreitung der Fichte, wie wir sie in der untern Stufe der Moore des Mittellandes gesehen haben.

B. Moore der Voralpen.

E i n s i e d l e r M o o r 890 m ü. M.

Oestlich von Einsiedeln dehnt sich ein mächtiges Plateau längs der Sihl aus, das von zahlreichen Hochmooren eingenommen ist. Es liegt in einer durchschnittlichen Höhe von 880 bis 920 m und deckt nach D ü g g e l i (1903) eine Fläche von ca. 12 km². Auf kalkreichem Glazialton hat sich eine mächtige Torfschicht entwickelt. Da diese ausgedehnten Torflager der Bevölkerung einen der wichtigsten Brennstoffe liefern, so hat ein gewaltiger Abbau eingesetzt, der seinen Höhepunkt wohl in den Kriegs- und Nachkriegsjahren erreichte. Dadurch ist die einheimische Flora zum grössten Teil vernichtet worden. Diese Hochmoore waren bis vor kurzem ein Paradies für die Botaniker, sie bargen eine Reihe seltener nur hier vorkommender Pflanzen, die Zeuge waren von der Gletscherzeit, die einst auch in dieser Gegend geherrscht hat. Heute jedoch sind diese Relikte nur noch in einer kleinen Reservation in wenigen Exemplaren zu finden.

Nach D ü g g e l i s Angaben ist bei Hühnermatt-Einsiedeln das mächtigste Torflager zu finden. Bei der 3 m mächtigen Torfwand ergab sich bei der Probenentnahme der folgende Schichtwechsel:

0 cm — 25 cm Abraum

25 cm — 175 cm Eriophorumtorf

bei 40 cm H₅ B₁ R₂₋₃ V₀ F₂

bei 150 cm H₆ B₁ R₂₋₃ V₀ F₂₋

175 cm — 210 cm Sphagnumtorf

210 cm — 225 cm Caricestorf bei 220 cm H₄₋₅ B₁ R₂₋₃ V₀ F₁

225 cm — 250 cm Sphagnumtorf bei 225 cm H₅ B₁ R₁₋ V₂ F₀

250 cm — 340 cm Caricestorf bei 290 cm H₅ B₁ R₂₋₃ V₁₋ F₁

340 cm — 425 cm Sphagnumtorf

bei 350 cm H₅ B₁ R₁₋ V₀ F₀

bei 400 cm H₆ B₁ R₁ V₀ F₀

425 cm — 475 cm Caricestorf

475 cm — cm Lehm.

Das von D ü g g e l i angegebene Profil östlich Hühnermatt stimmt mit obigem gut überein, seine angegebene Torfmächtigkeit, 5,25 m, habe ich allerdings an meiner Bohrstelle nicht erhalten. Die Schichtfolge gibt Zeugnis von dem «Kampf zwischen Hoch- und Flachmoor», wie D ü g g e l i anführt.

a. Lehm. Die Mächtigkeit dieses zähen grauen Lehms wurde nicht bestimmt. Sie soll sehr verschieden sein, nach D ü g g e l i kann das Lehmlager schwanken zwischen 0,2 bis 4 m.

b. Caricestorf. In dieser untersten Schicht fanden sich vorwiegend *Phragmites*- und *Equisetum*reste, sowie gegen die obern Schichten einige *Sphagnum*fragmente und *Ericaceen*tradien.

c. Sphagnumtorf. Hier herrschen die *Sphagnum*fragmente vor (Blättchen, Aestchen und Sporen).

d. Caricestorf. Diese 90 cm mächtige Schicht ist gekennzeichnet durch das Vorherrschen der Pustelradizellen und Rhizome von *Cyperaceen*, sowie makroskopische *Phragmites*- und *Equisetum*resten. Samen von *Menyanthes* und Pollen der gelben Seerose habe ich weiter bestimmt. Ein genaues Fundverzeichnis findet sich bei Neuweiler (1901).

e. Sphagnumtorf. Wie unter c, mit vielen Holzresten.

f. Caricestorf. Wie unter d.

g. Sphagnumtorf. Wie unter c.

h. Eriophorumtorf. Vorwiegend aus den gut kenntlichen Schichten des Wollgrases bestehend, mikroskopisch deutliche Reste von Oberhautzellen, daneben noch einzelne *Sphagnum*fragmente.

i. A b r a u m. 25 cm.

Im «Totmeer» wurde eine weitere Bohrung vorgenommen. Es ergab sich ein ganz analoger Schichtwechsel, und ebenfalls ein holzführender Horizont.

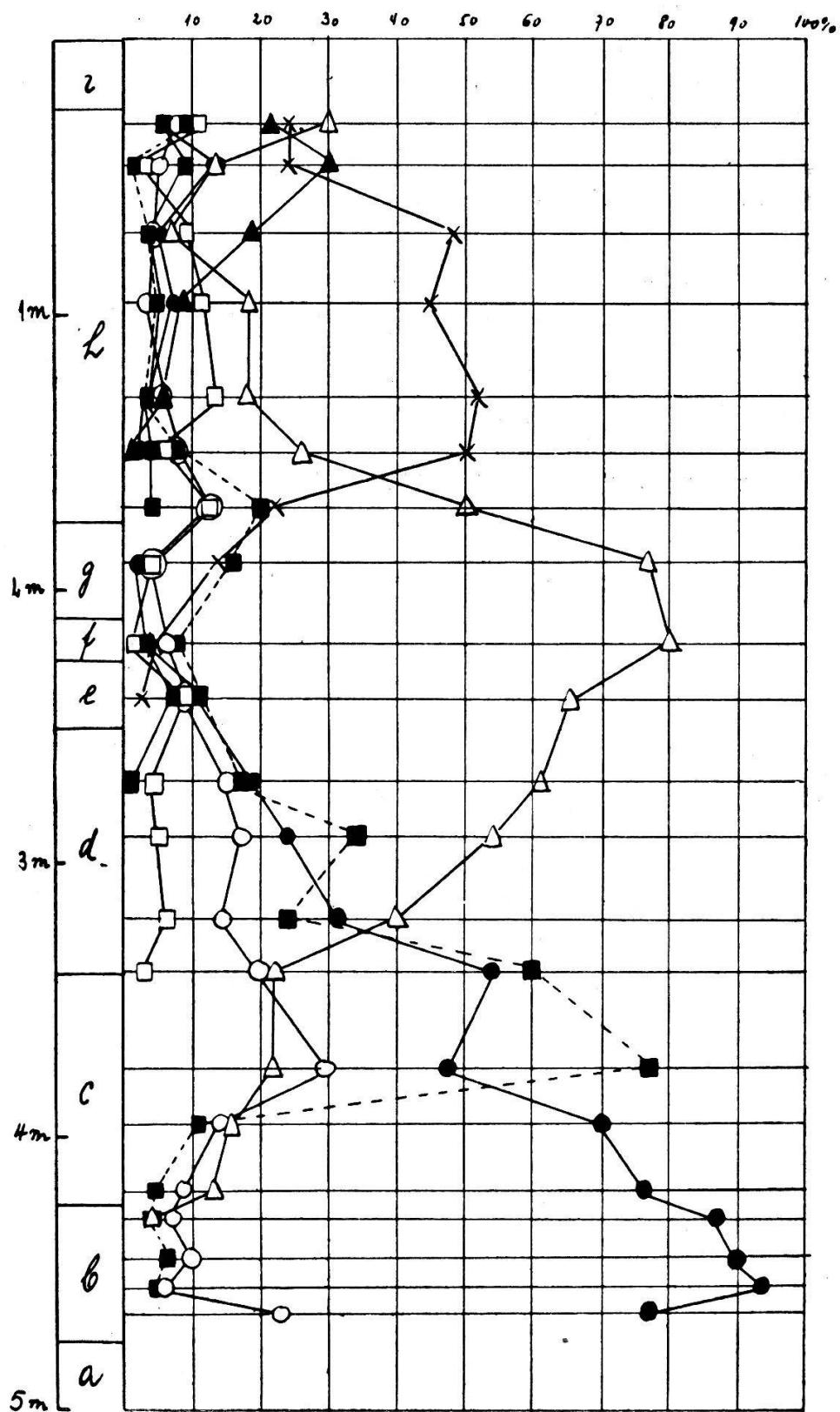
Wenden wir uns nun dem Pollenbefund zu. Das Diagramm (Abb. 17) lässt folgenden Entwicklungsgang erkennen.

Bei Beginn der Moorbildung im Einsiedler Hochtal der Sihl konstatieren wir ein ausgesprochenes Vorherrschen der Kiefer. Die zweitunterste Probe enthält mit 93 % *Pinus* das K i e f e r m a x i - m u m. Daneben kommen noch 7 % *Betula* und 4 % *Corylus* vor. Wir sehen in diesem Voralpenmoor die typische Waldarmut, die wir durchgehend bei Beginn der Entwicklung konstatieren können. Die Birkenkurve zeigt in ihrem untersten Teil einen Anstieg, was die vorangehende Birkenphase ahnen lässt, die in die Glazialzeit überleitet, von der einige pflanzliche Relikte uns bis vor kurzem Zeugnis gaben in diesem Hochmoorgebiet. Sehr früh erscheint hier die Fichte. Die Haselkurve zeigt wie in den Mooren des Mittellandes eine rasche Zunahme bis zum H a s e l m a x i m u m. Inwieweit das Vorherrschen dieses Haselstrauches auf ein wärmeres Klima (Klima-optimum) schliessen lässt, darüber können erst weitere Untersuchungen in den Voralpen und alpinen Mooren Aufschluss geben, da ein Ferntransport nicht ausgeschlossen ist.

Beim Zurückweichen der Haselkurve bemerken wir ein zweites, doch nicht so ausgesprochenes Kiefermaximum. Dann erobert sich die Fichte andauernd die Vorherrschaft. Der Eichenmischwald, der im Mittelland auf die Hasel folgt, ist mit nur geringen Prozenten vertreten, an seine Stelle ist die Fichte getreten. In der Probe 220 cm ist das F i c h t e n m a x i m u m zu vermerken mit dem typischen Pollenspektrum: *Picea* 80 %, *Betula* 6 %, *Abies* 5 %, *Pinus* 4 %, Eichenmischwald 3 %, *Alnus* 2 % und *Corylus* 8 %. Während der Fichtenperiode sind die Waldbäume *Alnus* und *Abies* neu erschienen. Letzterer nimmt nun stets grössern Anteil an der Waldzusammensetzung, überholt schliesslich die Fichte und in der Probe 130 cm haben wir das T a n n e n m a x i m u m, mit 51 % *Abies* bei einem Prozentgehalt der übrigen Komponenten: *Picea* 28 %, *Betula* 8 %, *Alnus* 6 %, Eichenmischwald 4 %, *Pinus* 2 %, *Fagus* tritt mit 1 % neu hinzu, die Hasel meldet 8 %. Die Tanne hat nun die ausgeprägte Vorherrschaft von der Fichte übernommen. Nur langsam erhält die

Abb. 17.

Diagramm Einsiedeln



Buche grössern Anteil, um es in Probe 45 cm zur Dominanz zu bringen, die allerdings auf dieses eine Pollenspektrum beschränkt ist; denn in der folgenden Probe ist die Tanne wieder führend geworden, wodurch das Diagramm zu den jetzigen Waldverhältnissen überleitet, die Fichte zeigt dabei einen erneuten Anstieg; wir haben als Abschluss das Tannen-Fichten-Buchenspektrum.

Es lassen sich im Entwicklungsgang folgende Phasen herauslesen:

- Erste Phase der Kiefer (+ Birke + Hasel)
- Zweite Phase der Hasel (+ Kiefer)
- Dritte Phase der Fichte
- Vierte Phase der Tanne
- Fünfte Phase der Buche (+ Tanne + Fichte)
- Sechste Phase der Fichte-Tanne.

Moor von Altmatt-Rothenthurm 930 m ü. M.

Das Hochtal der Biber von Rothenturm bis Altmatt ist ein ausgedehntes Hochmoor. Bisweilen findet sich hier die «Hakenföhre», eine Abart der Bergföhre *Pinus montana* var. *uncinata* zu lichten Geestrüppen vereinigt vor, die von ihren höheren Lagen hier herunter gestiegen ist. Der Rand des Moorgebietes ist mit jungen Fichtenwäldern geschmückt, die hier vom Menschen eingebürgert wurden auf Kosten der Tanne. Nach den Angaben von F r ü h und S c h r ö t e r (1904) ist die Mächtigkeit des Torfes sehr schwankend von kaum einem Meter bis 5 Meter, das als bisher grösstes Ausmass eines Torflagers der Schweiz angesehen wird. Der Torf ist zufolge des Gehaltes an Wollgras-Scheiden ein schlechter Brenntorf. Daher ist die Torfausbeute im Gebiete von Altmatt nur noch eine geringe. Das Moor wird zum grössten Teil nur als Streueried benutzt. Früher wurde (nach N e u - w e i l e r 1901) der Torf im grossen als Streutorf ausgebeutet. Nachdem die Ausbeute aber aufgegeben wurde, ist der Preis des Torfes bedeutend gesunken, und nur noch einige verlassene mächtige Torfstiche erinnern an die ehemalige grosse Torfnutzung.

In der Nähe des grossen «Kuscheln»-Geestrüppes (Hakenföhre) im sogenannten «Weiherried» entnahm ich die Probenserie.

Der stratigraphische Abbau war folgender:

0 cm — 10 cm Abraum
 10 cm — 40 cm Sphagnumtorf bei 30 cm H₃ B₁ R₁ V₁ F₁
 40 cm — 340 cm Eriophorumtorf
 bei 100 cm H₄ B₁ R₂₋ V₁ F₂
 bei 150 cm H₅ B₁ R₂₋ V₁ F₂₋
 bei 275 cm H₅ B₁ R₁₋₂ V₁₋ F₂
 210—220 cm V₂₋₃
 340 cm — 400 cm Caricestorf, bei 350 cm H₄ B₁₋₂ R₂ V₀ F₁
 400 cm — 450 cm Trifariumtorf, bei 420 cm H₆ B₁₋₂ R₁ V₀ F₀
 450 cm Lehm mit Sand

Durch weitere Bohrungen ergab sich dieses Profil als das mächtigste, da an andern Stellen die Torfschicht geringer als drei Meter war. An diesen Stellen wurden keine Proben entnommen.

a. L e h m. Dieser graue, zähe Lehm ist stark kiesig. Er wurde nicht bis auf den Glazialschutt durchbohrt. Nach Neuweiler ist seine Mächtigkeit über 1 m.

b. T r i f a r i u m t o r f. Diese 50 cm mächtige Schicht besteht der Hauptmasse nach aus *Calliergon trifarium*, das schon makroskopisch leicht erkennbar ist.

c. C a r i c e s t o r f. Das Hypnetum geht über in ein fast reines Caricetum mit ausschliesslich *Cyperaceen*-radizellen.

d. E r i o p h o r u m t o r f. Diese Torfart ist hier überaus mächtig, volle drei Meter werden davon eingenommen. Bei ca. 150 cm Tiefe ist das Vorherrschen der Wollgrasscheiden so stark, dass den Bauern das Torfstechen durch diesen sogenannten «Lindbast», wie sie die *Eriophorumscheiden* nennen, derart erschwert wird, dass der Torf wagrecht abgebaut werden muss, da an dem grossen Filz ihre Spaten nur abgleiten und nicht zu fassen vermögen. Als Beimengen sind zu erwähnen *Ericaceen*-Pollentetraden, *Typhapollen* und nach oben reichlichere Moosreste.

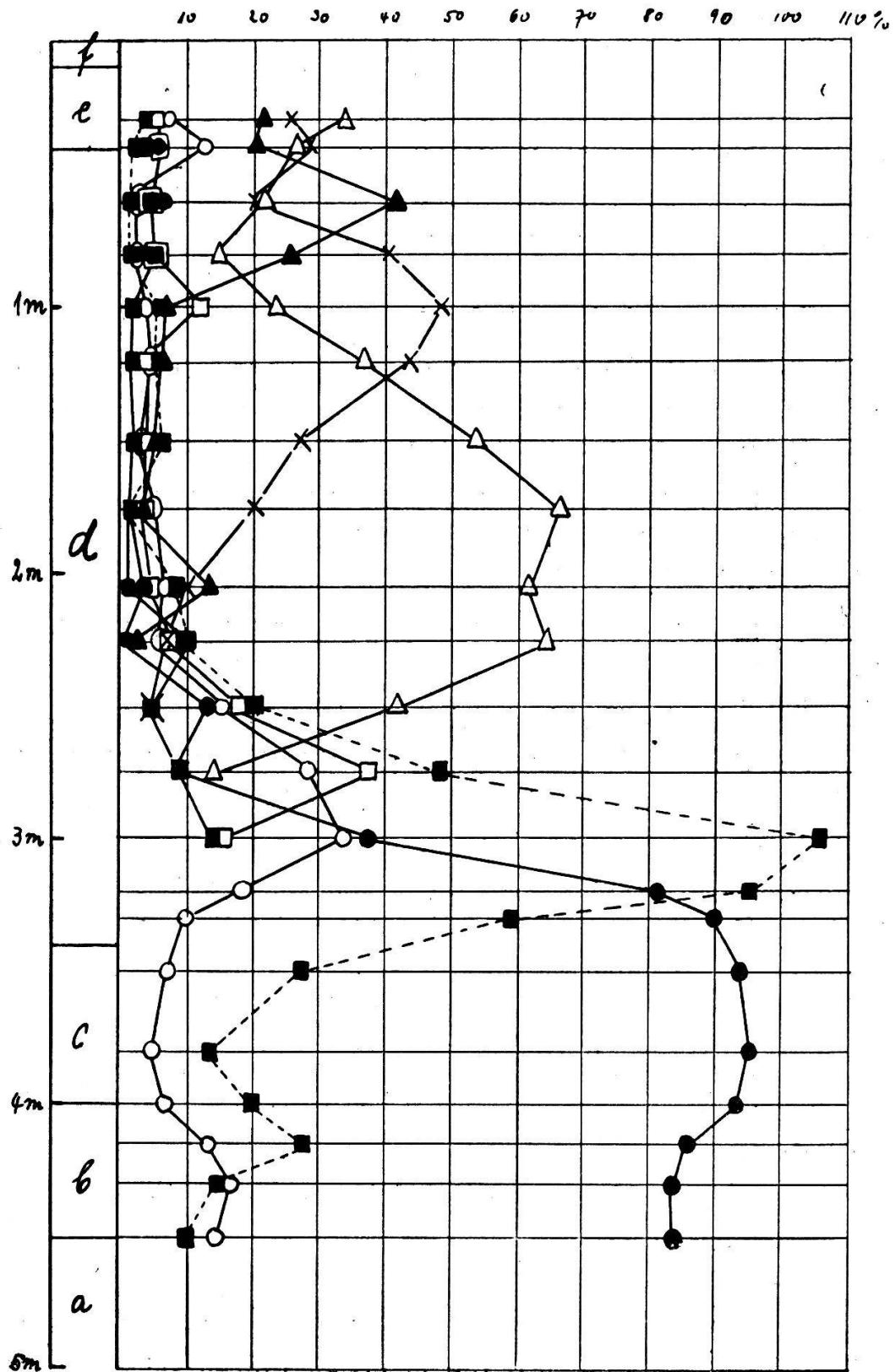
e. S p h a g n u m t o r f. Diese 30 cm mächtige Schicht lässt nun deutlich das Hochmoor erkennen.

f. A b r a u m.

Die Pollenanalyse der Torfmoore hat folgendes Bild ergeben: (siehe Diagramm Abb. 18). Die untersten Proben zeigen ein Vor-

Abb. 18.

Diagramm Altmatt-Rotenturm



herrschen der Kiefer mit 85—95 % *Pinus*, der Rest ist Birke. Daneben tritt einzig noch die Hasel als Unterholz auf. Wir sehen also auch hier zur Zeit der Moorbildung eine grosse Waldarmut. Die Verhältnisse ändern sich nun zu Gunsten der Hasel, nach einem prächtigen Anstieg notieren wir in der Probe 300 cm das Haselmaximum mit 106%. Dieses Maximum ist ganz analog denen der Moore des Mittellandes. Die Erle ist hier erstmals erschienen. Auf die Ursache dieser Haselperiode können wir hier noch nicht eingehen, da wir dies erst durch mehrere Untersuchungen gesichert wissen müssen. An die Stelle der Hasel tritt nun hier wieder die Fichte, die bald dominiert mit 61—66 %. Im Verlaufe dieser Fichtenperiode erscheinen neu die Pollen der Tanne und der Buche. Die Eichenmischwaldprozente sind ganz gering, die Fichte hat ihre Stelle übernommen, wird aber im weiteren Verlauf der Entwicklung von der Tanne überholt. In der Probe 100 cm haben wir das Tannenmaximum mit 49 % *Abies*, während die übrigen Baumarten mit Prozentsätzen unter 25 % vertreten sind. Für kurze Zeit tritt auch hier an Stelle der Tanne die Buche führend hervor. Die Buchendominanz ist jedoch nur auf eine einzelne Probe beschränkt. Dann überholen Tanne und Fichte die Buche wieder und leiten in das rezente Waldbild über. Der Entwicklungsgang des Moores lässt sich in folgende Phasen gliedern:

- Erste Phase der Kiefer (+ Hasel + Birke)
- Zweite Phase der Hasel (Kiefer + Birke)
- Dritte Phase der Fichte (+ Tanne)
- Vierte Phase der Tanne (+ Fichte + Buche)
- Fünfte Phase der Buche (+ Tanne + Fichte)
- Sechste Phase der Fichte-Tanne,

Diese deutlich zeitlich getrennte Einwanderungsfolge der Waldbäume ist also hier aufs beste zu sehen. Schröters (1904) Ansicht von dem plötzlichen Auftreten der Waldbäume und Duggenlis Meinung des Fehlens einer bestimmten Entwicklungsreihe im Aufbau der Torflager von Einsiedeln und Altmatt-Rothenturm in eine Birken-Föhren-Eichen-Fichtenzone analog den nordischen Torflagern erfahren hier also eine Korrektur.

Moore auf dem Zugerberg.

Der vordere Geissboden 935 m ü. M.

Hinter dem voralpinen Landeserziehungsheim Zugerberg ob Zug dehnt sich als ein ca. 12 Hektaren messendes Band von etwa 700 m Länge und 120—200 m Breite das Moor «Vorderer Geissboden» aus. Er liegt in einer mittleren Meereshöhe von 935 m, und ist im Süden durch zwei schwache Stirnmoränen vom Schafboden abgegrenzt. In den Nachkriegsjahren wurde das Moor stark abgebaut, so dass heute nur noch im südlichen Teil einige spärliche Reste von der ehemaligen Hochmoordecke erhalten sind mit einem schwach entwickelten Pinetum (*P. uncinata*) und zahlreichen *Sphagnum*, *Oxycoccus*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna*, *Eriophorum vaginatum*, *Molinia* u. a. An dieser Stelle ergab sich bei der Bohrung folgendes Profil:

0 cm — 30 cm	Abraum
30 cm — 160 cm	Sphagnum-Eriophorumtorf
bei 70 cm	$H_3 B_2 R_{1-2} V_0 F_{1-2}$
bei 100 cm	$H_5 B_{1-} R_{1-2} V_{0-1} F_2$
bei 150 cm	$H_6 B_{1-} R_1 V_{1-2} F_2$
160 cm — 250 cm	Caricestorf bei 200 cm $H_5 B_1 R_2 B_{1-} V_0$
250 cm — 297 cm	Trifariumtorf bei 270 cm $H_{6-7} B_1 R_1 F_0 V_0$
297 cm	Glaziallehm

Nach Schröter (1904) erreichte der Torf am Nordrande die grösste Mächtigkeit, so dass hier am südlichen Teil uns nicht die ganze Moorfolge erhalten ist, was sich deutlich am pollenanalytischen Bild (Abb. 19) auswirkt.

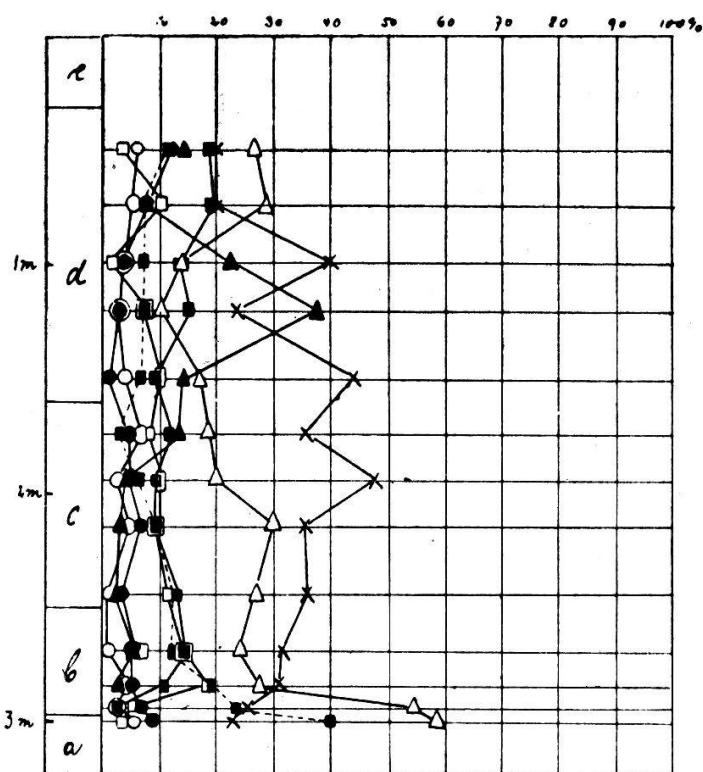
a. Glaziallehm. Die Mächtigkeit des Lehms wurde nicht erbohrt, er liegt nach Schröter (1904) auf Moräne auf.

b. Trifariumtorf. Es überwiegen schon makroskopisch bei der Probenentnahme erkennbar die Reste von *Calliergon trifarium*. Daneben finden sich zahlreiche Cyperaceenreste und einige *Menyanthes*-Samen. Die untersten Proben sind noch stark von Mineral-splittern durchsetzt.

c. Caricestorf. Es ist ein gleichförmiger Radizellentorf, in dem die Pustelradizellen der Cyperaceen und Gramineen vorwiegen. Neben *Phragmites*-Rhizomen sind noch einige Farnsporen zu ver-

Abb. 19.

Diagramm Zugerberg: vorderer Geissboden



zeichnen. Die obersten Schichten führen schon vereinzelte *Eriophorum*- und *Sphagnum*fragmente.

d. *Sphagnum* - *Eriophorum* torf. In diesen grobfilzigen bis fein-dünn geschichteten (in den untersten hoch humifizierten) Strata notieren wir das reiche Vorkommen der Reste des scheidigen Wollgrases und zahlreicher *Sphagnum*, sowie deren Sporen. Daneben finden sich viele *Ericaceen*-Tetraden, durchwebt von braunen Mycelien.

e. A b r a u m .

Wir sind in der ausklingenden Fichtenzeit bei Beginn der Torfbildung am Südrand des Moores, woraus wir aber nicht schließen können, dass die Moorbildung überhaupt erst zu dieser Zeit eingesetzt hat. Die mächtigen Torflager aus der Mitte des Moores, die uns Zeuge des ganzen Entwicklungsganges des postglazialen Waldbildes auf dem Zugerberg sein könnten, sind uns zufolge des umfassenden Abbaues nicht mehr erhalten. Das unterste Pollenspektrum zeigt uns die Dominanz der Fichte mit 58% *Picea*, ihr am nächsten kommt die Tanne mit 23%, die übrigen Komponenten der

Waldbäumpollensumme verzeichnen einen Anteil unter 10%; die Kiefer 9%, die Birke 6% und die Erle 4%. Der vorherrschenden Fichte am nächsten kommt der Haselstrauch mit 40%, der mit seiner fallenden Kurve, eine der Fichtenperiode vorausgehende Haselzeit andeutet, die wir aus allen übrigen Voralpenmooren kennen.

Die Tanne gewinnt nun stark an Ausbreitung und erobert sich die Vorherrschaft, wir haben wie in dem Diagramm vom Stauffenmoos bei Heimenschwand die lang andauernde Tannenphase. Zu Anfang dieser Periode kommt der Fichte noch der grösste Anteil der übrigen Waldbäume zu, dann aber erhält die Buche, die kurz vor dem Schnittpunkt der Fichtenkurve mit derjenigen der Tanne zum ersten Mal auftritt, stets grössere Werte. Sie überflügelt die *Abies*-Prozente und leitet über zur Buchenzeit. Diese ist hier aber auch nur in einem einzigen Spektrum deutlich zu konstatieren. Rechnen wir aber damit, dass die Nadelhölzer eine weit grössere Pollenproduktion aufweisen, als die Laubbäume, so erkennen wir in allen Diagrammen eine grossartige Verbreitung der Buche. Nach ihr kämpfen die Tanne und die Fichte um die Vorherrschaft im Waldbild, wobei die letztere in den obersten Spektren die grösste Ausbreitung hat. Diese Tannen-Fichten-Zeit bildet wiederum den Übergang in das rezente Waldbild.

Der hintere Geissboden

970 m ü. M.

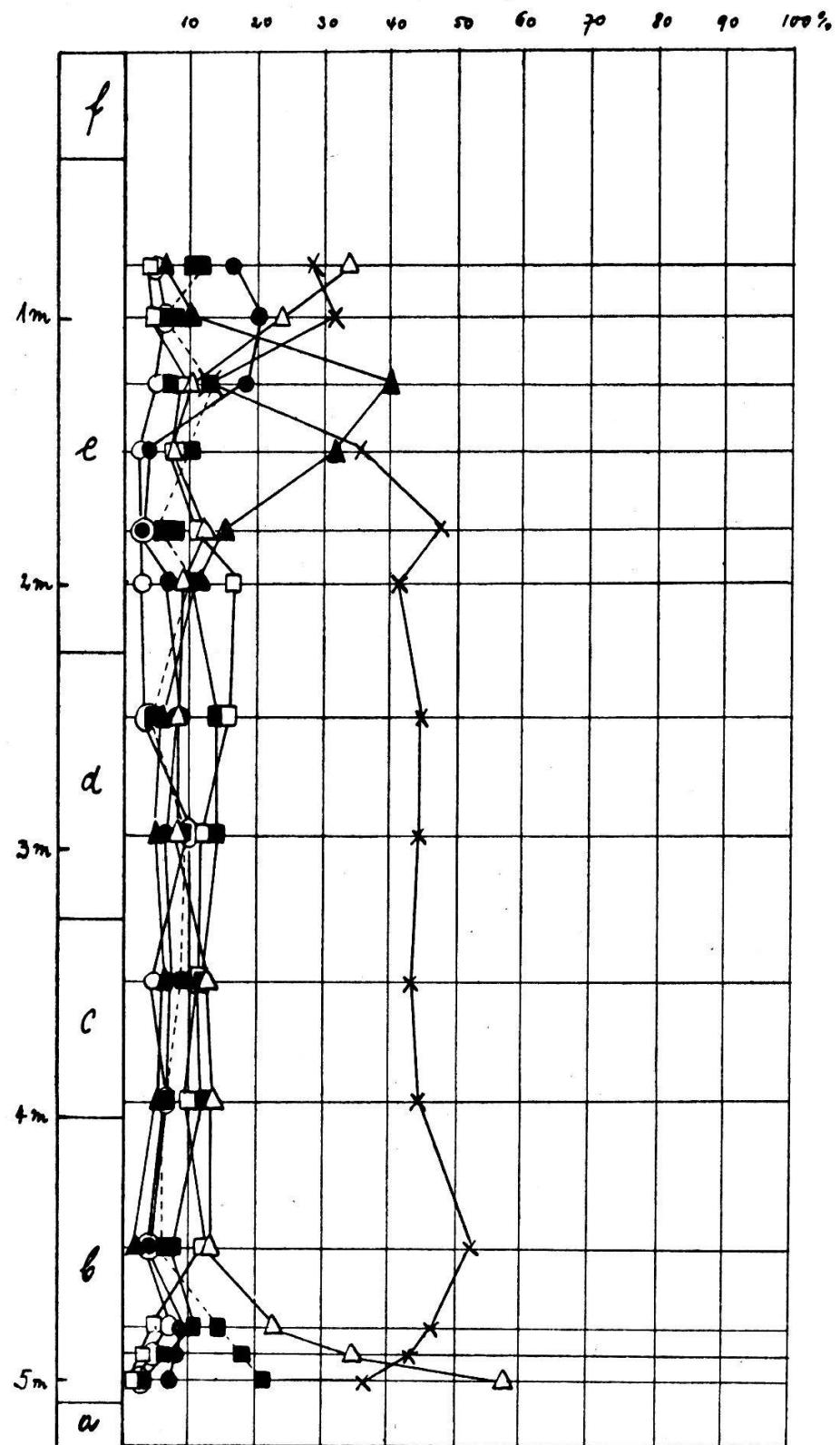
Das südlichste der drei Moore auf dem Zugerberg, die durch langgestreckte Seiten- und kurze Stirnmoränen voneinander abgegrenzt werden, ist der hintere «Geissboden», eine gegen 80 Hektaren messende Fläche. Die Untersuchung wurde im nördlichen Teil dem «Eigenried» vorgenommen. Im südöstlichen Teil ist noch ein kleines Hochmoorfragment erhalten, das von Schröter (1904) beschrieben wird. Die Bohrung wurde an einem Torfauslegeplatz vorgenommen, in der Nähe der über 3 m hohen Torfwände. Die Oberflächenvegetation ist eine rostbraune Decke aus *Polytrichum strictum* und *Ceratodon purpureus*, die Moostundra, die die nackten Torfplätze besiedelt. Ausserdem fanden sich das scheidige Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) und zahlreich das Besenried (*Molinia*

coerulea), wodurch die zerstörte Hochmoorvegetation noch schwach angedeutet wird. Bei der Probenentnahme beobachtete ich:

- 0 cm — 40 cm Abraum
- 40 cm — 225 cm Sphagnum-Eriophorumtorf
bei 80 cm H₃₋₄ B₁ R₂ V₀ F₁
bei 100 cm H₄ B₁ R₂ V₀ F₁₋₂
bei 180 cm H₅ B₁ R₂ V₁₋₂ F₁₋₂
bei 220 cm H₆ B₁₋ R₁₋ V₀ F₁
- 225 cm — 325 cm Bruchwaldtorf
bei 275 cm H₅ B₁₋₂ R₂ V₁ F₀
bei 320 cm H₄₋₅ B₁₋ R₂ V₁₋₂ F₀
- 325 cm — 400 cm Caricestorf bei 380 cm H₅ B₂ R₂ V₀ F₀
- 400 cm — 508 cm Trifariumtorf
bei 425 cm H₆ B₂ R₁₋ V₀ F₀
bei 480 cm H₇ B₂ R₀ V₀ F₀
- 508 cm Glaziallehm
- a. L e h m. Der Untergrund des Glaziallehms wurde nicht angebohrt.
 - b. T r i f a r i u m t o r f. Die Blätter von *Calliergon trifarium* sind gut erhalten und leicht erkennbar, daneben finden sich reichlich Radizellen von *Cyperaceen* und *Gramineen*, in den basalen Schichten noch sehr viel Mineralsplitter, wodurch die mikroskopische Durchsicht erschwert wird.
 - c. C a r i c e s t o r f. Makroskopisch finden sich die Reste des Schilfs und zahlreiche Würzelchen von *Cyperaceen* und *Gramineen*. Mikroskopisch erkennen wir Pustelradizellen und Pollenkörper, Sporen von *Filices* und Pollen von *Typha*. Der Gehalt an Mineralsplittern ist sehr gering.
 - d. B r u c h w a l d t o r f. Mit häufigen Holzresten. Das mikroskopische Bild ist dasselbe wie unter c. In den oberen Schichten erscheinen schon die Reste von Eriophorum und von Sphagnum.
 - e. S p h a g n u m - E r i o p h o r u m t o r f. Diese 185 cm mächtige Hochmoor-Ablagerung ist gekennzeichnet durch die groben Blattscheiden und Wurzeln des scheidigen Wollgrases und durch die gut erhaltenen Stämmchen und Blätter von Sphagnum, eine Unzahl von diese Torfart charakterisierende Mycelien, Sporen von *Sphagnum* sowie Pollentetradsen von *Ericaceen*. In den basalen Strata finden sich noch Radizellen und zahlreiche Farnsporen.

Abb. 20.

Diagramm Zugerberg: hinterer Geissboden



f. A b r a u m.

Wie in der Untersuchung des vordern Geissbodens», so sehen wir auch hier im südlichsten Moorbecken des Zugerberges, dass die Torfbildung zur Fichtenzeit (siehe Abb. 20) einsetzte. Da an der Bohrstelle die Lehmschicht mächtig ist, so entspricht das unterste Pollenspektrum nicht dem Waldbild in früh-postglazialer Zeit, sondern ist, wie der Vergleich mit den Ergebnissen der übrigen Vor-alpenmooren im folgenden Abschnitt zeigt, ein mehr vorgeschriftenes. Auf diese ausklingende Phase folgt die starke Ausbreitung der Tanne, die zur ausgesprochenen Tannenperiode überleitet. Zu Anfang dieser Epoche wandert die Buche ein. Alle übrigen Komponenten sind schon im Pollenspektrum vertreten, die Hasel zeigt abnehmenden Anteil, um sich dauernd unter 10% während der Tannenzeit zu halten, die Kiefer und die Birke zeigen in ihren Werten nur geringe Schwankungen, die sich unter 10% bewegen. Die Erlenkurve ist ebenfalls ziemlich gleichförmig und schwankt zwischen 5—10%. Von den Komponenten des Eichenmischwaldes, die zusammen einen Anteil von 6—14% haben, ist es die Linde, die zuerst erschienen ist und die grössten Prozentwerte verzeichnet. Die Fichte, deren anfängliche Vorherrschaft an die Tanne übergegangen ist, hält sich dauernd auf 14—9%.

Nach der Dominanz der Tanne, während der sich in diesem Teil des Moores eine über 3 m mächtige Torfablagerung gebildet hat, kommt der Buche die führende Rolle im Pollenspektrum zu, wir sind in der B u c h e n z e i t . Das Pollenspektrum verzeichnet mit 40% *Fagus* ihre deutliche Vorherrschaft gegenüber den übrigen Waldbaumprozenten: *Pinus* 18%, *Abies* 12%, *Picea* 10%, *Alnus* 9%, Eichenmischwald 7%, *Betula* 4%. Der nachfolgende Verlauf der Kurven im Diagramm zeigt uns die Tannen-Fichtenperiode, wobei letztere in der obersten Probe die grösste Ausbreitung zeigt. Damit haben wir wieder den Uebergang in unser rezentes Waldbild.

Wachseldornmoos bei Heimenschwand (Kt. Bern) 1005 m ü. M.

Das Hochland von Heimenschwand, ein von Wallmoränen bedecktes Gebiet der subalpinen Molasse ist mit zahlreichen Mooren bedeckt, die in einer Meereshöhe von 910—1020 m liegen. Die Strasse

von Schwarzenegg nach dem Weiler Wachseldorn führt an den zahlreichen Torfhütten des Wachseldornmoores vorbei. Dieses Moor bedeckt eine 250 m breite und 80 m lange, ca. 19 ha grosse Fläche, die von einem Rottannenwald umschlossen ist. Zufolge des energischen Abbaues ist das Moor fast vollständig zerstört. Viele Aufschlüsse zeigen schon den Moränenschutt. Schröter (1904) schreibt: «Nur an 2 Stellen ist der Hochmoorwald erhalten, so am Südostrand mit 0,8—1 m hohem Blaubeergestrüpp von *Vaccinium uliginosum* und mehr als 1 m hohen Stöcken des Besenriedes (*Molinia*).» Die über 6 m hohen Sumpfföhren sind in einem sehr feuchten Untergrund eines Eriophoreto-Paucicaricetums. An dieser Stelle wurde die Bohrung vorgenommen und der folgende Schichtwechsel notiert:

a. L e h m. Der Moränenschutt auf dem diese Schicht ruht, wurde nicht erreicht.

b. *Caricestorf*. In dieser 142 cm mächtigen Schicht finden sich sehr häufig die Pustelradizellen von *Cyperaceen* und *Gramineen*, Pollen von *Carices*, Epidermisfragmente von *Phragmites* neben vereinzelten Sporen von *Filices*. Schröter (1904) erwähnt neben dem Pollen von *Betula* auch den von *Picea*, was für die obersten Schichten gut stimmt, wie das Diagramm mit der steigenden Fichtenkurve zeigt.

c. Bruchwaldtorf mit reichlichen Holzresten. Die Radizellen überwiegen noch, daneben finden sich häufig *Gramineen*-Pollen und *Phragmites*-Fragmente. Die Holzresten sind nach Schröter (1904) solche der Rottanne (*Picea*), die er in gleicher Tiefe gefunden hat. Dieses Ergebnis stimmt mit dem Pollenspektrum dieser Tiefe gut überein, welches das *Picea*-Maximum verzeichnet. Diese Ablagerung ist zufolge des geringen Wassergehaltes ein guter Brenntorf.

d. *Equisetum torf* mit den pechschwarzen Rhizomen von *Equisetum* spec. als Leitfossilien. Daneben spärliche Pustelradizellen.

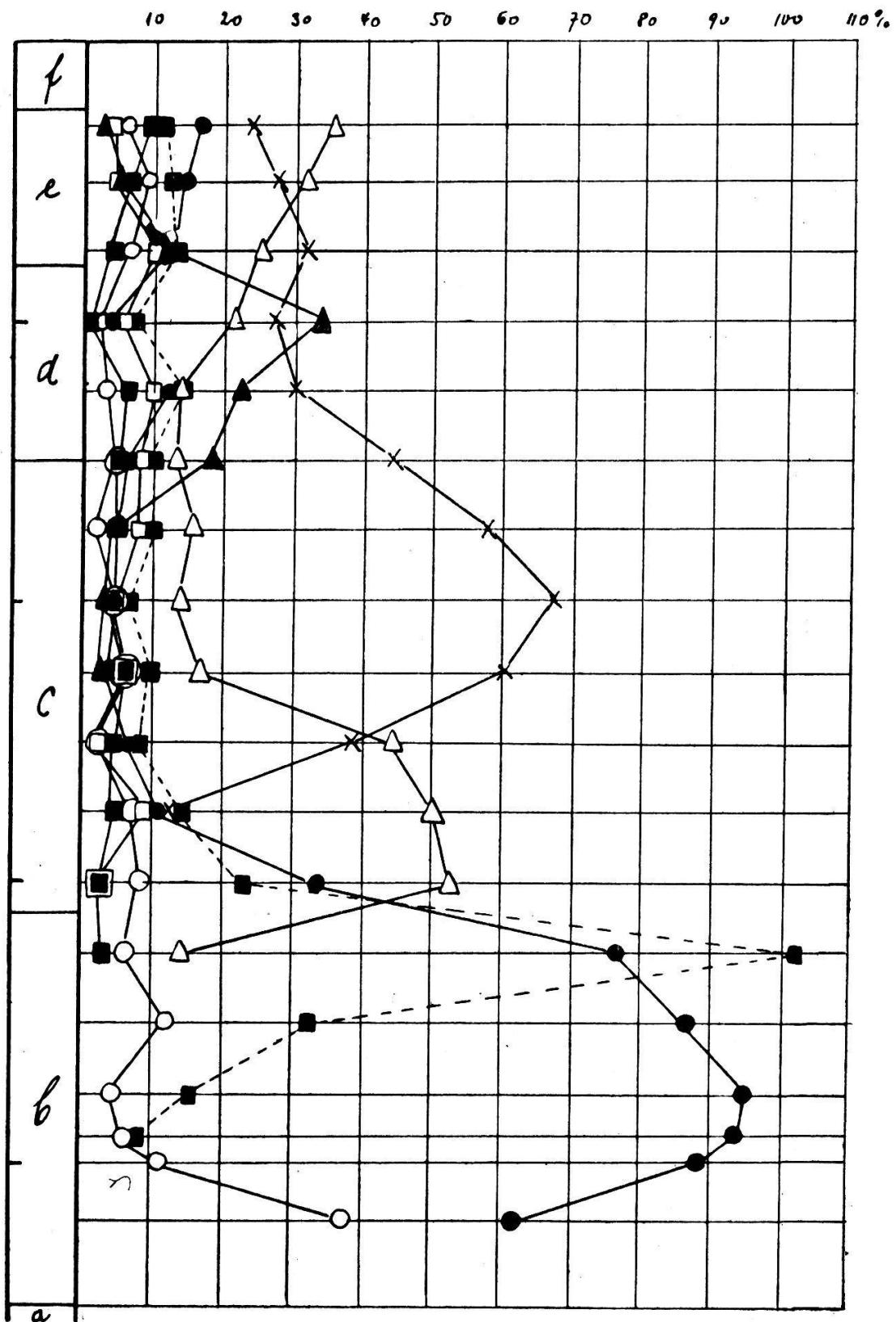
e. Radizellen torf mit einzelnen *Eriophorum vaginatum*-Resten. Die mikroskopische Analyse zeigt neben den Pustelradizellen die Epidermisfragmente des scheidigen Wollgrases. *Ericaceen*-Tetraden, *Sphagnum*reste und -Sporen zeigen uns das sich entwickelnde Hochmoor an.

f. A b r a u m. In den Randpartien des Moores ist der Torfboden zu kultiviertem Ackerland mit Kartoffel-, Kohl- und Haferkulturen umgewandelt worden.

Zu Anfang der Moorbildung (Abb. 21) begann sich der Kieferwald auszubreiten. Der Anstieg der Birkenkurve in ihrem untersten Verlauf deutet noch die vorausgegangene Vorherrschaft der Birke an, auf die auch hier die Dominanz der K i e f e r folgt. Mit 88—95% Pinus haben wir ausgesprochene Föhrenspektren, die restlichen Prozente stammen von der Birke. Zur Zeit des Kiefermaximums wandert die Hasel ein und verzeichnet einen schnell wachsenden Anteil an den Pollenspektren. In der Probe 325 cm notieren wir das H a s e l m a x i m u m mit 102% *Corylus*. Der Kieferanteil ist auf 77% gesunken, der der Birke beträgt 7%. Neu sind erschienen die Fichte mit 14% und von den Komponenten des Eichenmischwaldes die Linde mit 2%. Wie in den bisher betrachteten Diagrammen finden wir auch hier eine symmetrische *Coryluskurve*, auf einen rapiden Anstieg folgt ein ebenso rascher Abfall des Haselanteils. Der Kulminationspunkt der Kurve ist in der Mitte. Die Eichenmischwaldprozente sind in den Voralpenmooren stets ganz geringe, in diesem Diagramm betragen sie in keinem Spektrum mehr als 10%. An seine Stelle tritt die Fichte, die den ausschlaggebenden Anteil an der Waldzusammensetzung ausmacht. Wir erkennen deutlich nach den ausgedehnten Haselbeständen das Ueberwiegen der F i c h t e, die die Hälfte der Pollensumme bestreitet. Während dieser Periode ist die Erle eingewandert, sie hat aber stets nur ganz geringe Prozentwerte zwischen 2--1%. Die Tanne, die ebenfalls neu erscheint, erobert sich rasch die Vorherrschaft, die sie sich während einer längeren Periode der Entwicklung behauptet. Wie sind in der T a n n e n z e i t. Diese beiden Abschnitte entsprechen dem Eichenmischwald des Mittellandes und lassen ebenfalls ein starkes Moorwachstum erkennen, worauf wir

Abb. 21.

Diagramm Wachsdornmoos



später noch näher eintreten werden. Die Buche wandert zur Zeit der Tannenvorherrschaft ein. Vergleichen wir ihr erstes Auftreten hier mit demjenigen in den Mooren des Mittellandes, so ersehen wir, dass sie in den höhern Lagen später erscheint. Eine Erscheinung, die auf ihren Einwanderungsweg schliessen lässt. Die führende Rolle in der Zusammensetzung der Spektren übernimmt nun die Buche, wir kommen in die folgende Periode: die **Buchenzeit**. Wie wir bisher gesehen haben, erstreckt sich diese Phase nur über einen kurzen Abschnitt der Entwicklung. An ihre Stelle treten die Tanne, die ihrerseits von der Fichte überholt wird. Der Anstieg der Kiefernkurve in ihrem obersten Verlauf zeigt uns den Hochmoorwald, das Pinetum, an. Wir können auch hier den Entwicklungsverlauf des postglazialen Waldbildes in die folgenden Phasen zusammenfassen:

- Erste Phase der Birke + Kiefer
- Zweite Phase der Kiefer
- Dritte Phase der Hasel
- Vierte Phase der Fichte } Phase des Eichenmisch-
- Fünfte Phase der Tanne } waldes im Mittelland.
- Sechste Phase der Buche
- Siebte Phase der Fichte-Tanne.

Stauffenmoos bei Heimenschwand (Kt. Bern) 1010 m. ü. M.

Vom Wachseldornmoos gelangt man in westlicher Richtung in das ca. 1 km gegen Heimenschwand entfernt liegende Stauffenmoos. Es umfasst nach Schröter (1904) etwa 20 Hektaren und ist stark abgebaut. Der östliche und nördliche Teil sind zu Mattland oder Ackerboden umgewandelt. Nur am Westrand sind noch einige Reste der ehemaligen Hochmoorvegetation erhalten, *Vaccinium uliginosum*, *Sphagnum cymbifolium*, *Trichophorum caespitosum*, verlandete Torflöcher von *Carex fusca* und Torfgräben voll *Sphagnum cuspidatum*. Die Schichtfolge an der Bohrstelle ist:

- 0 cm — 25 cm Abraum
- 25 cm — 160 cm Sphagnum-Eriophorumtorf
 - bei 90 cm H₅ B₁₋₂ R₂ V₀ F₁
 - bei 150 cm H₆ B₁₋₂ R₂ V₀ F₁₋₂

160 cm — 230 cm Bruchwaldtorf bei 200 cm H₅ B₁₋₂ R₂ V₁₋₂ F₀

230 cm — 290 cm Caricestorf bei 274 cm H₆ B₁₋₂ R₂ V₂ F₀

296 cm Lehm mit Sand

a. L e h m. Diese sandige Lehm-Ablagerung wurde nicht näher untersucht.

b. C a r i c e s t o r f. Wir finden darin stark vertornte Reste von Wurzeln und Pustelradizellen von *Cyperaceen* und *Gramineen*, sowie Pollen von Arten dieser Familien, Sporen von *Filices* und schon vereinzelte *Eriophorum vaginatum*-Fragmente und *Sphagnum*-Sporen, die auch S c h r ö t e r (1904) erwähnt: «Es sind Reste eines Caricetums, hoch interessant durch das frühe Auftreten des scheidigen Wollgrases». Diese Torfart ist makroskopisch durch ihren reichlichen Holzgehalt ausgezeichnet. S c h r ö t e r (1904) hat die Holzreste, die an den hohen Torfwänden zutage treten als Rot-Tannenholz (*Picea*) bestimmt. Die holzführende Schicht fällt wie im benachbarten Wachseldornmoos nach dem Pollenbefund in die ausgesprochene Fichtenzeit. Es decken sich hier das makroskopische und das mikroskopische Ergebnis.

c. B r u c h w a l d t o r f. Wie in der vorigen Torfart erkennen wir noch zahlreiche Pustelradizellen von *Carices* oder *Gramineen*, Sporen von *Filices*, sowie vereinzelte *Eriophorum vaginatum*-Reste sind noch zu verzeichnen.

d. S p h a g n u m - E r i o p h o r u m t o r f, der das Hochmoor erkennen lässt, dessen Oberfläche heute zum grössten Teil zerstört ist. Die Radizellen und Pollen der *Carices* und *Gramineen* treten im mikroskopischen Bild zurück, an ihre Stelle sind die häufigen *Sphagnum*- und *Eriophorum vaginatum*-Fragmente, die *Sphagnum*-Sporen und *Ericaceen*-Tetraden getreten.

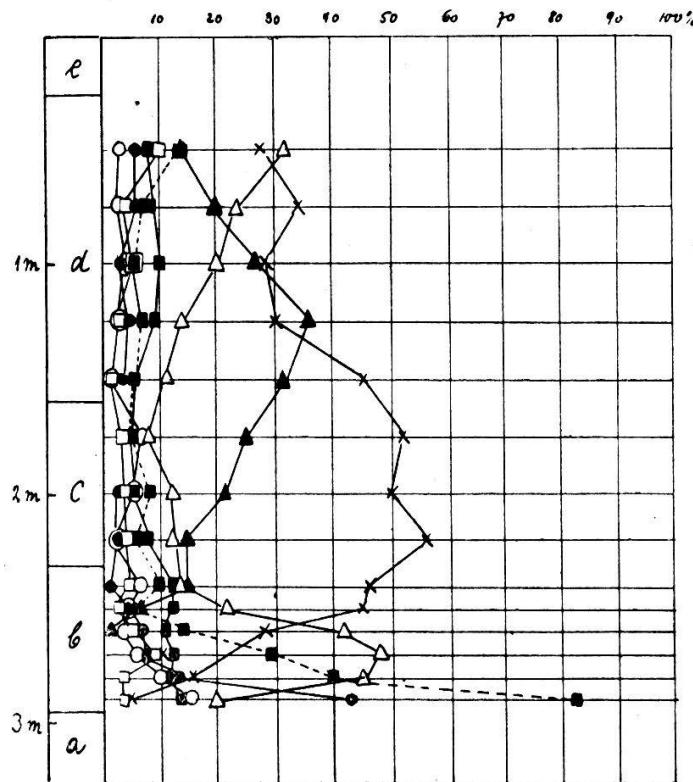
e. A b r a u m. Die Mächtigkeit dieser obersten Schicht schwankt sehr, je nach dem Grad der Umwandlung der Oberfläche in Weideland oder tiefgründigeren Ackerboden.

Die pollenanalytische Untersuchung der Torfproben entwickelt uns folgenden Gang der Waldgeschichte für die Umgebung des Stauffermooses (Abb. 22):

Wir waren in der H a s e l z e i t, als die Torfbildung an diesem Punkte einsetzte. Da die Lehmbablagerung eine mächtige ist, so entspricht ihrer Bildung eine geraume Zeit, und wir dürfen als sicher annehmen, dass der Vorherrschaft der Hasel auch hier diejenige

Abb. 22.

Diagramm Stauffenmoos



der Kiefer vorausgegangen ist, wie wir im Diagramm (Abb. 21) des nur ein km entfernten Wachseldornmoores gesehen haben, wo sich als erste Phase der Waldentwicklung noch die der Kiefer mit einem deutlichen Birken-Anstieg andeutet. Die Untersuchung von Torfproben an den Randpartien, wo Torfschichten der Lehmablagerung in der Mitte des Moores entsprechen, wird zweifellos diese Annahme bestätigen. Im untersten Pollenspektrum dominiert der Haselstrauch mit 83%. Unter den Waldbäumen hat die Kiefer mit 42% den grössten Anteil, ihr am nächsten kommt die Fichte, die schon 20% verzeichnet. Dann folgen die Birke und der Eichenmischwald mit 15% bzw. 14%. Den Rest bestreiten die Tanne mit 5%, die auch schon eingewandert ist, und die Erle mit 4%. Schröter (1904) erwähnt aus den untersten Torfproben Pollen *Picea*, *Tilia*, *Betula*, *Abies*, *Alnus*, und schreibt: «Bemerkenswert sind die Beweise von der frühen Gegenwart verschiedener Laubbäume der Umgebung». Diese Erscheinung können wir in den Voralpenmooren durchgehend machen, dass die Laubbäume mit Ausnahme der Buche schon zur

Haselzeit eingewandert sind, während letztere erst zur Zeit der Vorherrschaft der Fichte zum ersten Mal auftritt.

Die Haselkurve zeigt nun ihren rapiden Abfall, den wir vor allen bisherigen Ergebnissen her kennen und der führende Anteil im Waldbild geht über an die Fichte. In diese Periode fällt die Holzschicht in 274 cm Tiefe, die schon Schröter (1904) erwähnt hat. Die gleiche Erscheinung konstatieren wir auch im Wachsdornmoos, in den Mooren von Einsiedeln und Altmatt-Rothenturm eine Erscheinung, auf die wir noch eintreten werden. Die Kiefer tritt ganz zurück, während die Tanne an Ausbreitung gewinnt. Im Spektrum, in dem sich der Anteil der Tanne dem der Fichte nähert, kurz vor dem Schnittpunkt der beiden Kurven erscheint zum erstenmal die Buche. Die Tanne überholt nun die Fichte und erhält die ausgesprochene Dominanz, wir sind in der Tannenzeit. Alle Waldbäume mit Ausnahme der Fichte und der Buche machen in der Pollensumme nur Beträge unter 10% aus, erstere anfänglich noch 13—12%, während die Buche kräftig ins Waldbild vordringt. Sie erobert sich nach einem stetigen Anstieg ihrer Kurve die Vorherrschaft, wir notieren die Buchenzeit. Diese ist in unserem Diagramm nur in einer Probe zu erkennen, nachher kämpfen die Tanne und die Fichte um die Vorherrschaft, während die Buche als waldbildender Bestandteil zurücktritt. Diese letzte Phase der Tanne-Fichte, wobei letztere im obersten Pollenspektrum die grösste Ausbreitung verzeichnet, bildet auch hier den Abschluss der Waldgeschichte und den Uebergang in das rezente Waldbild.

Zusammenfassung der Moore der Voralpen.

Die Untersuchung der einzelnen Moore setzt zu verschiedenen Stadien der Entwicklung des Waldbildes ein. Eine Verbreitung der Birke zu Anfang der Moorbildung lässt nur das Wachsdornmoor bei Heimenschwand erkennen, deren unterstes Pollenspektrum einen beträchtlichen Anteil der Birke zeigt, der die vorausgegangene Birkenphase andeutet. Dann folgt die Kiefernperiode, die in der Hälfte der untersuchten Moore zu konstatieren ist.

TABELLE 11. — Kiefernperiode der Moore der Voralpen.

	Einsiedeln	Altmatt-Rothenturm	Wachsdornmoos
	890 m	930 m	1005 m
	%	%	%
Pinus	93	95	95
Betula	7	5	5
Corylus	4	13	16

Dem überwiegenden Anteil der Föhre stehen nur geringe Birkenprozente gegenüber. Ins Unterholz ist der Haselstrauch eingewandert. Wir erkennen auch in den Voralpenmooren zu Beginn der Moorbildung eine ausgesprochene Waldarmut.

Die starke Ausbreitung des Haselstrauches, der von der Unterholzkomponente mit geringen Werten zum ausschlaggebenden bestandbildendem Strauch anwächst, führt uns in die Haselperiode. (Tab. 12.)

TABELLE 12. — Haselperiode der Moore der Voralpen.

	Einsiedeln	Altmatt-Rothenturm	Wachsdornmoos	Stauffenmoos
	890 m	930 m	1005 m	1010 m
	%	%	%	%
Corylus	77	106	102	83
Pinus	48	38	77	42
Picea	21	—	14	20
Betula	30	33	7	15
Alnus	0,5	15	—	4
Eichenmischwald	0,5	14	2	14
Abies	—	—	—	5

Neben der Kiefer, die stark zurückweicht, sind als Nadelhölzer die Fichte und im Stauffenmoos schon die Tanne eingewandert. An Laubhölzern verzeichnen wir das Auftreten der Erle und des Eichenmischwaldes, in letzterem ist es die Linde, die sich zuerst angesiedelt hat. Die Haselkurve, die ihren Kulminationspunkt bei 77 bis 106 % verzeichnet, zeigt auch in den Voralpenmooren einen sehr symmetrischen Verlauf. Auf die fast plötzliche starke Ausbreitung folgt eine ebenso rasche Abnahme, an Stelle der Hasel gewinnt die Fichte

an Boden. Diese Entwicklungsphase ist nun in allen sechs Mooren zu erkennen.

TABELLE 13. — Fichtenperiode der Moore der Voralpen.

	Ein-siedeln 890 m	Altmatt-Rothen-turm 930 m	Vord. Geiss-boden 935 m	Hint. Geiss-boden 970 m	Wachsel-dornmoos 1005 m	Stauffen-moos 1010 m
	%	%	%	%	%	%
Picea . . .	80	66	58	48	50	47
Abies . . .	5	20	23	36	12	10
Pinus . . .	4	2	9	7	16	8
Betula . . .	6	4	6	3	8	6
Eichen-mischwald	3	2	—	4	5	13
Alnus . . .	2	3	4	2	9	9
Fagus . . .	—	3	—	—	—	—
Corylus . . .	8	2	—	21	13	29

In den Mooren des Mittellandes ist es der Eichenmischwald, der die Vorherrschaft im Waldbild von der Hasel übernimmt. In den Voralpen ist es durchgehend die Fichte, die eine der Haselperiode folgende Entwicklungsphase ausmacht. Ihre Dominanz mit 47 % bis 80 % ist eine deutliche. Der Eichenmischwald erreicht nur sehr geringe Werte, die im Maximum 13 % betragen (Stauffenmoos). Die übrigen Laubhölzer verzeichnen Werte von 3 bis 9% für die Birke und 2 bis 4 % für die Erle (bezw. 9 % im Stauffenmoos). Die Tanne erscheint während dieser Phase und kommt mit ihrem stets wachsendem Anteil der Fichte am nächsten. Sie erobert sich die Dominanz, wir sind in der folgenden Periode der Tanne (Tab. 14).

In diesem Waldbild finden wir nun schon alle Waldbäume vertreten, die von der Pollenanalyse erfasst werden können. Die Buche ist in dieser Zeit neu erschienen (im Moor von Altmatt-Rothenturm schon zur Fichtenperiode); vergleichen wir ihr erstes Auftreten mit demjenigen in den Mooren des Mittellandes, so erkennen wir hier eine Verspätung, die auf die Einwanderungswege der Buche schließen lässt. Den Tannenprozenten am nächsten kommen zunächst noch die der Fichte. Die Werte der Kiefer und der Birke sind gleich geblieben wie in der vorangegangenen Phase, ebenso die des Eichen-

TABELLE 14. — Tannenperiode der Moore der Voralpen.

	Ein-siedeln 890 m	Altmatt-Rothen-turm 930 m	Vord. Geiss-boden 935 m	Hint. Geiss-boden 970 m	Wachsel-dornmoos 1005 m	Stauffen-moos 1010 m
	%	%	%	%	%	%
<i>Abies</i> . . .	51	49	48	52	68	56
<i>Picea</i> . . .	18	24	20	14	14	12
<i>Pinus</i> . . .	3	2	5	6	4	3
<i>Betula</i> . . .	6	4	3	5	4	3
Eichen-mischwald	3	2	9	8	3	8
<i>Alnus</i> . . .	13	12	10	13	4	4
<i>Fagus</i> . . .	6	7	4	2	3	14
<i>Corylus</i> . . .	3	6	6	7	6	6
<i>Salix</i> . . .	—	1	—	—	—	—

mischwaldes. Das Unterholz besteht zur Hauptsache aus der Hasel, der sich noch die Weide zugesellt. Die Erle verzeichnet eine deutliche Zunahme, wir haben Werte von 4 bis 13 %, in der Mehrzahl über 10 %, während zur Fichtenzeit der mittlere Anteil der Erle nur 4 % betrug. Die Buche ist anfänglich nur spärlich vertreten, sie gewinnt aber stetig an Ausbreitung, bis sie in der Buchenzeiteit die führende Rolle im Waldbild übernimmt.

TABELLE 15. — Buchenperiode der Moore der Voralpen.

	Ein-siedeln 890 m	Altmatt-Rothen-turm 930 m	Vord. Geiss-boden 935 m	Hint. Geiss-boden 970 m	Wachsel-dornmoos 1005 m	Stauffen-moos 1010 m
	%	%	%	%	%	%
<i>Fagus</i> . . .	30	41	38	40	35	37
<i>Abies</i> . . .	25	20	23	12	28	30
<i>Picea</i> . . .	13	21	10	10	21	13
<i>Pinus</i> . . .	13	5	3	18	5	5
Eichen-mischwald	9	5	15	7	1	9
<i>Betula</i> . . .	6	4	3	4	4	3
<i>Alnus</i> . . .	4	4	8	9	7	3
<i>Corylus</i> . . .	2	2	8	12	7	7

Auf die Tannenforste sind also in den Voralpen die Buchenwälder gefolgt, die in den Mooren des Mittellandes den Eichenmischwald abgelöst haben. Ihre Dominanz ist eine recht deutliche, wenn auch nicht so überwiegende wie in den Maxima der vorangehenden Perioden, je ärmer das Waldbild war, um so schärfer waren die einzelnen Kulminationspunkte zufolge der geringen Konkurrenz der Waldbäume ausgeprägt. Bei der reichen Waldzusammensetzung ist dagegen der Kulminationspunkt der Buchenkurve nicht mehr ein über die andern Kurven hoch erhabener. Ziehen wir die geringe Pollenproduktion der Buche gegenüber den Nadelhölzern in Betracht, so erkennen wir, dass erstere eine grossartige Verbreitung gehabt haben muss. Dem Anteil der Buche nahe kommen die Tanne, die durch sie abgelöst wurde und die Fichte. Diese verzeichnet wieder grössere Ausbreitung als während der Tannenzeit. Die übrigen Waldbäume figurieren unter 10%.

Der nun folgende Verlauf der Baumkurven zeigt die Konkurrenz der Tanne mit der Fichte. Zuerst ist es die Tanne, der der grösste Anteil am Pollenniederschlag zukommt, nachher gewinnt die Fichte dauernd die Vorherrschaft, was auch im heutigen Waldbild zu erkennen ist.

C. Moore des Jura.

Moor von Bellelay (Kanton Bern) 935 m ü. M.

Das ca. 65 Hektaren grosse Moor wird durch die Strasse Tavannes-le Fuet-Bellelay in zwei Teile zerlegt. Oestlich der Strasse ist nach Schröter (1904) ein deutlich über dem umgebenden Flachmoor gewölbtes, etwa 450 m breites Hochmoor mit einem reinen Pinetum (*P. uncinata*) innerhalb eines typischen *Sphagneto-Eriophoreto-Vaccinietums* mit *Oxycoccus*, *Aulacomnium* und kleinen von *Sphagnum plumosum* erfüllten Torflöchern, während trockene Zeugen mit *Polytrichum*-Tundren bekleidet sind. Westlich der Strasse erstreckt sich das Moor ca. 1,7 km nach Westen. In diesem Teil wurde es stark

abgebaut, wovon die ausgedehnten treppenartigen Torfstiche Zeuge sind. Im südlichen Teil ist noch ein Rest der Hochmoor-Vegetation erhalten geblieben. In einem kleinen Pinetum (*P. uncinata*) mit *Betula pubescens* finden wir eine Hochmoorgesellschaft, bestehend aus *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Sphagnum cymbifolium*, *Aulacomnium* und *Eriophorum vaginatum*. An dieser Stelle ergab sich bei der Bohrung folgender Aufbau des Moores:

0 cm — 30 cm Abraum

30 cm — 125 cm Sphagnum-Eriophorummutter

bei 50 cm H₄ B₂ R₁₋₂ V₀ F₂

bei 120 cm H₅ B₁₋ R₁₋ V₀ F₀₋₁

bei 150 cm H₄ B₂ R₂ V₀ F₀

125 cm — 212 cm Caricestorf

212 cm — cm Lehm.

a. Leh m. Der Untergrund, auf dem der Glaziallehm aufruht, wurde nicht erreicht, da die Lehmschicht ziemlich mächtig ist.

b. C a r i c e s t o r f. In den unteren Lagen ist dieser gleichförmige Radizellentorf noch reich an Mineralsplittern. Charakteristisch sind die zahlreichen Pustelradizellen von Cyperaceen und Gramineen. Daneben notiert man noch makroskopische Reste von *Phragmites* (plattgedrückte Rhizome), von *Equisetum* (pechschwarze Rhizomteile), sowie vereinzelte *Menyanthes*-Samen. In den oberen Lagen erscheinen im mikroskopischen Bild schon die *Eriophorum*-fragmente.

c. S p h a g n u m - E r i o p h o r u m t o r f. Diese mächtige Hochmoorablagerung ist durchsetzt von den Scheidenfragmenten des scheidigen Wollgrases, von Stengel- und Blattresten, sowie Sporen der *Sphagnum*. Als untergeordnete Bestandteile seien noch die Ericaceentraden und die selten fehlenden *Mykorrhiza*-Mycelien erwähnt.

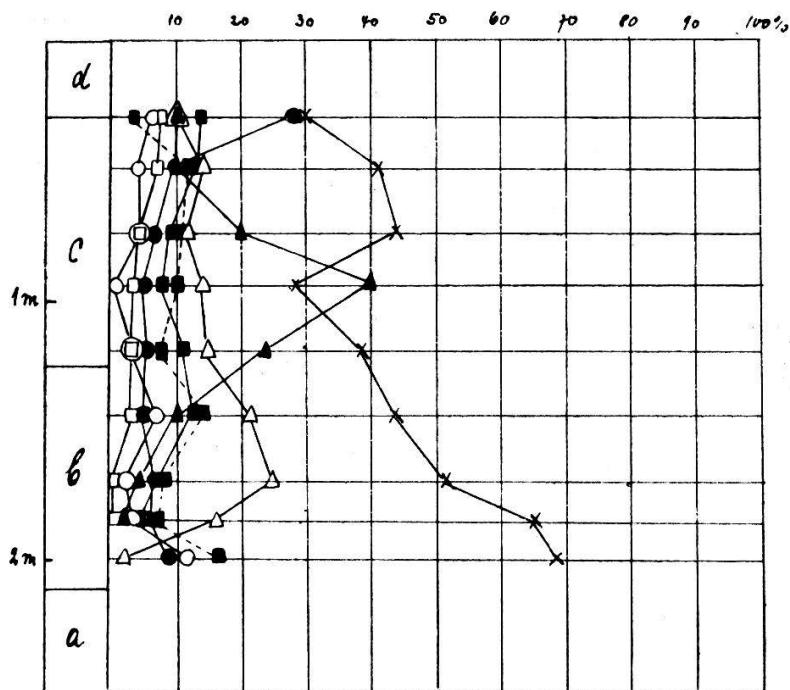
d. A b r a u m. Zufolge des Abbaues ist diese oberste Schicht stark beeinflusst. Wo sie noch unberührt ist, lässt sie reinen, stark humifizierten Sphagnumturf erkennen.

Die pollanalytische Untersuchung entwickelt uns folgende postglaziale Waldgeschichte für die Umgebung dieses Moores (siehe Abb. 23).

Die Tanne herrschte vor, als die Torfablagerung begann. Da aber die Proben der Randpartie des Moores entnommen wurde, da

Abb. 23.

Diagramm Bellelay



in den zentralen Teilen das ganze Profil durch den umfassenden Abbau zerstört ist, so setzt unsere Untersuchung nicht zu Anfang der Moorbildung ein. Welche Entwicklungsphasen der Tannenperiode vorangegangen sind, darüber geben die noch folgenden Juramoore Auskunft. Die Tannenkurve hat in dem untersten Spektrum mit 69 % ihr Maximum. Von den übrigen Waldbäumen sind vertreten: die Fichte mit 12 %, die Birke und die Föhre mit 11 % bzw. 8 %, im Unterholz erwähnen wir die Hasel mit 16 %. Während die Tanne allmählich zurückweicht, gewinnt die Fichte etwas an Ausbreitung, sie erreicht jedoch nur die Hälfte des Tannenanteils in ihren grössten Pollenwerten. Die Buche ist zu dieser Zeit eingewandert und erhält stetig grössere Ausdehnung, um dann die Tannenkurve zu schneiden und die Vorherrschaft zu erlangen. Wir sind in der Buchenzei t. Nach ihrer Dominanz, die auf ein einziges Pollenspektrum beschränkt bleibt, wird die T a n n e wieder zum führenden Bestandteil im Waldbild. Der Buchenanteil schwindet rasch, dagegen gewinnt die Kiefer an Boden. In dem Anstieg der Kiefernkurve macht sich sehr wahrscheinlich das einst ausgedehnte Pinetum auf dem Moor und in dessen Umgebung geltend, das uns heute nur noch in einigen Fragmenten erhalten ist.

Wir erkennen in diesem Diagramm leicht folgende Phasen der Waldentwicklung:

- Phase der Tanne
- Phase der Buche
- Phase der Tanne-Buche-Fichte mit deutlichem Kiefernanstieg.

Moor du Moulin de la Gruyère (Kanton Bern) 1000 m ü. M.

Etwa in der Mitte zwischen Tramelan und Saignelégier liegt an der Westseite der Strasse die Sägemühle «la Gruyère». Die zahlreichen Quellen dieses Gebietes bilden den Etang de la Gruyère, dessen Abfluss zum Betrieb dieser Säge, die eine frühere Mühle ersetzt hat, verwendet wird. Der vielfach verzweigte See ist umgürtet von torfigen Ufern, welche von einem prächtigen Hochmoorwald bestockt sind: Das Moor ist wenig abgebaut. Am Boden des geschlossenen Pinetum (*P. uncinata*) mit eingestreuten *Picea excelsa* und *Betula pubescens* finden sich nach Schröter (1904, Seite 443) die Polster eines *Sphagneto-Eriophoreto-Vaccinietums* aus *Sphagnum cymbifolium*, *Sphagnum acutifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus*, *Andromeda*, *Vaccinium uliginosum*, Gestrüpp von *Calluna vulgaris*, und am südlichen Rande finden sich 0,5 m hohe *Betula nana*. Bei der Bohrung am Ufer des Sees ergab sich folgendes Profil:

0 cm — 20 cm Abraum, rezente Wurzelschicht.
20 cm — 115 cm Sphagnum-Eriophorumtorf
bei 30 cm H₅₋₆ B₂ R₀ V₀ F₁
bei 190 cm H₅ B₂ R₀ V₁₋₂ F₁₋₂
115 cm — 210 cm Caricestorf
bei 150 cm H₄ B₂ R₂ V₀ F₀
bei 205 cm H₅ B₁₋₂ R₂ V₀ F₀
210 cm — Lehm.

a. Lehm.
b. Caricestorf mit den zahlreichen Pustelradizellen von *Gramineen* und *Cyperaceen* neben deren Pollen. In den Uebergangsschichten zum Lehm zahlreiche Mineralsplitter, sowie nicht näher bestimmbar Algenkolonien. Im oberen Teil der 95 cm mächtigen

Ablagerung erscheinen die Reste des scheidigen Wollgrases und ver einzelte *Sphagnum*-sporen.

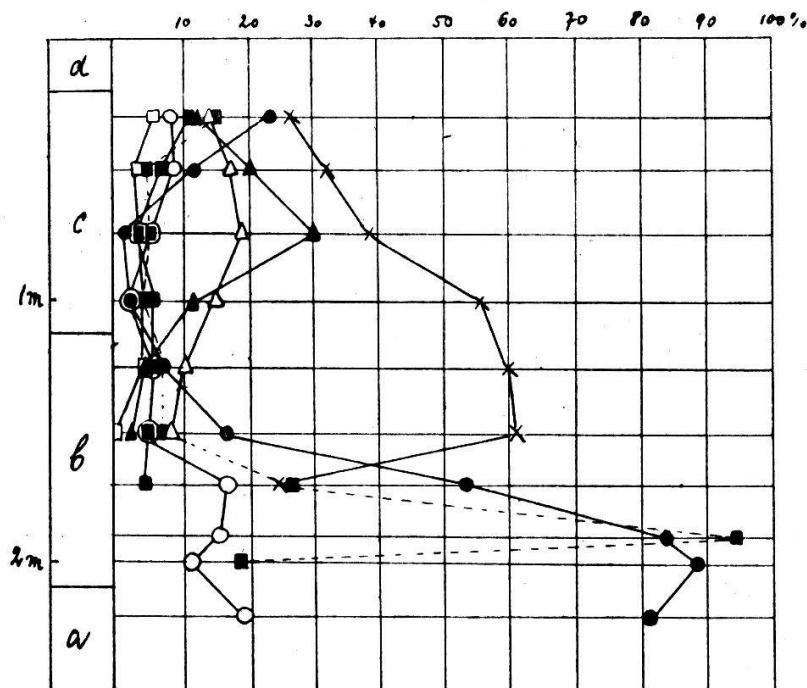
c. *Sphagnum-Eriophorum*-torf. Diese typische Hochmoorbildung ist in ihren untern Teilen reich an den leicht kenntlichen Scheidenfragmenten von *Eriophorum vaginatum*, die aus dem dunklen Torf hervorleuchten. In den obern Schichten geht der Torf in ein ausgesprochenes *Sphagnetum* über. Im mikroskopischen Bild herrschen die Moosresten und Sporen vor. *Ericaceen*-tetraden und *Pilzmycelien* sind die bekannten accessorischen Bestandteile.

d. *Abram*. Diese Schicht ist durchsetzt von den Wurzeln der Hochmoorvegetation und wurde nicht mehr untersucht.

Die mikroskopische Durchsicht der Proben ergab schon ein vollständigeres Bild, als wir es im vorigen Diagramm vom Moor von Bellelay kennen gelernt haben. Das Pollendiagramm (Abb. 24) zeigt den Beginn der Torfbildung zur Zeit der Kiefer an. Die unterste Probe verzeichnet einen geringen Zuwachs der Birkenprozente, die eine vorausgegangene Birkenphase noch andeuten mögen, der wir in den Ergebnissen des Moorgebietes von les Ponts-de-Martel noch begegnen werden. Die Dominanz der Föhre ist mit 81—89 % eine ausgesprochene. Anfänglich notieren wir nur noch das Vorkommen der Birke mit 19 bis 11 %, dann wandert der Haselstrauch ins Unterholz ein. Auf einen ersten Anteil von 18 % erhält er eine ausgedehnte Ausbreitung, die uns erlaubt, von einer Haselzeit zu sprechen. Mit 95 % *Corylus* erkennen wir, dass die Hasel auch im Jura auf die Vorherrschaft der Kiefer gefolgt ist und eigene fast reine Bestände gebildet haben mag. Wie wir in den bisher behandelten Mooren des Mittellandes und der Voralpen gesehen haben, so verzeichnet die Haselkurve einen sehr symmetrischen Verlauf, auf den raschen Anstieg, der im deutlichen Kulminationspunkt endigt, folgt das starke Zurückweichen. An ihre Stelle tritt nochmals die Kiefer, mit allerdings geringeren Werten (54%). Neu sind die Tanne (24%) und die Linde (5 %) als Komponente des Eichenmischwaldes eingewandert. Erstere überholt den Föhrenanteil und führt uns in die folgende Phase der Tannenzeit. Zur Zeit des Maximums der Tanne wandern neu ein die Fichte, die Buche und Erle mit 8 %, 3 % bzw. 1 %. Wie wir im soeben besprochenen Entwicklungsgang des Moores von Bellelay gesehen haben, erlangt die Fichte anfänglich eine stärkere Ausbreitung, wird dann aber von der Buche überholt. Die deutliche

Abb. 24.

Diagramm „la Gruyère“



Kulmination der Buchenkurve lässt die Buchenzeitepochen erkennen. Ihr Anteil aber erreicht nicht denjenigen der Tanne, sondern nähert sich ihm nur auf 9 %. Ziehen wir aber die grössere Pollenproduktion der Nadelhölzer gegenüber den Laubhölzern, speziell der Buche gebührend in Betracht, so sind wir, glaube ich sicher berechtigt, von einer Buchenzeitepochen auch in diesem Moor sprechen zu dürfen. Der übrige Verlauf der Entwicklung ist eine Tannen-Buchenzeit mit einer Ausbreitung der Föhre und der Fichte. In diesem obersten Anstieg der Kieferkurve, deren Anteil nahe an den der Tanne reicht, erkennen wir wieder das Pinetum des Hochmoores, dem noch die Fichte beigesellt ist.

Die verschiedenen Phasen der postglazialen Waldgeschichte für den Jura sind in diesem Moor schon vollständiger ausgebildet:

- Phase der Kiefer
- Phase der Hasel
- Phase der Tanne
- Phase der Buche
- Phase der Tanne-Buche-Fichte mit deutlicher Ausbreitung der Kiefer.

La Chaux de Breuleux (Kanton Bern) 990 m ü. M.

Nördlich der Bahnlinie Tramelan - La Chaux sur Breuleux breitet sich in der flachen mit Molasse ausgekleideten Mulde von le Cernil im NE gegen les Breuleux im SW ein etwa 60 Hektaren grosses Moor aus. Die ursprüngliche Hochmoordecke ist im Osten nach Schröter (1904, Seite 444) durch einen Brand vom Jahre 1875 zerstört worden. Daher findet man dort die *Betula nana* nicht mehr. Während der Nachkriegsjahre hat ein gross angelegter Torfabbau eingesetzt, so dass heute nur noch spärliche Reste der einstigen Oberflächen-Vegetation erhalten sind. Im Westen haben wir noch einen krüppeligen Niederwald von kaum einem Meter hohen Sumpfföhren und zwergigen *Picea excelsa*. Höhere *Pinus uncinata* sind gehauen worden und die zahlreichen Stummel verraten, dass die Schaufel des Torfarbeiters auch hier in diesen letzten Resten bald eingreifen und vernichten wird.

Die Bohrung wurde in der Mitte des Moores vorgenommen, etwas östlich der Ecke der Gemeindegrenzen, die hier mit Stacheldraht gekennzeichnet sind. In der Nähe befindet sich noch ein ziemlich geschlossener *Pinus uncinata*-Bestand innerhalb eines *Sphagneto-Eriophoreto-Vaccinietums* mit reichlich *Trichophorum alpinum*. Nackte Torfflächen sind mit *Polytrichum commune*-Polstern bedeckt, oder von *Calluna* besetzt. Als Profil ergab sich:

0 cm —	80 cm	reiner Sphagnumturf	H ₇ B ₂ R ₀ V ₀ F ₀₋₁
80 cm —	205 cm	Sphagnum-Eriophorumturf	
	bei 100 cm	H ₅ B ₂ R ₂ V ₀ F ₁₋₂	
	bei 150 cm	H ₄₋₅ B ₂ R ₁₋ V ₀₋ F ₁₋₂	
	bei 150 cm	H ₄₋₅ B ₂ R ₁₋ V ₁₋ F ₁₋₂	
205 cm —	368 cm	Caricestorf	
	bei 250 cm	H ₄ B ₂ R ₂ V ₀ F ₀	
	bei 300 cm	H ₅ B ₂ R ₂ V ₀ F ₀	
368 cm		Lehm	

a. L e h m. In dem (ausgelaugten) Glazialton des Rhonegletschers fanden sich weder Konchylien noch pflanzliche Reste. Seine Mächtigkeit wurde nicht erbohrt.

b. C a r i c e s t o r f. Sehr stark vertorfter Radizellentorf aus *Gramineen* und *Cyperaceen*. Ausserdem sind Farnreste und Farn-

sporen aufzuführen. Schröter (1904, Seite 445) erwähnt Linden- und Birkenreste sowie Pollen von *Picea*, *Pinus*, *Tilia* und *Betula*. Diese Funde stimmen mit dem pollenanalytischen Ergebnis gut überein. Es ist aber möglich, dass es *Abies*-Pollen sind und keine *Picea*-Pollen, die er an erster Stelle erwähnt, und die in dieser Torfschicht sehr häufig sind.

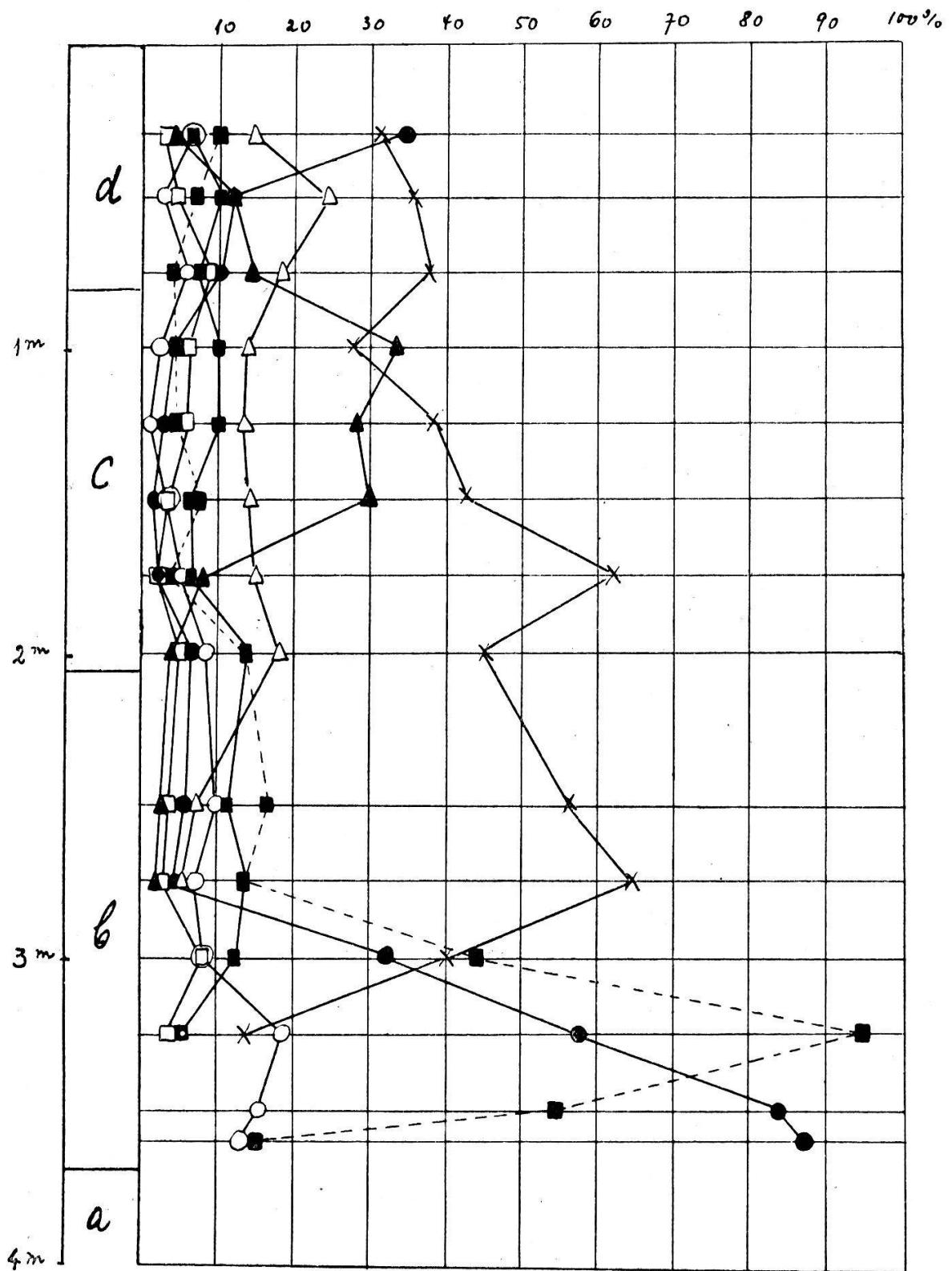
e. Sphagnum-Eriophorum-torf. Während die unteren Strata noch reichlich *Eriophorum*-reste enthalten, wird der Torf gegen oben zu fast reinem Sphagnetum mit wenig Hochmoormycelien und einzelnen *Vaccinium*-pollentetraden. Schröter (1904) führt als Fossilien ausserdem an: *Pinus*-nadeln, Pollen von *Picea* und *Betula*, was mit dem Pollenbefund gut stimmt. Die Funde von Kiefernneedeln lassen sich mit der letzten Ausbreitung der Kiefer gut erklären.

d. Abram. Diese Schicht ist an der Bohrstelle schon entfernt worden, da der Boden zur Torfausbeutung «präpariert» wurde.

Wir sind in der ausklingenden Kiefernzeit als die Torfbildung an dieser Stelle einsetzte (siehe Abb. 25). Mit 84—87% dominiert die Föhre im Waldbild gegenüber einem Birkenanteil von 16—13 %. Im Unterholz erscheinen Weide und Hasel. Ein Anstieg der Birkenkurve, der ein Sinken der Kiefernwerte zur Folge hat, ist hier nicht wie im benachbarten Moor du Moulin de la Gruyère nachzuweisen. Der nun folgende Verlauf der postglazialen Waldentwicklung ist dagegen genau derselbe, wie wir ihm in den schon besprochenen Mooren begegnet sind. Die Hasel gewinnt nach der Kiefer die grösste Ausbreitung, wir haben die Haselpériode, in der sie mit 95 % den grössten Anteil besitzt. Neu sind zu verzeichnen die Tanne mit 14%, die Linde mit 3%, die Eiche mit 2% und die Erle mit 4%. Von den Komponenten des Eichenmischwaldes ist also auch hier die Linde der erste Ansiedler. Von den Waldbäumen erhält die Tanne den grössten Anteil und leitet den folgenden Abschnitt ein: die Tannenperiode. Die Dominanz der Abiesprozente ist eine lang andauernde, was auf starkes Moorwachstum schliessen lässt. Zur Zeit des Tannenmaximums verzeichnen wir die Einwanderung der Fichte und der Buche, die anfänglich mit nur geringen Anteilen am Pollenniederschlag vertreten sind. Vergleichen wir den Verlauf der Fichtenkurve mit demjenigen des Diagramms von Bellelay, so erkennen wir eine spätere

Abb. 25.

Diagramm „la Tourbière“



Einwanderung und langsamere Ansiedelung dieses Nadelbaumes. Der Anstieg der Fichtenkurve zur Tannenzeit ist hier nur ganz schwach angedeutet, im Gegensatz zu obiger Mooruntersuchung. Auf diese Erscheinung, die bei Behandlung der Moore von les Ponts-de-Martel noch deutlicher hervortritt, wird später noch näher einzutreten sein.

Die Vorherrschaft der Tanne geht nun über an die Buche, die in der Probe 100 cm ihr Maximum verzeichnet. Ihr am nächsten in der Zusammensetzung des Waldbildes kommt die Tanne, dann folgen die Fichte, der Eichenmischwald, die Erle, Kiefer und die Birke, sowie auch der Haselstrauch. Die Buchenzeit ist auch in diesem Moor auf eine einzige Probe beschränkt. Die Tanne überholt wieder den Buchenanteil, und die Fichte zeigt vermehrte Ausbreitung, als Uebergang in unser rezentes Waldbild. Der Anstieg der Pinus-Kurve in ihrem obersten Verlauf mag als Folge des Ueberganges der Hochmoorvegetation zum Pinuswald gedeutet werden.

Moore von Les - Ponts - de - Martel (Kt. Neuenburg)

1000—1018 m ü. M.

Von La Chaux-de-Fonds gelangt man in südöstlicher Richtung mit der Bahn in das kahnförmige blinde Tal von Les Ponts de Martel-La Sagne. Das 18,6 km lange Tal ist auf eine Länge von annähernd 14 km von Mooren bedeckt, mit einer Fläche von ursprünglich über 17 km² (nach Schröter 1904, Seite 455). Der Rhonegletscher und lokale Eisströme haben auf den jurassischen und kretacischen Kalken, die von schwer durchlässiger Molasse bedeckt sind, ihre Moränen abgelagert. Da aber die untersten Moorbildungen, der Glaziallehnm, stets mächtig ist, so wurde dieser Moräenschutt nirgends angebohrt.

Mitten durch das Moor fliesst der «Bied», ein Bach, der im Hochsommer ziemlich tief sein kann. Durch ihn wird das grosse Moorgebiet in eine westliche und östliche Hälfte geteilt. Die Bohrungen wurden einerseits in der Mitte des westlichen Gebietes «Voisinage» und im südwestlichen tiefsten und breitesten Teile «Emposieux» ausgeführt.

Moor sous le Voisinage 1005 m ü. M.

Oestlich der Strasse von Les Ponts nach Martel dehnt sich das Moorgebiet sous le Voisinage aus. Zwischen diesem und dem eigentlichen Moor beobachtet man einen Streifen meliorierten Landes. Die entwässerte Moorerde eignet sich gut zur Kultur von Kohl, Kartoffeln und Hafer. Durchschnittlich 250 m vom Weiler «le Voisinage» entfernt, befinden sich mächtige Torflager, die stark abgebaut worden sind. Die Mächtigkeit beträgt 3—4 m, die Torfstiche sind über 2½ m hoch. In der südöstlichen Ecke erkennen wir an den spärlichen Resten die ehemalige Hochmoordecke. *Betula nana* ist stellenweise recht zahlreich mit *Pinus uncinata* und einem Unterwuchs aus *Calluna*, wenig *Eriophorum vaginatum* und *Trichophorum caespitosum*. Das Profil zeigt folgenden Aufbau:

0 cm —	20 cm	Abraum
20 cm —	50 cm	Sphagnumtorf H ₆₋₇ B ₁ R ₀ V ₀ F ₀
50 cm —	210 cm	Sphagnum-Eriophorumtorf
	bei 100 cm	H ₄₋₅ B ₂ R ₂ V ₀ F ₁₋₂
	bei 175 cm	H ₅₋₆ B ₂ R ₂ V ₀ F ₂
210 cm —	345 cm	Caricestorf
	bei 250 cm	H ₄ B ₂ R ₂ V ₀ F ₀
	bei 320 cm	H ₄₋₅ B ₂ R ₂ V ₁₋₂ F ₀
345 cm		Lehm

a. L e h m.

b. C a r i c e s t o r f. Die vielen Pustelradizellen von *Cyperaceen* und *Gramineen* deuten die Flachmoorvegetation an, die zuerst geherrscht hat. In den tiefen Proben haben wir reiche Beimengung von Mineralsplittern, und häufig Rhizome von *Phragmites*. In 320 cm stösst man auf Holzresten, die Schröter (1904) in entsprechenden Tiefen dieses Moores auch gefunden und als *Pinusholz* bestimmt hat. Der Horizont fällt in die ausgesprochene Kiefernzeit, die Bestimmung erhält ihre volle Bestätigung. In den oberen Teilen dieses Torfes befinden sich zahlreiche faserige Reste, die nach Schröter Blattscheiden von *Scheuchzeria palustris* sind, und die Zwischenmoorvegetation dokumentieren. Die Probe aus 225 cm verzeichnet schon das Auftreten von *Eriophorum-Fasern* und vereinzelten *Sphagnum*-Resten.

c. *Sphagnum*-*Eriophorum* torf. Es ist faseriger, deutlich erkennbarer Hochmoortorf, mit den bisher beschriebenen Bestandteilen.

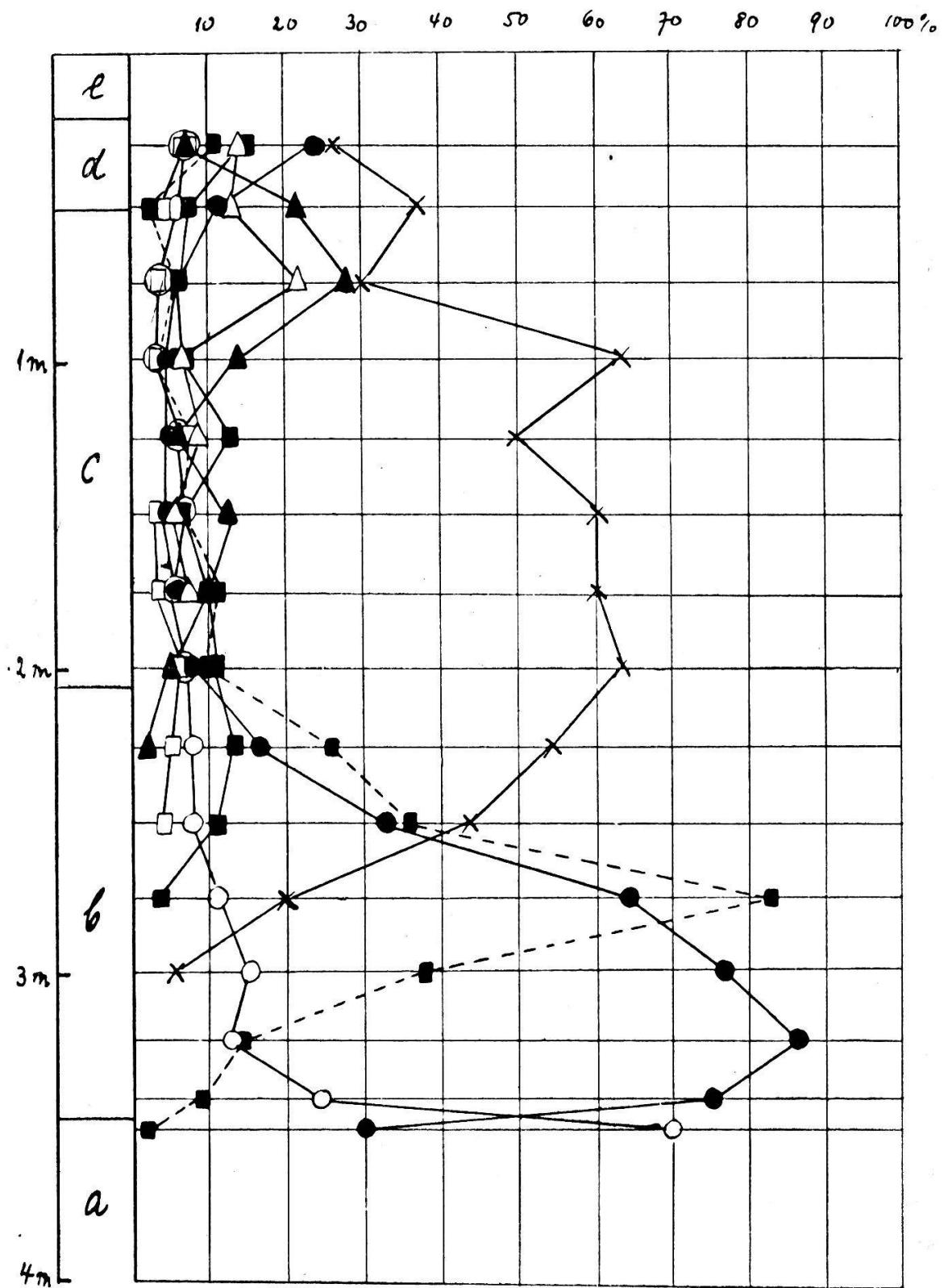
d. *Sphagnum* torf. Die mächtige Ablagerung unter c. geht oben in reinen Sphagnumturf über, der sehr hoch humifiziert ist H₆₋₇. Wir notieren bei der mikroskopischen Analyse: stark vertorfte *Sphagnum*fragmente, vereinzelte Epidermisreste des scheidigen Wollgrases, Hochmoormycelien, Pollentetraden von *Ericaceen* und *Sphagnum*-Sporen. Schröter (1904, Seite 461) erwähnt Pollen von *Picea*, *P. montana*, *Tilia* und *Betula*. Wie er aber den Pollen der Bergföhre von dem der Waldföhre unterscheiden konnte, darüber finden sich keine Angaben.

e. *Abruum* mit Wurzeln der rezenten Vegetation.

Die pollanalytische Untersuchung (Abb. 26) zeigt uns, dass die Moorbildung zur Birkenzeit eingesetzt hat. Mit 70% *Betula* und 30% *Pinus*, als Unterholz 2% *Corylus* ist diese Periode deutlich ausgeprägt. Das unterste Pollenspektrum gehört schon der ausklingenden Birkenphase an, denn die *Betulawerte* nehmen nun bedeutend ab auf Kosten der Kiefer. Dieser Waldbau erhält nun wie in allen übrigen Diagrammen eine grossartige Ausbreitung, wir haben die reine Kiefernzeit. Nach dem Maximum der Föhrenkurve konstatieren wir den starken Anstieg derjenigen der Hasel. In diese Zeit fällt die Einwanderung der Tanne. Das Pollenspektrum aus 300 cm verzeichnet: 78% *Pinus*, 16% *Betula*, 6% *Abies* und 38% *Corylus*. Die folgende Probe führt schon das Haselmaximum mit 83% *Corylus* gegenüber 65% *Pinus*, 20% *Abies*, 11% *Betula* und 4% des Eichenmischwaldes. Es ist hier auch die Linde, die von den drei Konstituenten des Eichenwaldes zuerst eingewandert ist. Nach der Hasel erobert sich die Tanne die Vorherrschaft in der Waldzusammensetzung, die sie während einer längeren Periode beibehält. In die einsetzende Ausbreitung der Tanne fällt das erste Auftreten der Buche. Die Erle ist schon in der vorhergehenden Probe in die Zählung hereingekommen. Erst zur Höhezeit des Tannenwaldes wandert die Fichte ein. Ihr erstes Auftreten ist deutlich getrennt von demjenigen der Buche. Die Buchenprozente sind in diesem Diagramm stets grösser als die der Fichte. Auf das Tannenspektrum der Probe 100 cm mit 63% *Abies* folgt das der Buche mit 28% *Fagus*, 30% *Abies*, 21% *Picea*, 7% Eichenmischwald, je 4%

Abb. 26.

Diagramm „sous le voisinage“



Alnus und *Betula*, als Unterwuchs 5% *Corylus*. Der Buchenanteil erreicht hier allerdings nicht ganz den der Tanne. Wenn wir aber auch hier die schon andernorts erwähnte geringere Pollenproduktion der Laubhölzer gegenüber der Nadelbäume in Betracht ziehen, so scheint es gerechtfertigt, von einer Buchenzeitz zu sprechen. Nach ihr erscheint wieder die Tanne als führender Bestandteil des Waldbildes und in der obersten Probe haben wir den Anstieg der *Pinus*-Kurve, der das Endstadium einzelner Hochmoore, das *Pinetum* andeutet.

Moor von „les Emposieux“ 1010 m ü. M.

Auf dem Weg von Martel-dernier nach les Emposieux gelangt man in den südlichsten mächtigsten Teil des grossen Moorgebietes. Gegen «le Bois des Lattes» wird die Torfschicht bis über 5 m mächtig. Torfwände von 3½—4 m sind Zeugen des gross angelegten Abbaues. Am Rande des Waldes ergab sich nach zahlreichen Probebohrungen die grösste Mächtigkeit des Moores mit 5 m. Die Vegetation ist deutliches Hochmoor: Prächtig entwickelte *Pinus uncinata* bilden mit kleinen *Betula nana* den Hochmoorwald, dessen Decke aus Gestrüpp von *Vaccinium uliginosum* und *Calluna vulgaris* besteht, neben beigemengten *Molinia caerulea* und *Trichophorum caespitosum*.

Der Aufbau dieses Hochmoores ergab sich aus folgendem Schichtwechsel:

0 cm —	20 cm	Abraum, lebende Wurzelschicht
20 cm —	105 cm	Sphagnumtorf bei 50 cm H ₄ B ₁ R ₁ V ₀ F ₀ bei 90 cm H ₅₋₆ B ₁₋₂ R ₀ V ₀ F ₀₋₁
105 cm —	267 cm	Sphagnum-Eriophoratumtorf bei 165 cm H ₄ B ₂ R ₁₋₂ V ₀ F ₁₋₂ bei 230 cm H ₅ B ₂ R ₁₋₂ V ₀ F ₁₋₂
267 cm —	355 cm	Moostorf bei 295 cm H ₅₋₆ B ₂ R ₂ V ₀ F ₁ bei 325 cm H ₆ B ₁₋₂ R ₁ V ₀ F ₀₋₁

355 cm — 502 cm Carcestorf

bei 375 cm H₅ B₂ R₂ V₁₋ F₀

bei 475 cm H₅₋₆ B₂ R₂ V₂ F₀

502 cm

Lehm

a. L e h m.

b. C a r i c e s t o r f. Die untersten Proben sind noch reich an Mineralsplittern, dann aber überwiegen die Reste von *Cyperaceen* und *Gramineen* mit ihren Pustelradizellen. Makroskopisch erkennen wir die plattgedrückten Schilfrhizome. S c h r ö t e r (1904, Seite 464) erwähnt aus den untersten Lagen des Radizellentorfs Zapfen und Zweige von *Pinus* sp. Diese Funde entsprechen der holzführenden Schicht 475 cm mit V₂ und erfahren ihre Bestimmung, die aus der Stellung im Diagramm (Abb. 27) als in die Kiefernzeit fallend ihre Bestätigung erfährt. Nach oben nehmen die zerfallenen *Hypneen* zu.

c. M o o s t o r f. Diese Torfart enthält zum grössten Teil *Calliergon trifarium* und Pollen von *Gramineen* und *Cyperaceen*. S c h r ö t e r (1904, Seite 463) erwähnt ausser den Blättern von *Betula nana*, Kiefernadeln und Pollen von *Pinus*, *Betula* und *Tilia*. Diese Pollenfunde stimmen mit den Resultaten des Zählprotokolles überein. In den oberen Proben erscheinen schon Fragmente des scheidigen Wollgrases und verschiedener *Sphagreen*.

d. S p h a g n u m - E r i o p h o r u m t o r f. Hier finden sich dieselben Fossilien, die wir schon bei den übrigen Hochmoorbildungen besprochen haben.

e. S p h a g n u m t o r f. Nach oben geht d. in reinen, stark humifizierten Torf über mit reichen Sphagnum-Fragmenten und Sporen, *Vaccinium*-resten und Pollentetraden, Hochmoormycelien und spärlichen *Eriophorum*-Ueberresten.

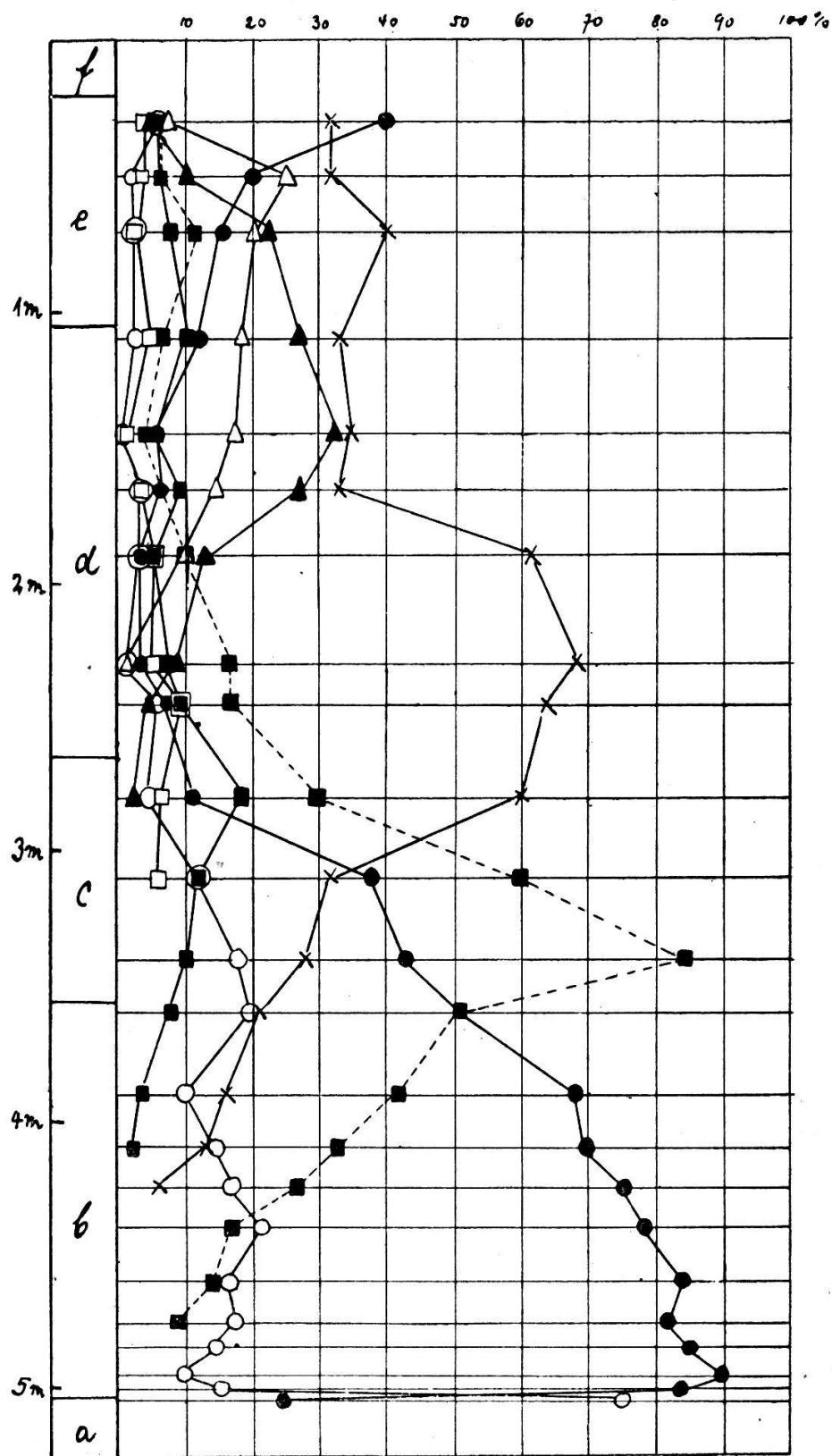
f. Der A b r a u m wurde nicht untersucht.

Die pollenanalytische Durchsicht dieses mächtigsten schweizerischen Torflagers zeigt uns in Abbildung 27 folgenden Entwicklungsgang des Waldbildes im Jura während des Postglazials:

Die B i r k e war unter den Waldbäumen der erste Besiedler. Die makroskopischen Funde wurden von S c h r ö t e r (1904) als *B. nana* bestimmt, so dass wir wohl annehmen dürfen, dass sie der erste Ansiedler war, und sich hier bis heute halten konnte. Das Birkenmaximum ist mit 76 % ein unbestreitbares, ihm gegenüber stehen nur noch 24 % *Pinus*. Dann folgt die ausgesprochene K i e f e r n -

Abb. 27.

Diagramm „les Empoisioux“



zeit. Sie ist in diesem Moor fast während der ganzen Bildungszeit des 147 cm mächtigen Caricestorfes ausgeprägt. Zur Zeit ihres Höhepunktes wandert die Hasel ein, die stets grösseren Anteil erhält. Früh stellt sich auch schon die Tanne ein, die in der ausklingenden Kiefernphase bereits mit 6 bis 17 % vertreten ist. Die Verhältnisse ändern sich nun zugunsten der Hasel, die mit 85 % in Probe 340 cm ihr überwiegendes Maximum verzeichnet. Von den Waldbäumen kommt der Kiefer noch der grösste Anteil zu mit 43 %, dann folgen die Tanne mit 29 %, die Birke mit 18 % und der Eichenmischwald mit 10 %. Letzterer ist nach der Tanne am Schluss der Kiefernperiode eingewandert und zwar war der erste Vertreter die Linde. Neu erscheint beim Zurückgehen der Haselausbreitung die Erle. Nun ist es die Tanne, die den Anteil der Kiefer und dann auch den des Haselstrauches überflügelt und die Vorherrschaft erhält. Wir sind in der **Tannenzeit**. Während der ersten Ausbreitung der Tanne tritt die Buche erstmals auf und gewinnt langsam aber stetig an Boden. Deutlich getrennt von der Einwanderung der Buche ist das Auftreten der Fichte, das hier erst im Höhepunkt der Tannenverbreitung erfolgt. Der Anteil der Fichte oder Rottanne bleibt dauernd unter demjenigen der Buche bis in die jüngste Zeit. Nach der ausgesprochenen Dominanz der Tanne erkennen wir die starke Zunahme der Buchenwerte, die zwar auch hier die Tannenprozente nicht überflügeln. Doch ist diese **Buchenzeit** deutlich ausgeprägt durch den Verlauf ihrer Kurve im Diagramm. Der noch bleibende Entwicklungsgang ist durch das erneute Vorherrschen der Tanne gekennzeichnet. Die Fichte erhält eine grössere Verbreitung in den obersten Spektren, was wohl schon auf menschlichen Einfluss zurückzuführen ist. Das oberste Spektrum zeigt uns wieder den erneuten Anstieg der Kiefernkurve, die in dieser Untersuchung ein sekundäres Maximum verzeichnet. Darin spiegelt sich der einst weite Flächen bedeckende Hochmoorwald wieder, der uns heute nur noch in einigen Stücken erhalten ist.

Wir können aus dieser vollkommenen Entwicklungsgeschichte für den Jura die folgenden Phasen herausschälen:

- Erste Phase der Birke
- Zweite Phase der Kiefer
- Dritte Phase der Hasel

Vierte Phase der Tanne
 Fünfte Phase der Buche
 Sechste Phase der Tanne-Fichte-Buche mit sekundärer Kiefernausbreitung

Zusammenfassung der Moore des Jura.

Als erste Phase der postglazialen Waldgeschichte des Jura erkennen wir die Birkenzeit. Sie ist in den beiden Diagrammen von Les-Ponts de Martel sehr deutlich ausgeprägt mit 70% bzw. 76% *Betula*. Die übrigen Pollenprozente stammen von der Kiefer. Die zahlreichen makroskopischen Funde von Birkenresten in den untersten Schichten dieser Torflager wurden von Schröter (1904) und Neuweiler (1901) als *Betula nana* bestimmt. Wir haben hier also eine sichere Stütze dafür, dass die Zwergbirken in früh-postglazialer Zeit eine grosse Verbreitung in den Juramooren hatten. Sie ist uns in diesen Gebieten in zahlreichen Exemplaren bis heute erhalten geblieben, während sie auf den Mooren des Mittellandes, deren Dryastone ebenfalls makroskopische Reste von *B. nana* führen, heute ausgestorben ist. Von den übrigen Juramooren zeigt nur noch das Moor du Moulin de la Gruyère in seiner ersten Probe einen schwachen Anstieg der Birkenkurve in ihrem untersten Verlauf.

Die Kiefer, die während der Birkenperiode eingewandert ist, beginnt sich nun mächtig auszubreiten und erlangt eine ausgesprochene Vorherrschaft, so dass wir von einer reinen Kiefernzeit sprechen dürfen.

TABELLE 16. — Kiefernperiode der Moore des Jura.

	Chaux-de-Breuleux 990 m	La Gruyère 1000 m	Le Voisinage 1005 m	Les Emposieux 1010 m
	%	%	%	%
<i>Pinus</i>	87	89	87	90
<i>Betula</i>	13	11	13	10
<i>Corylus</i>	15	18	14	—
<i>Salix</i>	5	—	—	—

Nur im Moor von Bellelay ist uns die Kiefernzeit nicht erhalten, in den übrigen Mooren erkennen wir durchgehend das starke Ueberwiegen des Föhrenanteils. Von den Waldbäumen ist nur noch die Birke vorhanden, während ins Unterholz die Hasel eingewandert ist. Welche Kiefern-Art während dieser Periode vorherrschend war, lässt sich nicht bestimmen. Schröter (1904) erwähnt einzelne Funde von *P. montana*, doch sind diese so vereinzelt, dass wir noch nicht auf eine Dominanz gegenüber der Waldföhre schliessen können. Wie in den Mooren des Mittellandes und der Voralpen sind wohl auch hier beide Föhren: die Wald- und die Bergföhre nebeneinander vorgekommen. Der erste Besiedler kann wohl *P. montana* gewesen sein, dessen var. *uncinata* noch heute im Hochmoorgebiet vorkommt.

Die Hasel breitet sich nun im lichten Föhrenwald stark aus und rückt wohl vom Unterholz zu eigenen Beständen vor, wie die Pollenzahlen in der Tabelle 17 zeigen, die die Haselzeit veranschaulichen.

TABELLE 17. — Haselperiode der Moore des Jura.

	Chaux-de-Breuleux 990 m	La Gruyère 1000 m	Le Voisinage 1005 m	Les Emposieux 1010 m
	%	%	%	%
Corylus	95	95	83	85
Pinus	58	84	65	43
Betula	19	16	11	18
Abies	14	—	20	29
Eichenmischwald .	5	—	4	10
Alnus	4	—	—	—

Entsprechend der höhern Lage der Moore haben wir kein so überwiegendes Haselmaximum wie in den Mooren des Mittellandes (bis 153%), doch ist die Vorherrschaft des Haselstrauches mit 83—95% eine deutliche. Nur im Moor du Moulin de la Gruyère fällt das Haselmaximum noch in die ausklingende Kiefernzeit. In den übrigen Diagrammen konstatieren wir den grössten Haselanteil in der Lücke zwischen der fallenden Föhrenkurve und den steigenden Tannenwerten, ganz analog der Lage des Kulminationspunktes der Hasel in den Mooren des Mittellandes vor oder über dem Schnittpunkt der Kiefernkurve mit derjenigen des sich ausbreitenden Eichenmischwaldes. Schon beim Zurückweichen des Kieferanteils ist

die Tanne eingewandert und beginnt sich nun auf Kosten der Föhre und dann der Hasel stark auszubreiten. Neu ist ebenfalls die Erle erschienen. Von den Konstituenten des Eichenmischwaldes ist es die Linde, die zuerst auftritt. Die Werte dieser Pollensumme bleiben aber im Verlauf der Waldentwicklung nur ganz geringe und geben dem Waldbild kein besonderes Gepräge.

An die Stelle des Haselstrauches, dessen Vorherrschaft wie in den bisher untersuchten Mooren, eine kurze aber deutlich ausgeprägte ist, tritt nun die Tanne. Wir treten in die folgende Entwicklungsphase ein, die Tannenzeit.

TABELLE 18. — Tannenperiode der Moore des Jura.

	Bellelay 935 m	Chaux-de-Breuleux 990 m	La Gruyère 1000 m	Le Voisinage 1005 m	Les Emposieux 1010 m
	%	%	%	%	%
<i>Abies</i>	66	65	61	63	69
<i>Pinus</i>	6	4	17	8	4
<i>Betula</i>	3	7	5	7	2
<i>Picea</i>	16	6	8	—	2
Eichenmischwald	5	13	5	11	7
<i>Alnus</i>	1	3	1	6	5
<i>Fagus</i>	3	2	3	5	11
<i>Corylus</i>	7	13	7	9	16

Mit 61—69% am Gesamtpollenniederschlag bestimmt die Tanne das Waldbild. Birken und Kiefernanteil sind auf unter 10% zurückgegangen, derjenige der Erle, die in der vorhergehenden Periode erschienen ist, beträgt nicht mehr als 6%. Die Werte des Eichenmischwaldes sind auf 5—13% angewachsen. Es sind die Linde und die Eiche, die ihn vertreten, während die Ulme erst später von vereinzeltem Auftreten zu beträchtlicheren Werten dieser Pollentripelsumme anwächst. Sehr beachtenswert sind das Auftreten der Fichte und der Buche. Die Einwanderung der Fichte erfolgt im nördlich gelegenen Moor von Bellelay früher als in den weiter südlich sich befindenden Mooren von les Ponts-de-Martel. Der Unterschied der Pollenprozente 16% bzw. 2% Fichten von *Picea* ist ein sehr auffälliger. Auf die Möglichkeit, daraus auf die Einwanderungsrichtung schliessen zu können, werden wir im folgenden Hauptabschnitt eingetreten. Gerade der umgekehrte Fall liegt vor bei der Buche. Ihre

Prozente steigen, je weiter südlich die Moore gelegen sind: Bellelay am nördlichsten 3% Fagus, Moore von Les Ponts-de-Martel am südlichsten der untersuchten Juramoore 5% bzw. 11% Fagus.

Gegen das Ende der Tannenphase erhält die Buche eine stärkere Verbreitung. Ihre Kurve zeigt deutlich eine maximale Ausbreitung. Wir haben die fünfte Entwicklungsperiode, die **B u c h e n z e i t**.

TABELLE 19. — **Buchenperiode der Moore des Jura.**

	Bellelay 935 m	Chaux-de-Breuleux 990 m	La Gruyère 1000 m	Le Voisinage 1005 m	Les Emposieux 1010 m
	%	%	%	%	%
Fagus . . .	40	33	30	28	32
Abies . . .	29	28	39	30	35
Picea . . .	14	14	19	21	18
Pinus . . .	5	5	2	7	6
Betula . . .	1	4	4	4	1
Eichenmischwald	8	10	3	7	6
Alnus . . .	3	6	3	4	2
Corylus . . .	10	3	4	5	4

Die Tabelle zeigt, dass die Buchenwerte nur in zwei Juramooren (Moore von Bellelay und la Chaux de Breuleux) das absolute Maximum im Pollenspektrum ausmachen. In den drei übrigen Mooren ist der Buchenanteil bis auf wenige Prozente dem der Tanne gleich. Ziehen wir die geringere Pollenproduktion der Laubbäume gegenüber den Nadelhölzern in Betracht, wie schon bei den Einzelbesprechungen der Diagramme erwähnt wurde, so dürfen wir von einer Buchenzeit sprechen. Während dieser Periode muss die Buche eine weit grössere Verbreitung gehabt haben, als es heute im Jura der Fall ist. Die Zusammensetzung der übrigen Waldbäume im Gesamtwaldbild ergibt sich aus der Tabelle, sie ist durchgehend eine übereinstimmende.

Der noch verbleibende Verlauf der Waldbaumkurven lässt sich nicht mehr in einzelne Phasen gliedern. Es sind die Tanne, die Fichte und anfänglich auch noch die Buche, die dem Waldbild das Gepräge geben. Ausschlaggebend ist jedoch die Tanne, sodass wir wohl am besten von einer Tannenzeit mit Ausbreitung der Fichte reden. Die Tannenwerte schwanken zwischen 32—44%, ihnen am nächsten kommt die Fichte mit 13—25%. Die Waldzusammensetzung

gibt uns den Uebergang in die heutige Walddecke der Juralandschaft. In den obersten Pollenspektren konstatiert man sodann noch einen sekundären Kiefernanstieg, der uns das Endstadium einzelner Hochmoore, das *Pinetum* wiederspiegelt. Bevor der Abbau der ausgedehnten Moore eingesetzt hat, müssen ausgedehnte Kiefernforste die Moore bedeckt haben, die der Landschaft das Gepräge gegeben haben mögen. Da wir ein riesiges Moorgebiet im Jura vor uns haben, so gibt uns der Zuwachs der Föhrenprozente keine Trübung durch «lokalen Einfluss» der moorbewohnenden Bäume, sondern spiegelt wirklich die Verhältnisse wieder, die geherrscht haben. Die Vegetation des weitern Nachbargebietes geben die Tannenprozente, die immer noch 26—32% betragen neben 10—15% Fichtenanteil.
