Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)

Band: 5 (1928)

Artikel: Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre Florengeschichtliche Deutung

Autor: Keller, Paul

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: 12.10.2025

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

Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre Florengeschichtliche Deutung

Von der

Eidgenössischen Technischen Hochschule

in Zürich

zur Erlangung der

Würde eines Doktors der Naturwissenschaften

genehmigte

Promotionsarbeit

vorgelegt von

PAUL KELLER

aus Zihlschlacht

Nr. 503.

Referent: Herr Prof. Dr. M. Rikli
Korreferent: Herr Prof. Dr. P. Jaccard

VERLAG HANS HUBER BERN

1928

LEBENSLAUF.

Ich, Paul Keller, wurde am 22. März 1904 als Sohn des Konrad Keller von Zihlschlacht (Kt. Thurgau), damals Pfarrer in Arbon geboren. Nach dem Besuch der dortigen Schulen trat ich in die thurgauische Kantonsschule in Frauenfeld ein, an der ich im Herbst 1922 die Maturitätsprüfung ablegte. Während der folgenden 8 Semester war ich an der X. Abteilung der E. T. H. eingeschrieben. Im Sommer 1926 erhielt ich das Diplom als Fachlehrer in botan.-zoologischer Richtung. Das Schuljahr 1926/27 verbrachte ich an der Universität Montpellier, wo die 1925 begonnene, vorliegende Arbeit unter der Leitung von Privatdozent Dr. J. Braun-Blanquet abgeschlossen wurde.

INHALT.

Untersuchungsgebiet 5

Untersuchungsmethoden

A. *Ausführung der Feldarbeit* 8

B. *Mikroskopische Untersuchungen* 11

Untersuchungsergebnisse

A. *Moore des Mittellandes, untere Stufe:*

1. Krutzelried 14
2. Pfahlbau «Weiher» bei Thayngen 18
3. Pfahlbau Niederwil bei Frauenfeld 22
4. Buhwiler Torfmoor 27
5. Mooswangerried 31
6. Eschlikoner Torfmoor 35
7. Pfahlbau Robenhausen 38
8. Böndlerstück bei Wetzikon 41
9. Pfahlbau «Riesi» am Hallwilersee 45
10. Pfahlbau Burgäschisee 48
11. Pfahlbau Wauwil 50
12. Pfahlbau Moosseedorf 54

Zusammenfassung der Moore der untern Stufe 58

Moore des Mittellandes, obere Stufe:

13. Pfahlbau Schmiedmoos bei Thierachern 65
14. Tellenmoos bei Escholzmatt 69
15. Lautikerried bei Hombrechtikon 72

Zusammenfassung der Moore der obern Stufe 76

B. *Moore der Voralpen:*

16. Moor von Einsiedeln 80
17. Moor von Altmatt-Rothenturm 84
18. Moore auf dem Zugerberg: Vord. Geissboden 88
19. Moore auf dem Zugerberg: Hint. Geissboden 90
20. Wachseldornmoos 93
21. Stauffenmoos 97

Zusammenfassung der Moore der Voralpen 100

C. *Moore des Jura:*

22. Moor von Bellelay 104
23. Moor du Moulin de la Gruyère 107
24. Moor von la Chaux des Breuleux 110
25. Moore von les Ponts-de-Martel: Voisinage 114
26. Moore von les Ponts-de-Martel: Emposieux 117

Zusammenfassung der Moore des Jura 121

Die Postglazialen Vegetations- und Klimaänderungen

Die Vegetationsänderungen:

1. Die Birkenzeit 127
2. Die Kiefernzeit 131
3. Die Haselzeit 137
4. Die Eichenmischwald- bzw. Fichten-Tannenzeit 141
5. Die Buchenzeit 145
6. Die Buchen-Tannen-Fichtenzeit 148

Die Klimaänderungen 151

Literaturverzeichnis 161

Meinen lieben Eltern

ist diese Arbeit gewidmet.

Sonderabdruck der Veröffentl. des Geobotan. Instituts Rübel in Zürich
5. Heft

EINLEITUNG.

Die Moorstratigraphie hat zwei Wege eingeschlagen: den palaeofloristischen, der die Bestimmung möglichst vieler Reste vergangener Floren bezweckt, und den palaeophysiognomischen, der die aufeinanderfolgenden Vegetationen zu rekonstruieren sucht. Beide Wege haben nach dem Vorbilde der bedeutendsten schwedischen Forscher Andersson und L. von Post und ihrer Schüler auch für unsere Schweizermoore Anwendung gefunden in den vorzüglichen Untersuchungen von Neuweiler (1901—1925) und Früh-Schröter (1904). In der pollenanalytischen Methode nach L. von Post ist uns nun ein neuer Weg geschaffen, beide Untersuchungsarten zu verbinden, ihre Resultate vergleichen und ergänzen zu können. Es berühren sich bei derartigen Forschungen die Ergebnisse der Geologie mit denen der Pflanzengeographie, wie die der Palaeobotanik und der Palaeozoologie, wodurch den Resultaten ein ganz allgemeines Interesse zukommt. In der Schweiz sind wir zudem noch in der glücklichen Lage, die Ergebnisse durch den Vergleich mit der urgeschichtlichen Forschung zu datieren. Dadurch gewinnt die postglaziale Vegetationsgeschichte auf pollenanalytischer Grundlage ganz besonders an Wert.

In das Wesen der Torfuntersuchung, der praktischen Feldarbeit wie der mikroskopischen Pollenanalyse im Laboratorium wurde ich von Dr. G. Erdtman persönlich eingeführt; ich hatte die seltene Gelegenheit, den schwedischen Forscher auf seiner Studienreise durch England im Sommer 1925 während 3 Wochen begleiten zu dürfen. Ein Reise-Stipendium von der E. T. H. ermöglichte mir die Teilnahme an dieser Ausland-Exkursion.

Auf den gemeinsamen Exkursionen durch die weiten englischen Moore lernte ich die Feldarbeit gründlich kennen und selbst hand-

haben. Im botanischen Garten in Kew bei London, dessen Laboratorien uns freundlichst zur Benützung offen standen, wurde ich von dieser ersten Autorität auf dem Spezialgebiet der Torfforschung in die mikroskopischen Untersuchungsmethoden eingeführt. Dafür danke ich ihm noch an dieser Stelle, da er mir dadurch die Ausführung dieser Arbeit ermöglicht hat.

Die vorliegende Arbeit zeigt die Ergebnisse an Schweizermooren, auf denen ich seit dem Sommer 1925 gearbeitet habe. Viele von ihnen wurden während des Winters besucht, so dass die Vegetationsdecke vernachlässigt werden musste.

Bei meinen Untersuchungen bin ich von vielen Seiten warm unterstützt worden. An erster Stelle steht mein hochverehrter Lehrer Prof. Dr. Schröter, unter dessen Leitung die Arbeit angefangen wurde. Er scheute keine Mühe, mir stets mit Rat und Tat zu helfen und durch die Benützung seiner Bibliothek die Arbeiten aller Torfforscher zugänglich zu machen.

Als er dann im Frühjahr 1926 als Professor der E. T. H. zurücktrat, ist mir Dr. J. Braun-Blanquet in freundschaftlicher Weise zu Hilfe gekommen. In ihm fand ich den besten Berater für die florengeschichtlichen Probleme. Ich bin ihm nach Montpellier in Südfrankreich gefolgt, wo die Untersuchungen beendigt und die vielen Fragen ihre beste Lösung gefunden haben.

Für Auskunft in urgeschichtlicher Richtung war mir Dr. Viollier, Direktor am schweizerischen Landesmuseum, jederzeit bereit, wie auch Prof. Dr. Tschumi in Bern. Die geologischen Fragen fanden durch Prof. Dr. Schardt in Zürich ihre ausgezeichnete Lösung. Ausser allen den vorgenannten durfte ich mich der Unterstützung und Anteilnahme vieler Botaniker, Zoologen und Urgeschichtler erfreuen. Auf meinen Exkursionen ward mir herzliche Gastfreundschaft und Auskunft zuteil, die meine Arbeit sehr förderten. Ihnen allen gebührt mein aufrichtigster Dank.

In hochherziger Weise hat sich Prof. Dr. E. Rübel bereit erklärt, die Arbeit in seinen «Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich» aufzunehmen, wodurch die baldige und vollständige Herausgabe der Untersuchungen gesichert war. Ich schulde ihm durch sein so anerkennenswertes Entgegenkommen herzlichen Dank.

Die vorliegende Arbeit war im Juni 1927 abgeschlossen. Bis zu deren Drucklegung sind einige pollenanalytische Publikationen [1]) erschienen, die leider nicht mehr berücksichtigt werden konnten. Eine eingehendere Besprechung dieser Ergebnisse bleibt einer späteren Arbeit vorbehalten. Die Arbeit Furrers (1927) hat durch Gams (1927) in Geol. Fören. Förhandl. Bd. 49, H. 3 ihre Kritik erfahren, der auf die Schwierigkeit hinwies, die Profile Furrers unter sich oder mit schon anderwärts untersuchten zu konnektieren oder daraus irgendwelche Schlüsse ziehen zu können.

Messikommer (1927) hat seiner Arbeit ein Diagramm aus dem Torfmoor von Robenhausen beigegeben, dessen Ergebnis er aber nach längerer Besprechung der Methode nicht weiter auswertet, als in das Blytt-Sernander'sche System einzugliedern. Eine Anknüpfung archaeologischer Art wird nicht gemacht. Seine Untersuchung stimmt mit meinen Resultaten gut überein bis auf seine grosse Tannen-Dominanz nach der Eichenmischwaldzeit, die er ganz richtig als Einfluss der Voralpen-Verhältnisse deutet, worauf ich ebenfalls verwiesen habe.

Die Arbeit von Gams (1927) ist eine treffliche Einführung in das Wesen und die Aufgaben der pollenanalytischen Forschung und gibt eine vollständige Zusammenstellung der Ergebnisse bis 1927, wie auch Erdtman (1927), dessen Arbeit mit einer Karte versehen ist, auf der alle vor 1927 pollenanalytisch untersuchten europäischen Moore eingezeichnet sind. Gams (1927) betont mit Recht, dass es nicht die alleinige Aufgabe der Pollenanalyse sei, aus den Zählprotokollen die postglaziale Waldgeschichte zu rekonstruieren (vergl. Meinke [2]) 1926 und Furrer 1927), sondern dass erst durch die Konnektion mit anderen Mikrofossilien und makroskopischen Bestandteilen, mit Vergleichung der Schichtfolgen in den einzelnen Mooren und Anknüpfung an archaeologische und quartärgeologische Erscheinungen die Pollenanalyse zu einem für die Postglazialzeit wertvollsten Forschungsmittel wird.

---

[1]) Furrer, E. 1927. Pollenanalytische Studien in der Schweiz. Beibl. Viertelj. Zürich. Jahrg. 72. Nr. 14. — Gams, H. 1927. Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa. Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd. XV. — Messikommer, E. 1927. Biologische Studien im Torfmoor von Robenhausen. Diss. Wetzikon-Rüti.

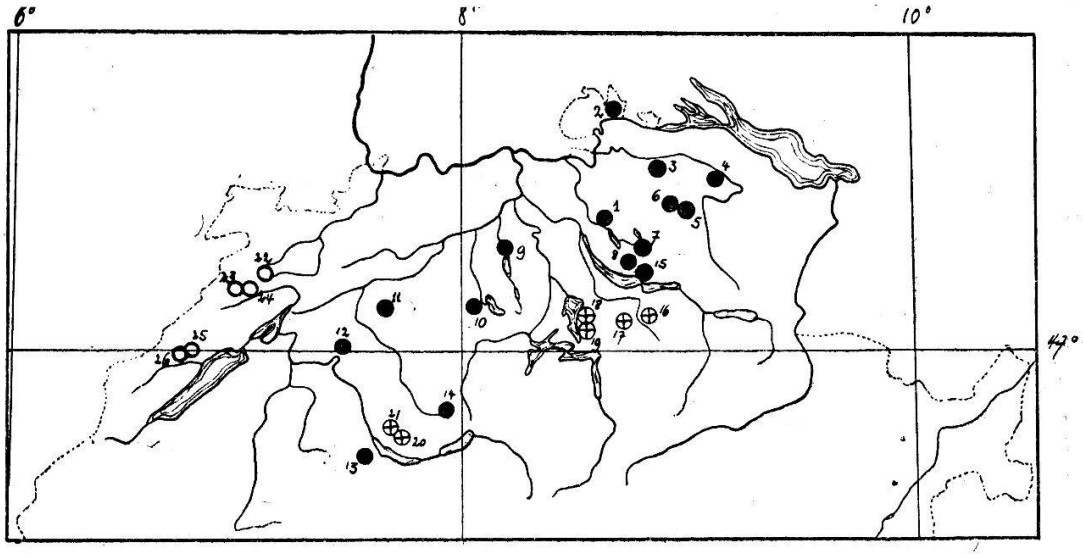
[2]) Meinke, H. 1926. Bespr. Botan. Archiv XVI, Königsberg. Meinke, H. 1927, Bespr. Ebenda XX. H. 3—4, Königsberg.

Ich bin mir wohl bewusst, dass ich diesen Forderungen nicht durchwegs gerecht werden konnte. Meine Ergebnisse stellen nur den ersten Anfang dar zur Erkenntnis der postglazialen Entwicklung unserer Moore und ihrer umliegenden Vegetation, sowie der klimatischen Verhältnisse. Mögen sie zu weitern Untersuchungen anregen, die das angefangene Bild allmählich vervollständigen und festigen können.

UNTERSUCHUNGSGEBIET.

Die Einteilung der untersuchten Moore in Mittelland oder alpines Vorland, Voralpen und Jura beruht auf ihrer geographischen Lage (siehe untenstehendes Kärtchen).

Abb. 1.



● Moore des Mittellandes:

1 Krutzelried
2 Pfahlbau „Weiher"
3 „ Niederwil
4 Buhwiler Torfmoor
5 Mooswangerried
6 Eschlikoner Torfmoor
7 Pfahlbau Robenhausen
8 „Böndlerstöck" Wetzikon
9 Pfahlbau „Riesi"
10 „ Wauwil
11 Pfahlbau Burgæschisee
12 „ Moosseedorf
13 „ Schmiedmoos
14 Tellenmoos Escholzmatt
15 Lautikerried

⊕ Moore der Voralpen:

16 Einsiedeln
17 Altmatt-Rothenturm
18 Zugerberg: Vord. Geissboden
19 „ Hint. „
20 Wachseldornmoos-Heimenschwand
21 Stauffenmoos-Heimenschwand

○ Moore des Jura:

22 Moor v. Bellelay
23 „ La Gruyère
24 „ La Chaux sur Breuleux
25 Moore von Les Ponts: Voisinage
26 „ Emposieux

Der Grossteil der behandelten Moore liegt im schweizerischen Mittelland, in dieser grossen Hochfläche von nahezu 300 km Länge zwischen Alpen und Jura, die bei Genf ihren Anfang nimmt und die ganze Schweiz in nordöstlicher Richtung bis zum Bodensee durchzieht. Die grösste Breite beträgt 60 km. Die Moore liegen in

einer durchschnittlichen Höhe von 412—570 m. Die heutigen klimatischen Verhältnisse geben die Zahlen der unten stehenden Tabelle wieder, die dem Standardwerk: Maurer J., Billwiller R. und Hess C., «Das Klima der Schweiz», Frauenfeld 1909, entnommen sind. Die Beobachtungen stammen von Stationen, die in der Nähe der betreffenden Moore liegen.

	Meeres-höhe m	Temperatur-Mittel 0° C			Jährliche Nieder-schlagsmengen in mm
		Januar	Juli	Jahr	
Mittelland:					
Frauenfeld	420	— 1,8	17,9	8,1	896
Zürich	470	— 1,4	18,4	8,5	1127
Aarau	397	— 1,5	17,7	8,2	1056
Bern	572	— 2,3	17,6	7,8	922
Voralpen:					
Einsiedeln	910	— 4,0	14,9	5,5	1599
Ober-Yberg	1126	— 3,7	14,4	5,2	1771
Jura:					
les Ponts-de M.	1023	— 1,6	16,0	7,0	—
la Brévine	1080	— 4,0	13,4	4,5	1317

Die drei Moore: Schmiedmoos bei Thierachern, Tellenmoos bei Escholzmatt, Lautikerried bei Hombrechtikon, die an der Grenze des Mittellandes und der Voralpen liegen, ergaben im pollenanalytischen Bild einen besonderen Entwicklungsverlauf, so dass ich sie als «obere Stufe des Mittellandes» gliederte. In ihnen macht sich schon der Einfluss der Voralpen bemerkbar, wovon bei den Einzelbesprechungen die Rede sein wird.

Vier Moore stammen aus dem Gebiete der Voralpen. Unsere Alpen bedecken mit ihren Bergen, Tälern und Seen fast zwei Drittel der Schweiz und nehmen den ganzen südlichen und südöstlichen Teil des Landes ein. Ihre ungefähre nördliche Begrenzung ist die Linie, die man vom Fuss des Salève bei Genf über Vevey, Thun, Luzern, St. Gallen bis ans Ostende des Bodensees ziehen kann. Die ersten vorgelagerten Erhebungen ohne Gletscher und ewigen Schnee gehören den Voralpen an, in denen die untersuchten Moore liegen.

Diese Gebiete zeichnen sich entsprechend ihrer Höhe durch geringere Temperaturmittel gegenüber dem Mittelland aus, ihre jährlichen Niederschlagsmengen sind dagegen bedeutend grösser, als die im alpinen Vorland und im Jura.

Fünf Moore liegen im Gebiet des schweizerischen Jura. Der Jura zieht sich in einer Anzahl langer, kettenförmiger, unter sich annähernd gleichgerichteter Bergzüge von der Rhone unterhalb Genf bis in die Nähe des Rheines. Die sanften Talmulden sind herrliche Moorgelände, die schönsten Hochmoore der Schweiz finden sich hier. Die schweizerische Seite des Jura ist die Leeseite mit geringen Niederschlägen, da die Westwinde auf der französischen Luv-Seite kondensiert werden. Der schweizerische Jura gehört wie auch der überwiegende Teil des Plateaus zwischen Alpen und Jura zu der Zone mit Niederschlägen zu allen Jahreszeiten und vorherrschenden Sommerregen.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN.

A. Ausführung der Feldarbeit.

Die Probenentnahme wurde mit Hilfe eines Hiller'schen Torfbohrers vorgenommen. Mit diesem Instrument ist man in der Lage, bis in 8 m Proben dem Boden zu entnehmen. Es besteht aus einer 30 cm langen Bohrerkanne, die geschlossen in den Boden gebohrt wird und in der gewünschten Tiefe sich durch Rückwärtsdrehen öffnet. Wenn sie sich mit Torf gefüllt hat, schliesst man wieder, und zieht den Bohrer heraus. Zufolge dieser verschliessbaren Bohrerkanne hat man absolut saubere und in ihrer Tiefe genau bestimmte Torfproben. Durch Aufschrauben der 8 je ein Meter langen Verlängerungen kann man Profile bis 8 m aufnehmen.

Durch zahlreiche Probebohrungen wird in jedem Moor die Stelle ermittelt, wo das Moor am mächtigsten ist, um dort die Probenentnahme vorzunehmen. Die Abstände der einzelnen Proben hangen vom Schichtwechsel im Aufbau des Moores ab. Am Grund des Profiles, wo wir vielfach sedimentären Torf (Lebertorf, Seekreide) konstatieren können, werden die Proben alle 5—10 cm entnommen, während in sedentärem Torf, dessen Bildung sehr schnell vor sich gegangen ist, nur alle 20—50 cm eine Probe entnommen wird.

Zur Angabe der Huminosität habe ich die 10-gradige Skala von Post (1910) angewendet, die die schwedischen Torfforscher schon lange benützen:

H_1: Vollständig unhumifizierter und dyfreier Torf, beim Quetschen in der Hand geht nur klares, farbloses Wasser zwischen den Fingern ab.

H_2: Beinahe vollständig unhumifizierter und dyfreier Torf, beim Quetschen geht fast klares, nur schwach gelb-braunes Wasser zwischen den Fingern ab.

H_3: Sehr wenig humifizierter und sehr schwach dyhaltiger Torf, beim Quetschen geht deutlich trübes, braunes Wasser, aber keine Torfsubstanz zwischen den Fingern ab, der Rückstand nicht breiartig.

H_4: Schwach humifizierter und etwas dyhaltiger Torf, beim Quetschen stark trübes Wasser aber noch keine Torfsubstanz. Der Rückstand etwas breiartig.

H_5: Ziemlich humifizierter oder ziemlich dyhaltiger Torf, die Pflanzenstruktur noch deutlich aber etwas verschleiert, beim Quetschen geht etwas Torfsubstanz, aber hauptsächlich trübes, braunes Wasser zwischen den Fingern ab. Der Rückstand ist stark breiartig.

H_6: Ziemlich humifizierter oder ziemlich dyhaltiger Torf mit undeutlicher Pflanzenstruktur, beim Quetschen geht etwa ein Drittel von der Torfsubstanz zwischen den Fingern ab, der Rückstand stark breiartig, aber mit deutlicher hervortretender Pflanzenstruktur als in ungequetschtem Torf.

H_7: Stark humifizierter oder stark dyhaltiger Torf, dessen Pflanzenstruktur noch ziemlich erkennbar ist, beim Quetschen geht etwa die Hälfte der Torfsubstanz zwischen den Fingern ab.

H_8: Sehr stark humifizierter oder sehr stark dyhaltiger Torf mit sehr undeutlicher Pflanzenstruktur, beim Quetschen gehen etwa zwei Drittel zwischen den Fingern durch. Der Rückstand besteht hauptsächlich aus mehr resistenten Bestandteilen, wie Wurzelfasern, Holzresten und dergleichen.

H_9: Fast vollständig humifizierter oder fast ganz dyhaltiger Torf, beinahe ohne erkennbare Pflanzenstruktur, beinahe die ganze Torfmasse dringt beim Quetschen zwischen den Fingern durch.

H_{10}: Vollständig humifizierter oder ganz dyhaltiger Torf ohne irgend welche Pflanzenstruktur, beim Quetschen passiert die ganze Masse zwischen den Fingern durch.

Wo eine Unsicherheit zwischen zwei Huminositätsgraden hervortritt, wird dies durch H_{2-3} oder H_{7-8} etc. bezeichnet. Für Sedimente wird keine Huminosität angegeben. Für die Angaben von Sandgehalt und Farbe sind keine ähnlichen Normen bei der Torfinventierung fixiert. Dagegen wird der Feuchtigkeitsgrad B nach von Post (1910) mittelst einer 5-gradigen Skala registriert:

B_1 = lufttrocken
B_2 = etwas entwässert
B_3 = normaler Wassergehalt
B_4 = sehr wasserreich
B_5 = Wasser mit Torfschlamm

Betreffs des Gehaltes an Wurzelfasern R wird so verfahren, dass

R_3 = reinen Wurzelfilz
R_2 = reiches Vorkommen
R_1 = spärliches Vorkommen
R_0 = Fehlen von Wurzelfasern,

bezeichnet (von Post 1910).

Wenn die Art der Wurzelfasern bestimmt werden kann, wird das in Klammern angegeben. Nach gleichen Prinzipien bezeichnet von Post (1910) den Gehalt an makroskopischen Holzresten mit V_3, V_2, V_1, V_0. Die Holzart wird in Klammern angegeben.

Der Gehalt an Wollgrasscheiden (nicht Wurzeln) wird angegeben bei Torf, der ausschliesslich oder vorwiegend aus solchen besteht, mit

F_3 = ausschliesslich bis vorwiegend
F_2 = reichlich aber nicht vorwiegend
F_1 = schwach faserhaltig
F_0 = makroskopisch faserfrei

(Die Signaturen B, R, V, F beziehen sich auf die schwedischen Benennungen.)

Die Torfproben werden in Glasröhrchen eingeschlossen. Ich verwendete nach dem schwedischen Vorbilde 7,5 cm lange Glasröhrchen, die an beiden Enden mit Korken verschlossen sind. Sämtliche Röhrenproben werden auf dem einen Kork in laufenden Nummern bezeichnet. Diese Glasröhrchen werden auch nach den mikroskopischen Untersuchungen aufbewahrt, damit eine Nachprüfung jederzeit noch möglich ist.

Da auf den wenigsten der untersuchten Moore Torfstiche vorhanden waren, so wurden die makroskopischen Fossilien etwas vernachlässigt. Die in der Bohrerkanne vorhandenen Samen und Holzresten sind sehr zufällig und selten, so dass die stratigraphische Behandlung der Moore keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben darf. Es ist

sehr schwer, aus den Bohrkernen der Bohrerkanne den genauen Schichtwechsel zu verfolgen und die Torfarten eindeutig zu bestimmen.

B. Mikroskopische Untersuchung.

Bei der Behandlung des gesammelten Materials zu pollenanalytischen Zwecken bin ich ganz dem Vorbilde der von Post'schen Schule gefolgt. Die Anfertigung der Präparate, die Art und Weise der mikroskopischen Durchzählung, die Auswertung und Aufzeichnung der Resultate sind schon hinlänglich behandelt worden, so dass ich auf diese Beschreibungen der Methode verweisen kann: Erdtman (1921), Rudolph-Firbas (1924), Assarson-Granlund (1924), Stark (1925), Olufsen (1925), auch in meiner vorläufigen Mitteilung (1926) finden sich die nötigen Angaben darüber.

Für die Pollendiagnostik ist es am besten, Vergleichspräparate in Glyceringelatine von allen in Frage kommenden Arten anzufertigen, wie auch von Sporen der Moose. Gute Pollenbilder finden sich bei Dokturowsky-Kudryaschow (1923), Erdtman (1923, 1925), Rudolph-Firbas (1924), die zum Teil bei Olufsen (1925) wiedergegeben sind.

Die Präparate wurden bei etwa 500facher Vergrösserung mittelst Kreuztisch durchgezählt. In der Regel wurde die Zählung auf über 100 Pollenkörner durchgeführt, um auch den sporadisch und erstmals auftretenden Blütenstaub mit in die Zählung hinein zu bekommen. Für die einzelnen Pollenkurven, welche die relativen prozentualen Veränderungen im Mengenverhältnis der Zusammensetzung des Pollenniederschlages angegeben, wurden die konventionellen Zeichen von v. Post angewendet:

——X——	*Abies*	(Karmin)
——O——	*Betula*	(Hellgrün)
——●——	*Pinus*	(Dunkelblau)
——Δ——	*Picea*	(Dunkelgrün)
——▲——	*Fagus*	(Gelb)
——□——	*Alnus*	(Zinnober)
——■——	Eichenmischwald *Tilia* *Quercus* *Ulmus* . .	(Sepia)
·····■·····	*Corylus*	(Schwarz)

Diese Zeichen werden heute von den meisten Autoren angewendet, wodurch das Lesen und der Vergleich der einzelnen Diagramme sehr erleichtert ist. Erdtman (1921) hat für die Pollenkurven einheitliche Farben vorgeschlagen, deren Anwendung aber der hohen Kosten wegen für die Reproduktion nicht möglich ist.

Die Richtigkeit der von Post'schen Pollenanalytischen Methode ist sehr angefochten worden; die übereinstimmenden Resultate der verschiedenen Autoren haben aber ergeben, dass wir hier ein ausgereiftes, brauchbares Forschungsmittel haben, dessen Ergebnisse ein der Wirklichkeit nahe kommendes Bild geben können, wenn sie mit der nötigen Vorsicht gedeutet werden.

Gefunden und bestimmt wurde der Pollen folgender Bäume: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Fagus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Salix*. Der Pollen von *Populus* und *Taxus* ist fossil nicht erhalten, derjenige von *Fraxinus* ist sehr selten und solchen von *Acer* konnte ich nie konstatieren. Die Liste enthält immerhin die Mehrzahl der bei uns waldbildenden Bäume. In wie weit die übrigen Waldbäume neben den andern Bestände ausmachten oder nur vereinzelt vorkamen, lässt sich nicht ermessen. Makroskopische Reste fehlen uns an den Torfmooren, da diese Bäume weder auf den Mooren selbst noch in deren Nähe vorkamen. Dagegen geben uns die Funde auf Pfahlbaustationen Auskunft (siehe Abschnitt: Vegetationsänderungen, Seite). Der Pollen von *Corylus* und *Salix* wurde als Blütenstaub des Unterholzes nach dem Vorbilde der schwedischen Torfforscher, dem auch die meisten übrigen Autoren gefolgt sind, gesondert berechnet. Alle übrigen Pollenarten bilden die sogenannte «Waldbaum-Pollensumme» = 100%; ihr gegenüber steht der Anteil des Unterwuchses (Hasel und Weide) am Gesamtpollenniederschlag. Die Prozentsätze der auftretenden Pollenarten in einer Probe bilden das sogenannte Pollenspektrum der betreffenden Probe und des zugehörigen Horizontes. Durch diese Berechnung kommt es, dass die Hasel oft mit über 100% in den Spektren figuriert, wenn ihr Pollen häufiger ist als der aller Waldbäume zusammen. Da der Anteil der Weide ein sehr geringer ist, nur in vereinzelten Spektren 10% übersteigt, so wurden diese Prozente in den Diagrammen nicht aufgetragen, um eine unnötige Belastung derselben zu verhüten, die das Lesen der einzelnen Kurven nicht erleichtert hätte.

Die Pollendichte, das heisst die Zahl der Pollenkörner per Flächeneinheit wird stets angegeben. Ich habe diese von der Deckglasgrösse 15×18 mm auf 1 cm^2 umgerechnet, um die Vergleichung der Ergebnisse der nordischen Forscher zu ermöglichen. In meiner «vorläufigen Mitteilung» (1926) wurde die Pollendichte oder Pollenfrequenz (PF) auf die mittelst des Kreuztisches durchfahrene Fläche der Präparate 15×18 mm bezogen; diese Zählprotokolle wurden nun korrigiert, indem sich die PF durchwegs auf 1 cm^2 bezieht. Erdtman hat mich darauf aufmerksam gemacht, wofür ich ihm sehr zu Dank verpflichtet bin. Die Angabe der Pollendichte ist wichtig, da sie den Zuverlässigkeitswert der einzelnen Sprektren ausmacht. Verzeichnet eine Torfprobe eine grosse Pollenfrequenz, so sind wir sicher, die Zusammensetzung der einzelnen Baumarten in einem richtigen Verhältnis zu erhalten; das gewonnene Pollenspektrum ist sehr zuverlässig. Wenn hingegen eine Probe sehr pollenarm ist, die Pollendichte nur gering ist, dann sind die berechneten prozentualen Anteile der Waldbäume nicht als gleich zuverlässig einzuschätzen und mit Vorsicht zu deuten. Aus diesem Grunde wurde auch jeweils die absolute Pollensumme = Anzahl des gezählten Blütenstaubes der Waldbäume im Zählprotokoll angeführt, damit nicht nur die relativen Anteile der Arten ersichtlich sind.

Aus der Pollendichte können wir keine Schlüsse über die Dichtigkeit der Waldbestände ziehen, worauf schon verschiedene Autoren hingewiesen haben. Die Verschiedenheit der Pollenfrequenz rührt von der Bildungsweise her, gibt uns aber keine Angaben über Verschiedenheit in der Dichte der Bewaldung. Der hohen Druckkosten wegen, mussten die einzelnen Zählprotokolle fallen gelassen werden; ich werde diese aber Interessenten gerne zur Einsicht zustellen.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.

A. Moore des Mittellandes.

a) Untere Stufe.

Krutzelried bei Schwerzenbach (Kt. Zürich)
450 m ü. M.

Im Glattal liegt ca. eine Viertelstunde von Schwerzenbach entfernt das 6 ha grosse Krutzelried 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 H_6 B_2 R_2 V_0 F_2
50 cm — 120 cm Eriophorumtorf H_7 B_2 R_2 V_0 F_2 bei 90—100 cm V_{2-3}
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 Gams-Nordhagen (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 andrerseits 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.

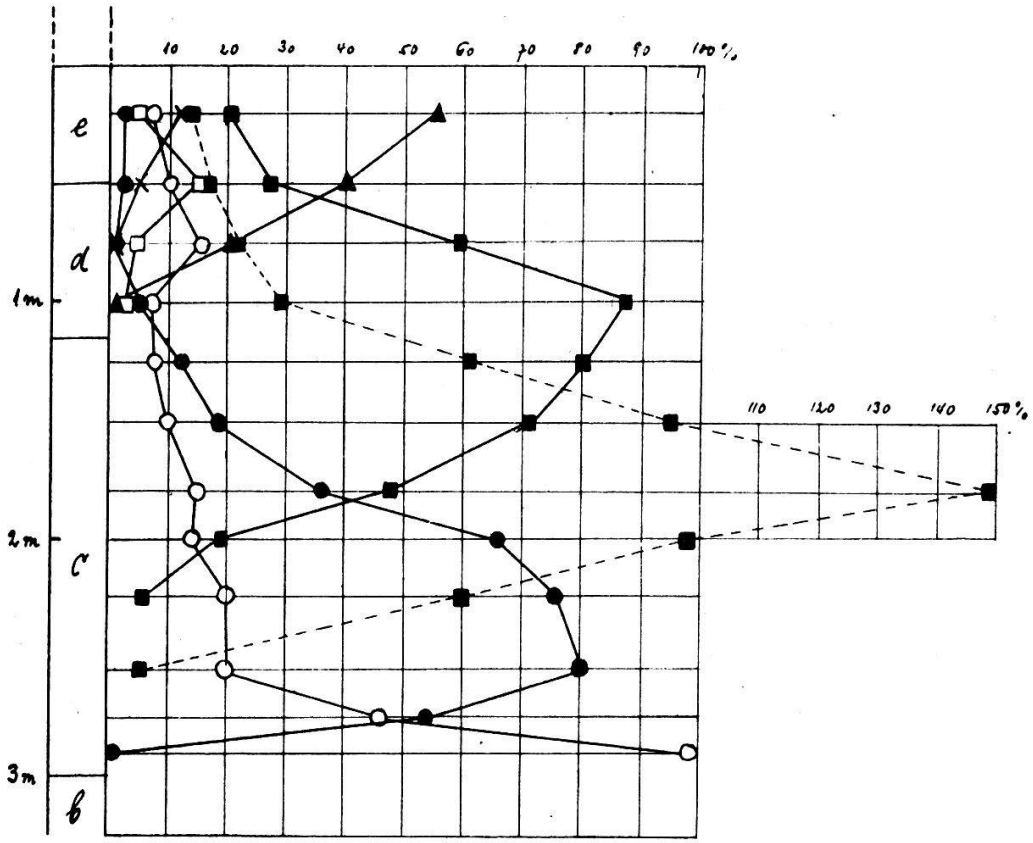
d. Eriophorumtorf, 45—70 cm mächtig. Die Scheiden von *Eriophorum vaginatum*, welche den «Lindbast» liefern, sind bei der Probeentnahme sehr gut erkennbar. Bei der mikroskopischen Durchsicht herrschen die Epidermisfragmente des scheidigen Wollgrases vor. In den obern Teilen dieser Schicht erscheinen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

e. Trifariumtorf. 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 Oberflächen-Vegetation findet sich bei Neuweiler (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 Uebergang 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 weitern 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 Buchenmaximum 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 Seitentälchen 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 Moorsiedelung 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 H_{2-} B_1 R_2 V_0 F_0 1 *Menyanthes*-Same
bei 130 cm H_4 B_{1-} R_2 V_0 F_1
125 cm — 130 cm Kulturschicht V_2 (Birke) *Menyanthes*-Same.
160 cm — 240 cm Phragmitestorf
bei 170 cm H_5 B_2 R_2 V_1 F_{1-}
bei 230 cm H_6 B_1 R_2 V_1 F_{0-}
240 cm — 330 cm Moostorf H_7 B_1 R_1 V_0 F_0
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 Bohrerkanne 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*, *Desmidiaceen*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. Caricestorf. In diese 120 cm mächtige Schicht fällt die oberste steinzeitliche Fundschicht mit verkohlten Holzresten. Mikroskopisch finden sich in dem wenig humifizierten Torf zahlreiche Pustelradizellen, Eriophorumfragmente, 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%.

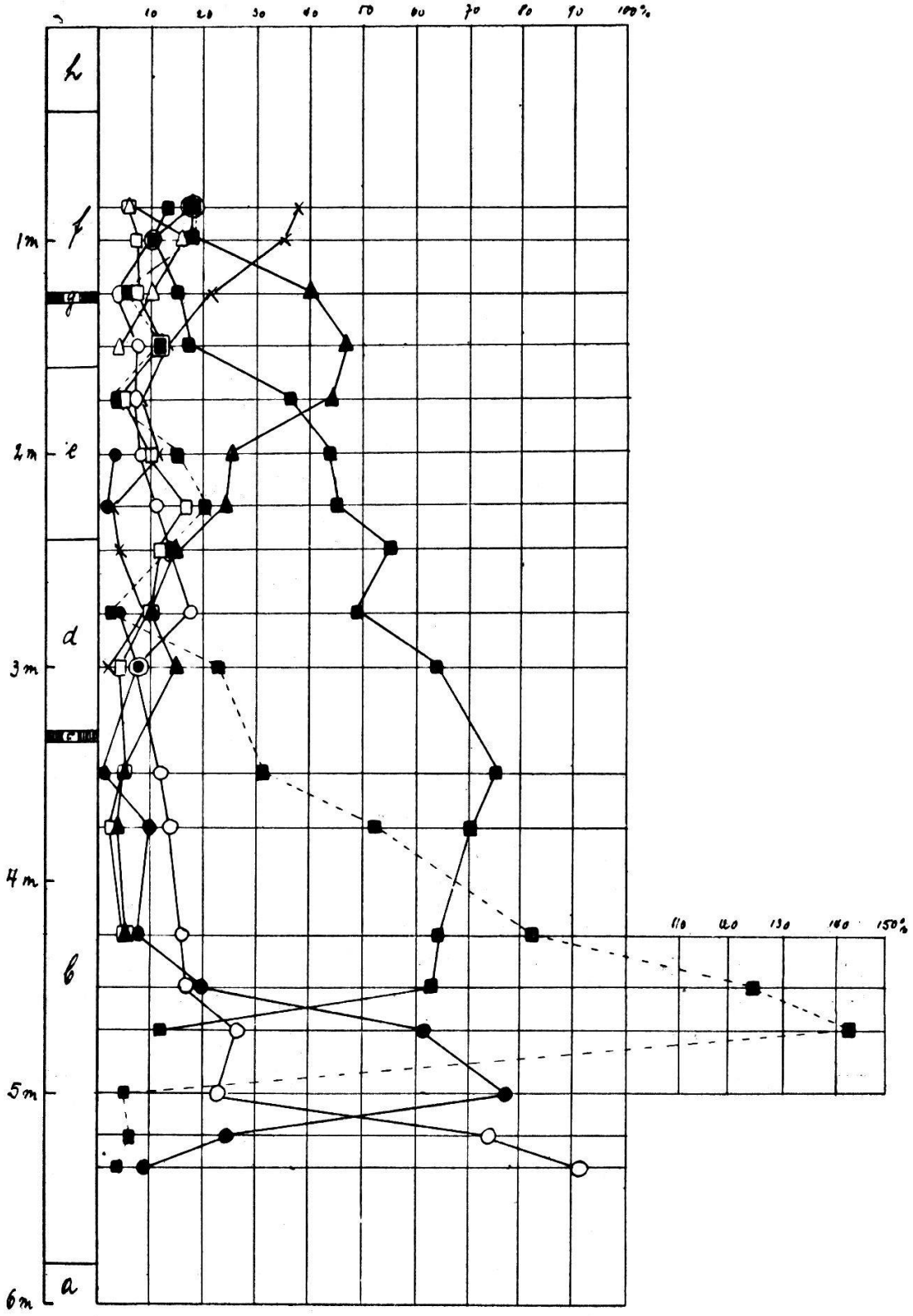
2. Phase der Kiefer. In den folgenden Proben gelangt nun die Föhre zur Vorherrschaft mit 77%, während der Birkengehalt auf 23% gefallen ist, ein deutliches Kiefermaximum.

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 Frauenfeld[1]
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 Siedelung findet (siehe Keller-Reinerth 1925). Sie wurde 1862 von Pupikofer 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 Zwergbirke *(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 H_4 B_1 R_{2-} V_2 F_0
bei 75 cm H_5 B_2 R_{2-} V_{1-2} F_1
180 cm — 195 cm zweite steinzeitliche Kulturschicht
195 cm — 230 cm Eriophorumtorf H_{5-} B_{1-2} R_2 V_{1-2} F_2
230 cm — 245 cm dritte steinzeitliche Kulturschicht.
245 cm — 470 cm Lebertorf
470 cm Lehm.

Die Feststellung dreier so deutlich voneinander getrennten Pfahlbausiedelungen, wovon die unterste beinahe 2,5 m tief liegt, und ihre Einordnung in die Torfschichten ist sehr bedeutungsvoll. Messikommer (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. Lehm.

b. Lebertorf. Die unterste Schicht wurde von Früh (1883) als Dopplerit erwähnt und eingehend beschrieben. Doch bestreitet Neuweiler (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-*

*setum*sporen. Reich ist dagegen die *Diatomeen*flora, 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. Eriophorumtorf. Diese 35 cm mächtige Schicht ist erfüllt von zahlreichen Resten von *Eriophorum*, sowie einzelnen Moosresten und *Typha*pollen. 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. Caricestorf. 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 *Equisetum*sporen sowie *Typhapollen*. Die Proben der basalen Schichten sind wieder stark sandig (Ueberschwemmung) und daher sehr mühsam zu analysieren.

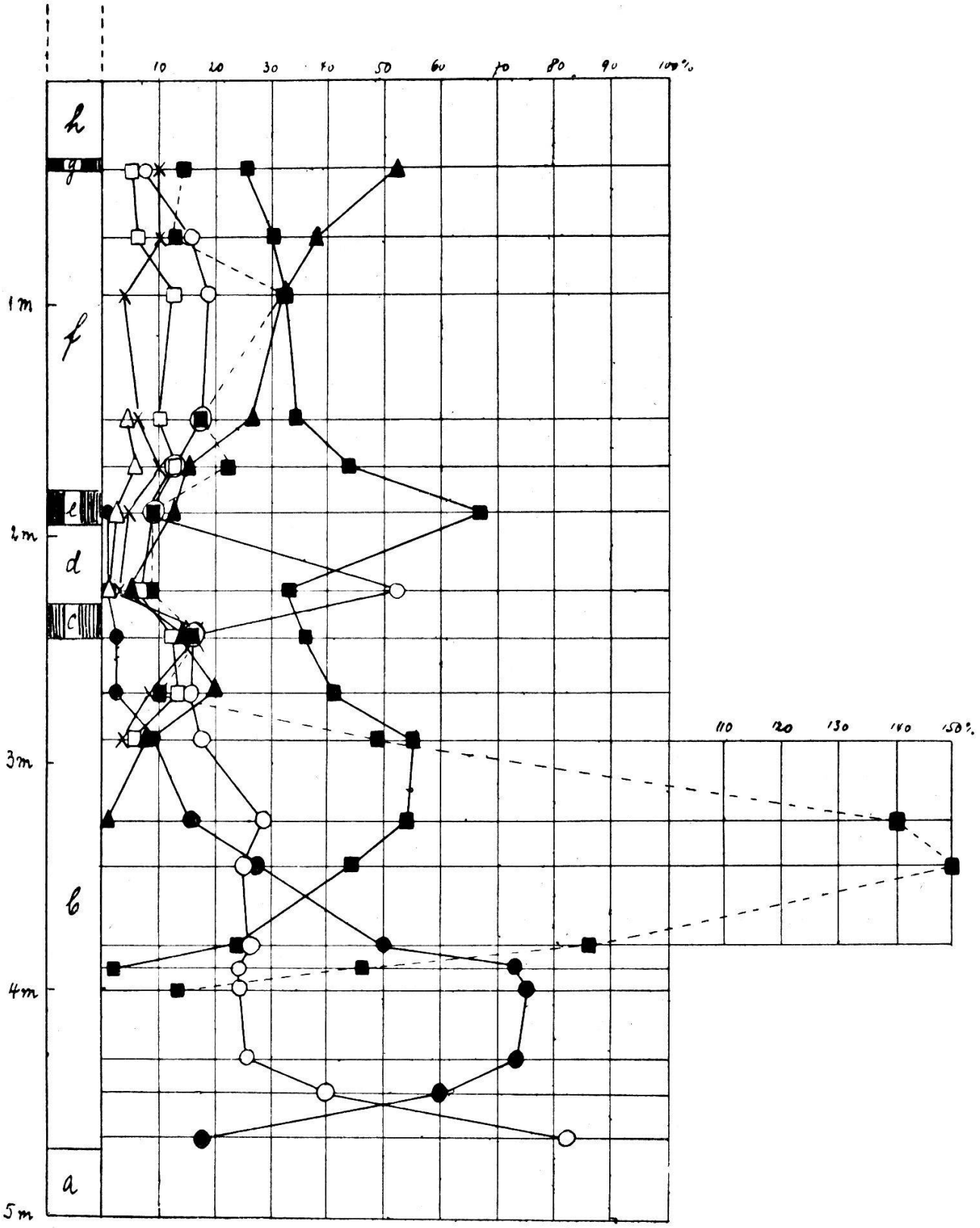
g. Kulturschicht. Diese oberste auf einer 5 cm mächtigen Lehmschicht aufruhende neolitische Fundschicht zeigt wieder sehr deutlich verkohlte Holzreste. Da sie sich in nur 35—40 cm Tiefe findet, sind schon viele Reste von Töpfereien, Gewebestücke, Werkzeuge, Samen und dergleichen ausgegraben worden, die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

h. Abraum. 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 pollenanalytischen 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 Kulmmination 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 *Eriophorum*torf 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 Moorboden findet sich nur noch auf einer ganz kleinen Fläche, der übrige Teil des Moores ist melioriert worden und ist heute fruchtbares 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-} V_0 F_0
bei 100 cm H_4 B_2 R_{1-} 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 H_4 B_2 R_{1-2} V_2 F_2
230 cm — 260 cm toniger Torf, holzfrei V_{2-3}
260 cm — 390 cm Moostorf
bei 320 cm H_5 B_2 R_2 V_1 F_1
bei 370 cm H_6 B_{2-} R_{2-} V_0 F_{0-}
390 cm — 470 cm Seekreide, gelblich-grau mit Konchylien
470 cm Lehm mit Sand.

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

b. Seekreide. In dieser breiigen Masse von gelblich grauer Farbe fanden sich verschiedene Molluskenschalen. Die Bestimmung nach Geyer (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 *Desmidiaceenhälften.*

c. Moostorf. 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. Toniger Torf. 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. Eriophorumtorf. Hier überwiegen die Reste des scheidigen 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 f 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 Typha*pollen neben *Cyperaceen*resten.

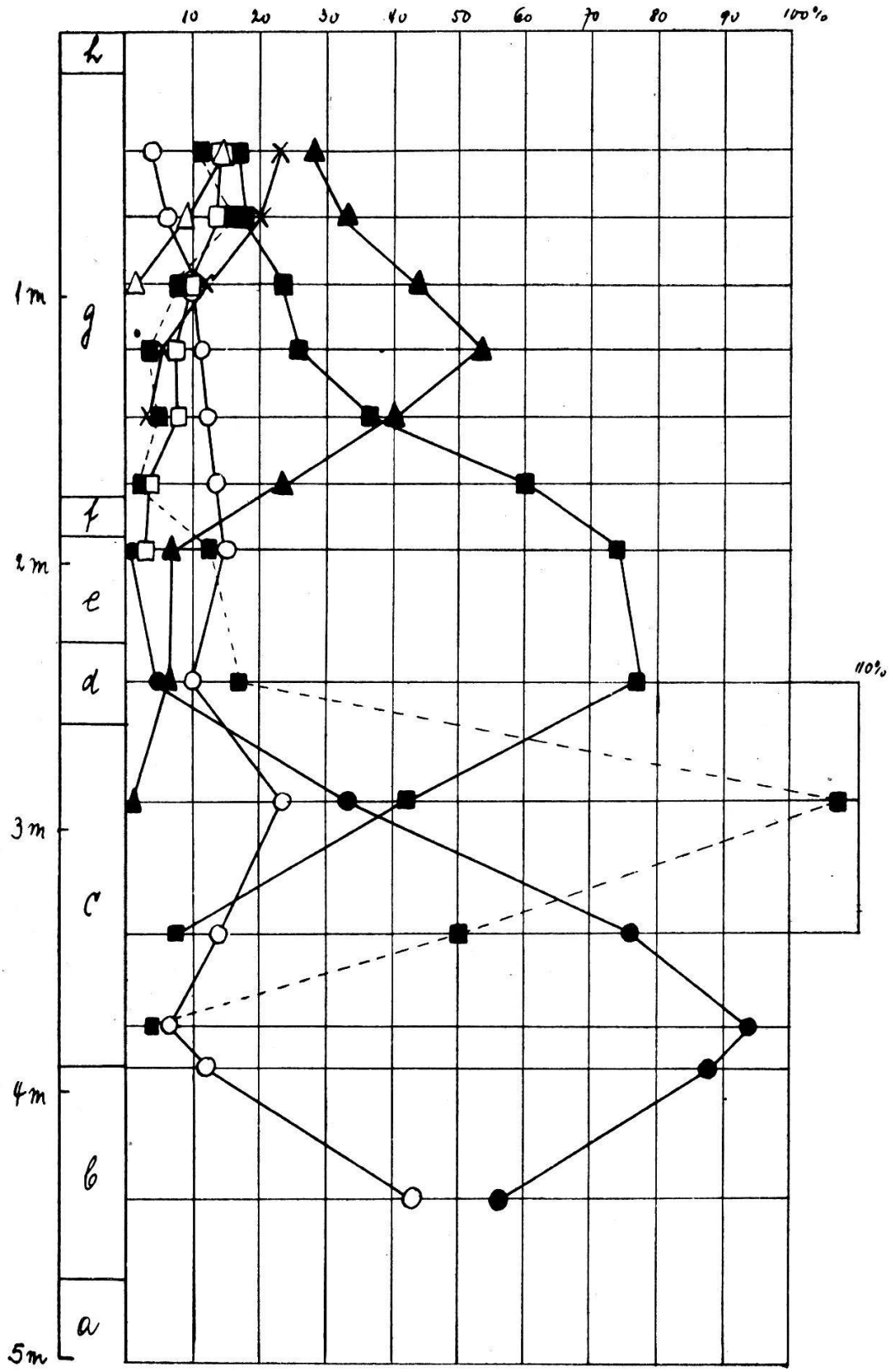
h. Abraum. Diese Schicht ist nicht untersucht worden.

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 Wegelin (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 Keller, P. (1926) vorläufige Mitteilung.

0 cm — 25 cm subrezenter Torf (Abraum)
25 cm — 185 cm Caricestorf, hellbraun bis braunrot
45 cm H_3 B_1 R_2 V_0 F_1
95 cm H_4 B_{1-} R_2 V_0 F_1 mit Phragmites
125 cm H_5 B_2 R_2 V_1 F_1
185 cm — 240 cm Moostorf, braunschwarz, mit zunehmendem Holzgehalt
195 cm H_5 B_{2-} R_2 V_1 F_0
240 cm H_6 B_{2-} R_{1-} V_{2-3} F_0
240 cm — 270 cm Lebertorf
270 cm — 510 cm Seekreide, Schneckengyttja
510 cm Lehm

a. Lehm. 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. Seekreide. Sie ist nicht zähe wie der darunter liegende Lehm, sondern feucht und knetbar, leicht zu zerreiben und enthält sehr viel gebleichte Molluskenschalen. Die von Wegelin 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. Lebertorf. 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 *Desmidiaceen*hälften, die ich nicht bestimmen konnte.

d. Moostorf. 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!

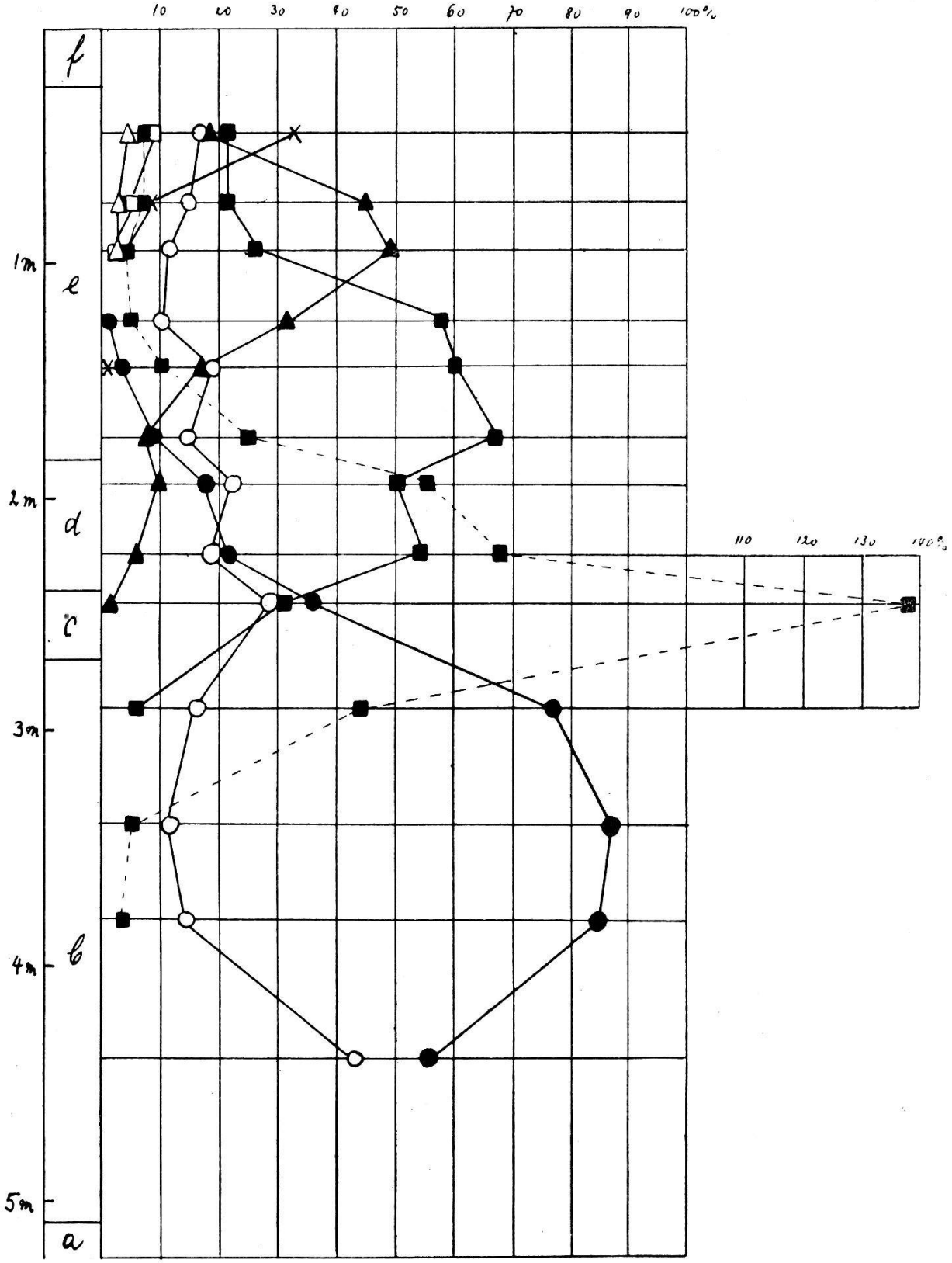
e. Caricestorf. Makroskopisch herrschen feine Würzelchen von *Eriophorum-* und *Caricesarten* vor, die dem Torf eine faserige Beschaffenheit verleihen. Daneben sind noch zahlreiche Pustelradizellen, Pollentetraden von *Ericaceen* und Pollen der gelben Seerose zu verzeichnen.

f. Abraum. 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 Kiefernmaximum 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 Hasel 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 Eichenmischwald 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)
5. „ 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 fliesst 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 H_3 B_1 R_2 V_1 . F_1

60 cm H_4 B_1 R_2 V_{2-3} F_1 sehr holzreich bis 14 cm dicke Aeste.

100 cm — 250 cm Moostorf

120 cm H_5 B_2 R_2 V_{1-2} F_1

215 cm H_6 B_2 R_{1-} V_1 F_{1-}

250 cm — 280 cm Caricestorf

265 cm H_6 B_2 R_{1-} V_1 F_0

280 cm H_5 B_1 R_{0-} V_0 F_0 tonig

280 cm . Lehm mit Sand

a. Lehm 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. Caricestorf. Diese braunrote Schicht enthält neben zahlreichen *Eriophorum*-Fragmenten (Stengel und Scheiden) viele Reste von Sphagneenstämmchen und Blättchen, daneben natürlich den verzeichneten Waldbaumpollen.

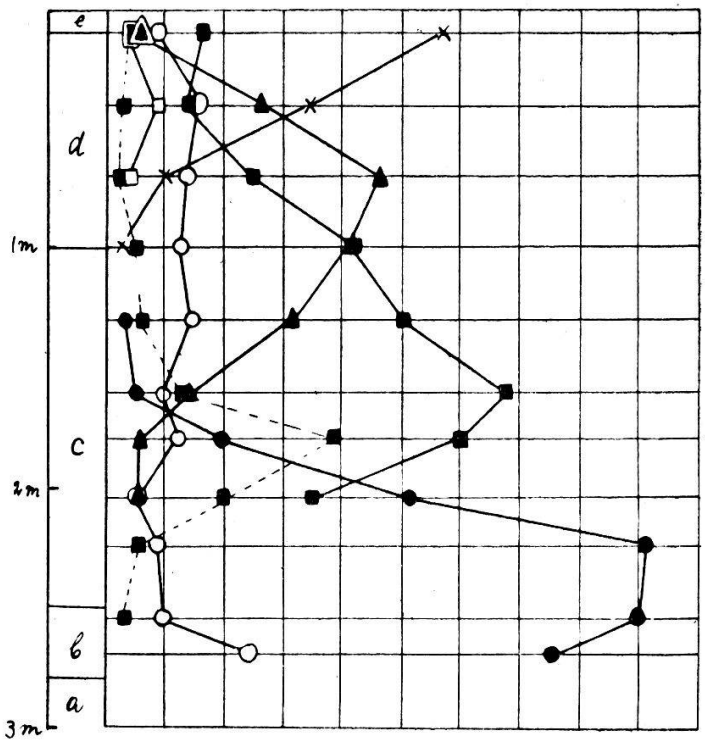
c. Moostorf. *(Sphagneto-Eriophoretum.)* Hier herrschen wieder Rhizome und Oberhautfragmente von *Eriophorum*, sowie Reste von *Sphagnum*-Stämmchen vor. Sehr zahlreich sind auch hier die Mycelfäden höherer Pilze. Daneben finden sich Pollentetraden von *Ericaceen*, Pollen von *Myriophyllum* und *Nuphar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

d. Phragmitestorf 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. Abraum. 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 ausgebeutet, 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 setzten ist.

An einer noch unberührten Stelle im Ried, aber doch im Bereiche 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 H_3 B_{1-} R_2 V_0 F_1
bei 80 cm H_4 B_2 R_1 V_{1-} F_0
140 cm — 145 cm Kulturschicht mit verkohlten Resten
145 cm — 185 cm Caricestorf H_5 B_{1-2} R_2 V_0 F_{1-2}
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. Caricestorf. 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 Neuweiler genau bestimmt, die Liste findet sich bei Messikommer (1913).

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

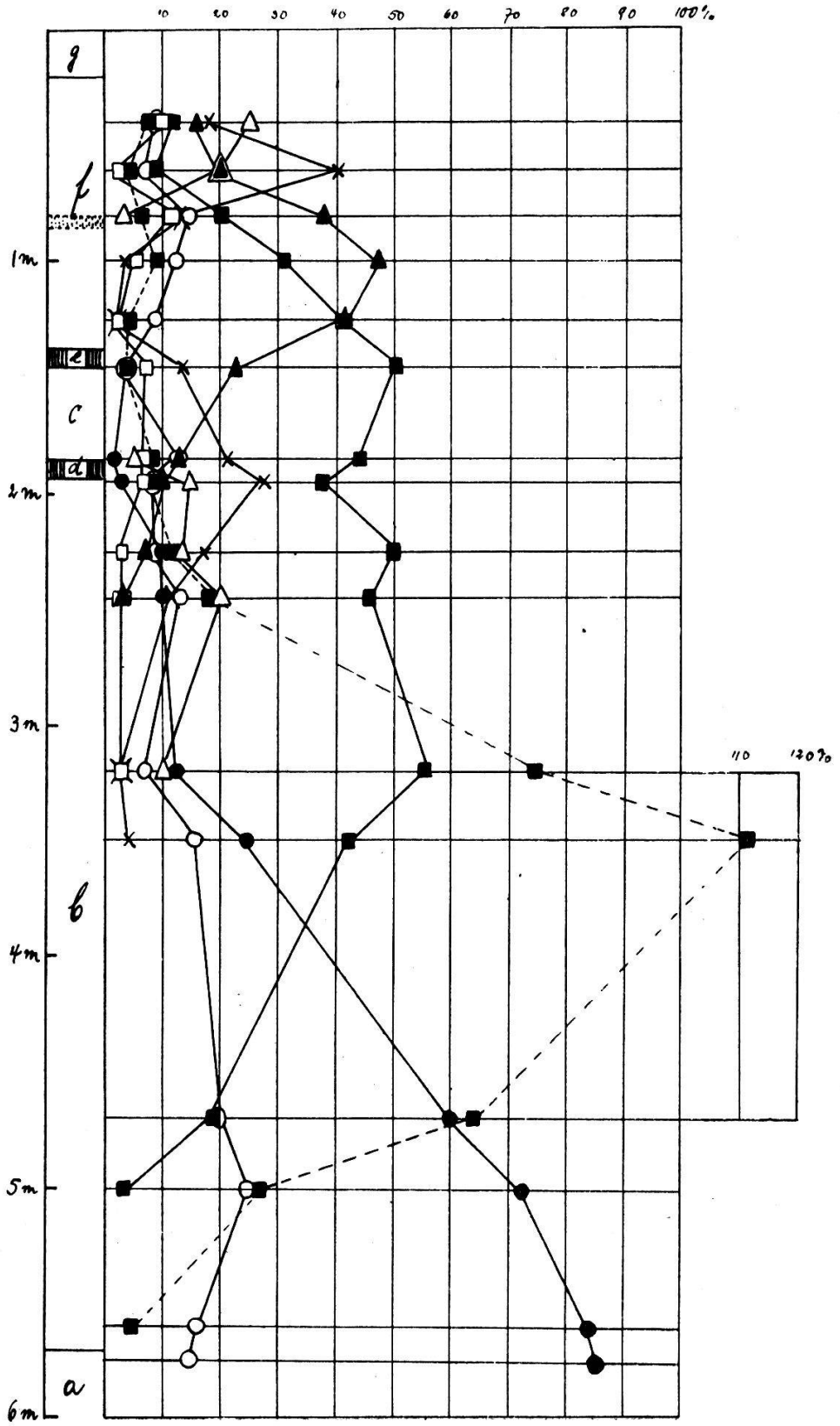
g. Abraum. Mit den rezenten pflanzlichen Rhizomen.

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 obern 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 Waldeszusammensetzung 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-Buchenspektrum.

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 Strauchschicht 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 H_3 B_1 R_1 V_0 F_0
100 cm — 185 cm Trifariumtorf
bei 120 cm H_4 B_{1-2} R_1 V_{2-} F_0
bei 180 cm H_6 B_2 R_1 V_0 F_0
185 cm — 227 cm Lebertorf
227 cm Lehm

a. Lehm. 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. Trifariumtorf. 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.

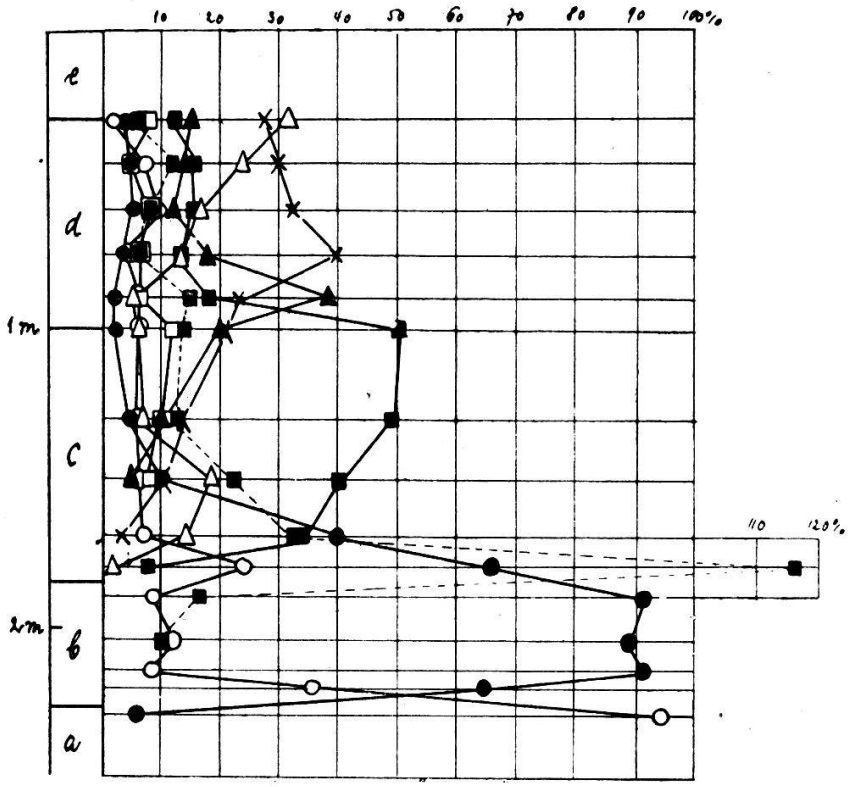
d. Moostorf. In dieser Schicht können wir wie im Krutzelried eine deutliche holzführende Schicht beobachten, bei 120 cm. Bei der mikroskopischen Durchsicht der Proben fanden sich noch einige *Cyperaceen*-Radizellen; zahlreiche *Sphagnum*-Fragmente und Sporen von *Lycopodium spec.*

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 Ferntransportes 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 H_3 B_{1-2} R_2 V_0 F_0
95 cm — 285 cm Phragmitestorf
bei 150 cm H_{3-4} B_{1-2} R_2 V_{0-1} F_0
bei 250 cm H_4 B_2 R_2 V_{0-1} F_0
285 cm — 800 cm Seekreide.

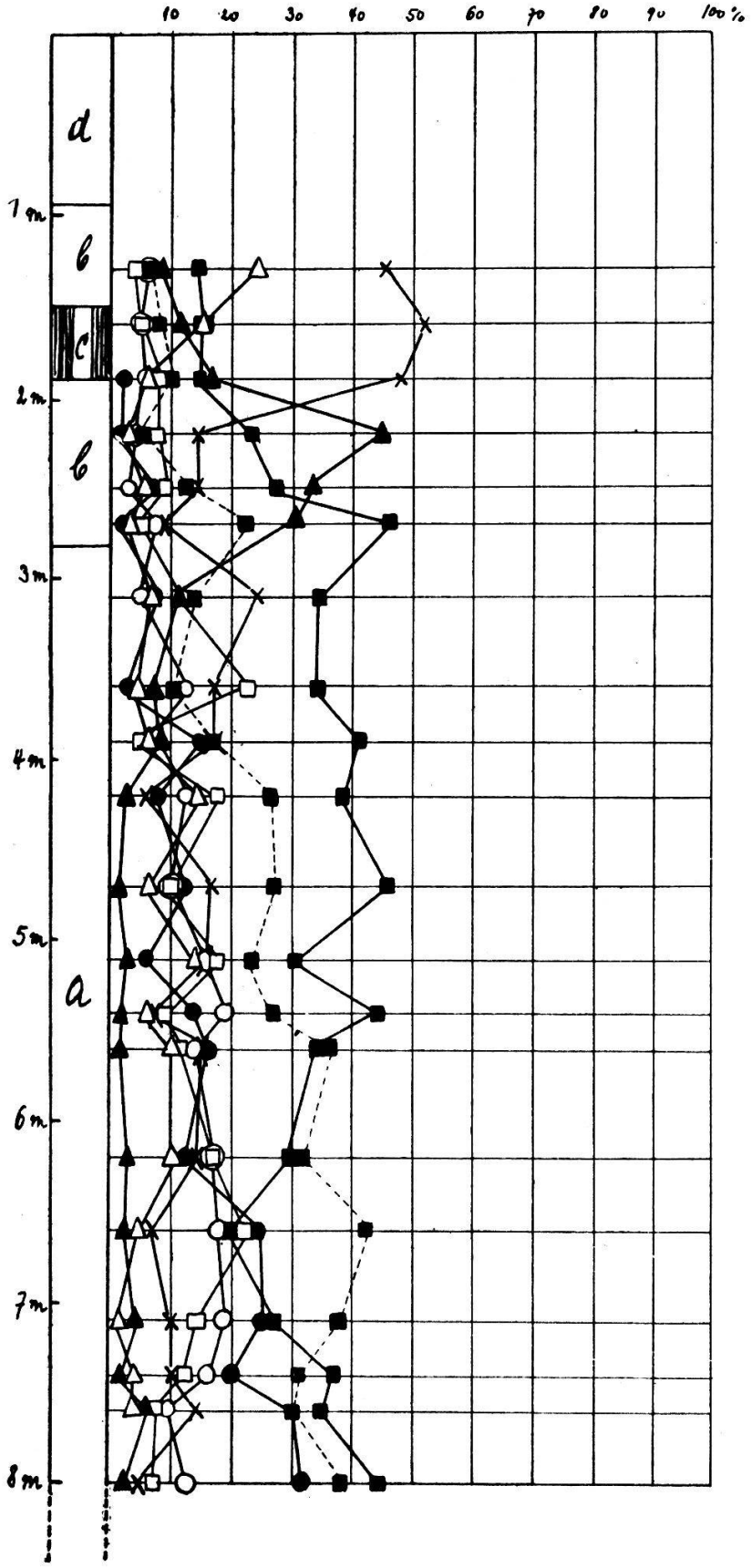
Die Bohrung wurde am Rande der Siedelung gemacht, etwa 200 m von der rekonstruierten Pfahlbauhütte entfernt, an einer Stelle, wo das Profil noch ungestört ist.

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 Brutschi (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. Caricestorf. 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 Härry 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 Birkenperiode. 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. Härry 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 Coryluspollen 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 Uebergang Neolithikum-Bronzezeit. Die massgebenden Funde aber finden sich in Schichten, die der Tannenvorherrschaft 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 weitern 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 vorfindet, 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 gegraben 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 H_4 B_1 R_{1-} V_0 F_0
80 cm	— 193 cm	Seekreide
193 cm		Lehm

a. Lehm.

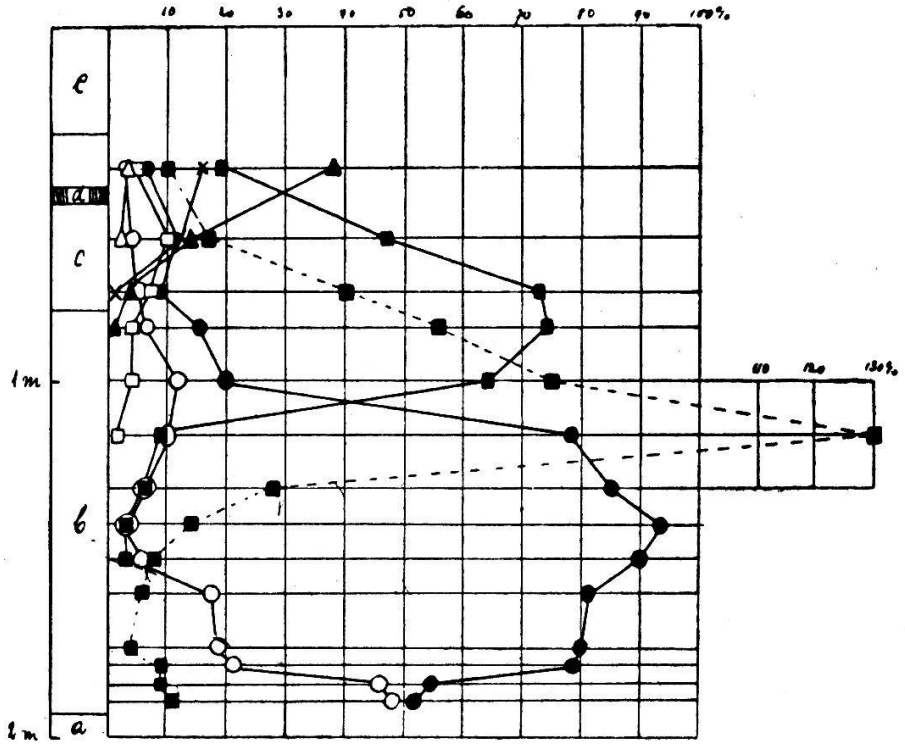
b. Seekreide. In dieser Schicht sind folgende Molluskenarten bestimmt worden: *Limnaea ovata*, *Planorbis carinatus*, *P. albus*, *Bythinia tentaculata*, *Valvata alpestris*, *Sphaerium corneum*, *Pisidium fontinale*.

c. Caricestorf. 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. Abraum.

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 Burgäschi. 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 H_3 B_1 R_2 V_0 F_0

110 cm — 145 cm Equisetumtorf H_4 B_{1-2} R_{1-2} V_0 F_0
145 cm — 190 cm Phragmitestorf H_5 B_1 R_2 V_{0-1} F_0
190 cm — 200 cm Kulturschicht
200 cm — 587 cm Seekreide
587 cm Lehm

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

b. Seekreide. 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. Kulturschicht. 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. Phragmitestorf. 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. Equisetumtorf. Hier herrschen die Reste der Schachtelhalme vor. Die schwarzen einzelnen Glieder sind schon bei der Probenentnahme aus der Bohrerkanne 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.*

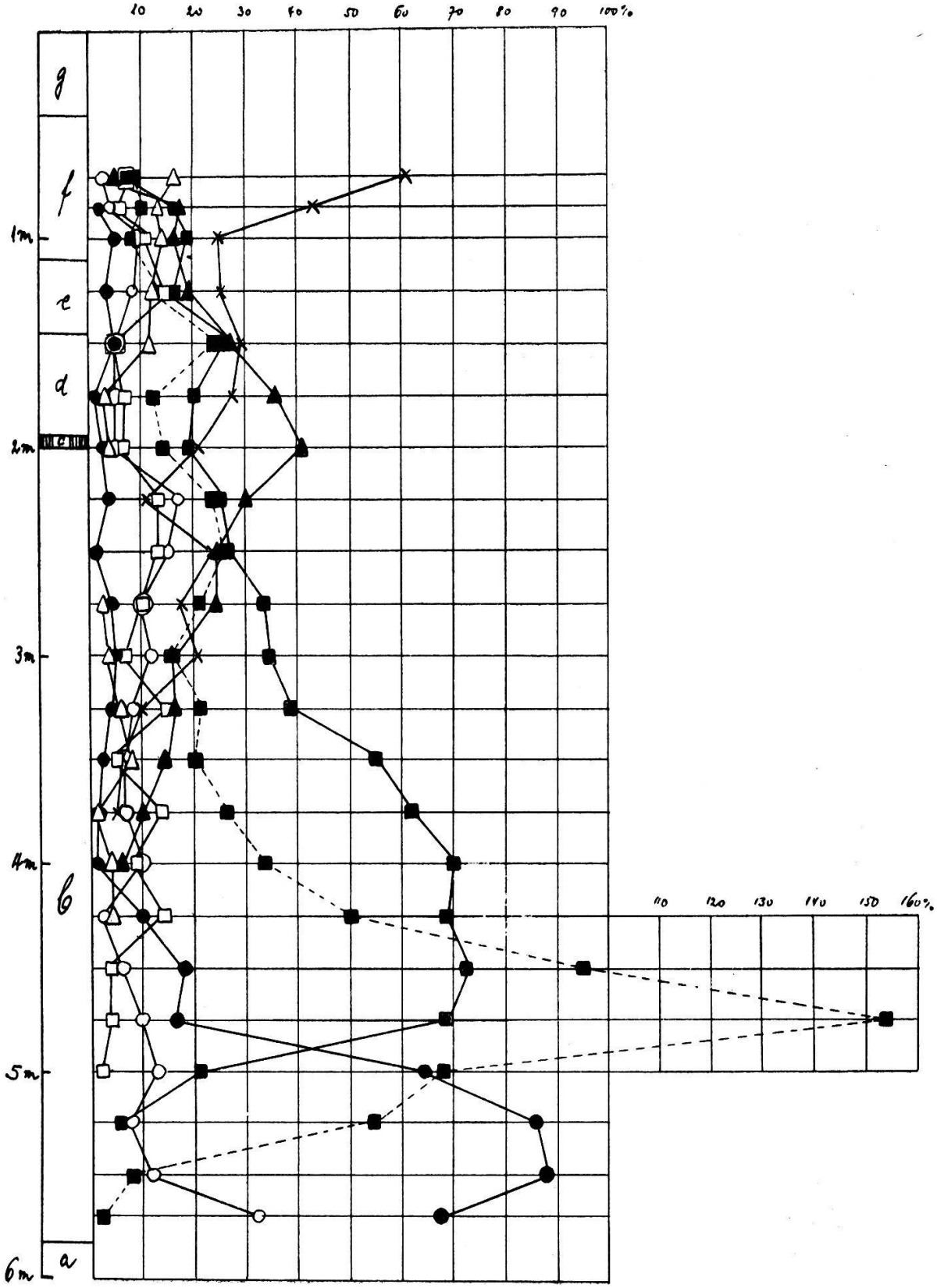
f. Caricestorf. Die obersten Proben zeigen ein reiches Vorkommen an Pusteln, an *Carices*rhizomen, an Farnsporen und *Eriophorumresten*, ähnlich dem Equisetumtorf.

g. Abraum. Zufolge guter Entwässerung und reichlicher Streuenutzung 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 Archaeologen 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 Siedelung, 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 H_{2-3} B_1 R_2 V_0 F_0
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. Seekreide. 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. Kulturschichten. 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 Neuweiler bestimmt, die Liste findet sich in der Dissertation von Gummel (1923).

c. Caricestorf. Es fanden sich reichliche Schilfrhizome und Blattfragmente, *Caricesresten*, Pollen von Typha, Samen von *Menyanthes* und einige *Equisetum*sporen.

d. Abraum. 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 Kiefermaximum 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 Haselmaximum haben. Die Kurve ist sehr symmetrisch, nach ihrem Kulminationspunkt fällt sie eben so rasch, wie sie gestiegen ist. Die Vorherrschaft übernimmt der Eichenmischwald, 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 Buchenmaximum. In den Zeitabschnitt, wo die Buche zur Vorherrschaft gelangt, fällt die erste Fundschicht 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 Fundschicht, 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

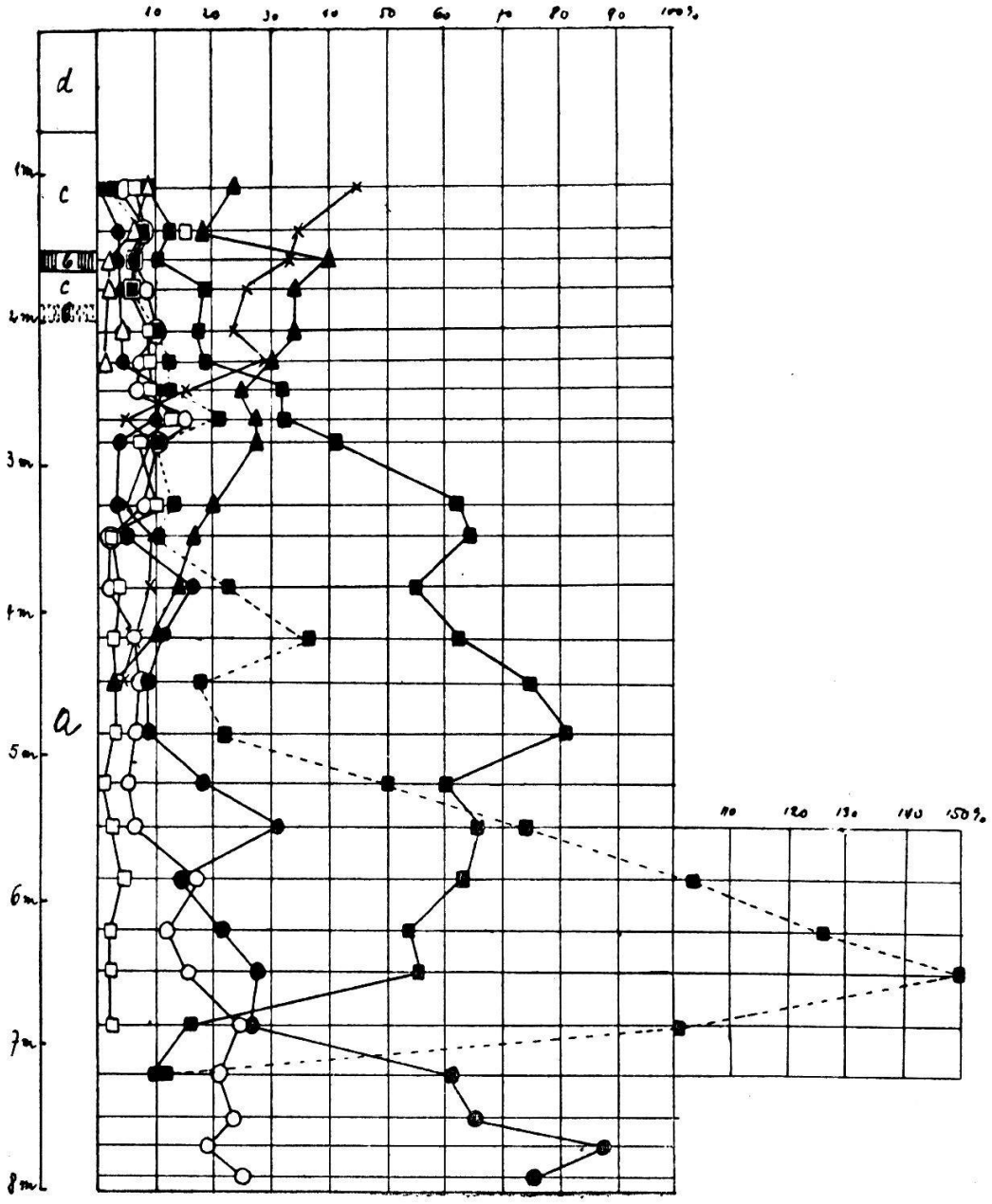
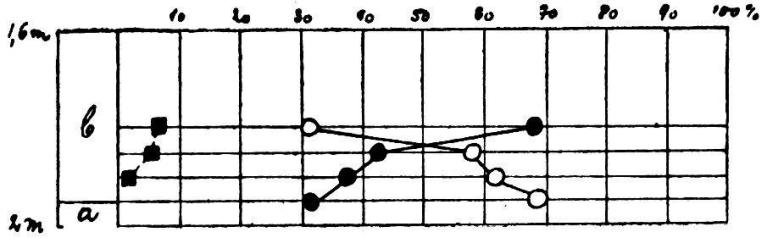


Diagramm Schönbühl-Urtenen



daraus schliessen zu können, dass wenn wir durch die Pollenanalyse die *Fraxinus*-Pollen nicht zu fassen vermögen, oder nur ganz vereinzeltes 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. Koenig 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 Birke 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 Kiefern-Periode, zu der die Untersuchung am Pfahlbau Moosseedorf einsetzt.

Zusamenfassung 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 reichem 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 450 m	Pfahlbau „Weiher" 456 m	Pfahlbau Niederwil 412 m	Buhwil 480 m	Moos-wanger Ried 568 m	Böndler-stück 530 m	Pfahlbau Burg-æschi 470 m	Pfahlbau Moossee-dorf 524 m			
	%	%	%	%	%	%	%	%			
Betula	**99**	**91**	**82**	**43**	**43**	**93**	**48**	**69**			
Pinus	1	9	18	57	57	7	52	31			
Corylus	—	4	—	—	—	—	11	1			
Salix	6	9	—	—	—	—	—	—			

TABELLE 3. — Kiefernperiode der Moore des Mittellandes.

	Krutzelried 450 m	Pfahlbau „Weiher" 456 m	Pfahlbau Niederwil 412 m	Buhwil 480 m	Moos-wanger Ried 568 m	Eschli-kon 570 m	Pfahlbau Roben-hausen 543 m	Böndler-stück 530 m	Pfahlbau Burg-æschi 470 m	Pfahlbau Wauwil 505 m	Pfahlbau Moossee-dorf 524 m
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Pinus	**80**	**77**	**93**	**75**	**88**	**91**	**85**	**91**	**94**	**78**	**81**
Betula	20	23	7	25	12	9	15	9	3	22	19
Eichenmischwald	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
Corylus	6	6	4	13	5	6	2	—	14	8	10
Salix	5	1	—	—	—	2	—	—	—	1	—

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 Gipfelpunkt 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 Eichenmischwaldzeit (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. — Haselperiode der Moore des Mittellandes.

	Krutzelried 450 m	Pfahlbau „Weiher" 456 m	Pfahlbau Niederwil 412 m	Buhwil 480 m	Moos-wanger Ried 568 m	Eschlikon 570 m	Pfahlbau Robenhausen 543 m	Böndlerstück 530 m	Pfahlbau Burgæschi 470 m	Pfahlbau Wauwil 505 m	Pfahlbau Moosseedorf 524 m
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Corylus	**149**	**143**	**150**	**107**	**138**	**29**	**111**	**116**	**130**	**157**	**150**
Pinus	37	61	27	33	36	20	25	67	79	21	28
Eichenmischwald	48	12	44	42	34	60	42	8	11	69	54
Betula	15	27	27	24	29	12	17	23	10	10	18
Fagus	—	—	1	1	1	7	—	1	—	—	—
Picea	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—
Abies	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Salix	4	15	—	—	—	16	3	—	—	—	—

TABELLE 5. — Eichenmischwaldperiode der Moore des Mittellandes.

	Krutzelried 450 m	Pfahlbau „Weiher" 456 m	Pfahlbau Niederwil 412 m	Buhwil 480 m	Mooswanger Ried 568 m	Eschlikon 570 m	Pfahlbau Robenhausen 543 m	Böndlerstück 530 m	Pfahlbau Burgæschi 470 m	Pfahlbau „Riesi" 445 m	Pfahlbau Wauwil 505 m	Pfahlbau Moosseedorf 524 m
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Eichenmischwald	**87**	**76**	**67**	**77**	**67**	**68**	**50**	**50**	**73**	**46**	**69**	**81**
Fagus	1	5	13	7	8	15	22	20	3	1	10	—
Pinus	4	1	2	6	9	3	4	3	9	11	3	9
Betula	5	12	9	10	15	—	4	6	4	10	14	7
Alnus	3	5	5	—	—	—	7	12	8	10	—	3
Abies	—	1	4	—	—	2	13	21	2	16	—	—
Picea	—	—	3	—	1	—	—	6	1	6	4	—
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. Neuweiler (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 pollenanalytischen 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 Buchenzeit 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.

	Krutzelried 450 m	Pfahlbau „Weiher" 456 m	Pfahlbau Niederwil 412 m	Buhwil 480 m	Moos-wanger Ried 568 m	Eschlikon 570 m	Pfahlbau Robenhausen 543 m	Böndlerstück 530 m	Pfahlbau Burgæschi 470 m	Pfahlbau „Riesi" 445 m	Pfahlbau Wauwil 505 m	Pfahlbau Moosseedorf 524 m
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fagus	**56**	**46**	**52**	**53**	**49**	**46**	**47**	**39**	**38**	**45**	**41**	**40**
Eichenmischwald . .	20	17	26	24	26	25	21	18	29	23	19	10
Abies	11	13	10	5	4	10	5	23	16	14	29	34
Betula	6	8	6	11	11	14	12	6	3	4	5	3
Alnus	4	12	5	7	3	4	15	6	4	7	7	7
Pinus	3	—	—	—	4	1	—	3	7	3	3	4
Picea	—	4	—	1	3	—	—	5	3	4	4	2
Corylus	12	12	13	4	4	3	9	15	10	14	14	6
Salix	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 Tanne 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 Streuenutzung. Da man hier zahlreiche Artefakte einer Station aus der Bronzezeit fand, so sammelte ich eine Probeserie, um einen weitern 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 Caricestorf bei 70 cm H_4 B_{1-} R_2 V_0 F_0
82 cm — 134 cm Equisetumtorf bei 120 cm H_3 B_{1-2} R_2 V_0 F_0
134 cm — 270 cm Phragmitestorf
bei 150 cm H_5 B_{1-} R_2 V_0 F_0 mit viel *Phragmites*resten
bei 170 cm H_6 B_{1-2} R_{1-2} V_0 F_0
bei 250 cm H_4 B_{1-2} R_{1-2} V_0 F_0
270 cm — 325 cm Bruchwaldtorf
bei 285 cm H_{3-4} B_{1-2} R_{1-2} V_{1-2} F_0
bei 300 cm V_2
325 cm — 523 cm Seekreide
523 cm Lehm

a. Lehm.

b. Seekreide. 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 V_2. 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 Bohrerkanne 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.

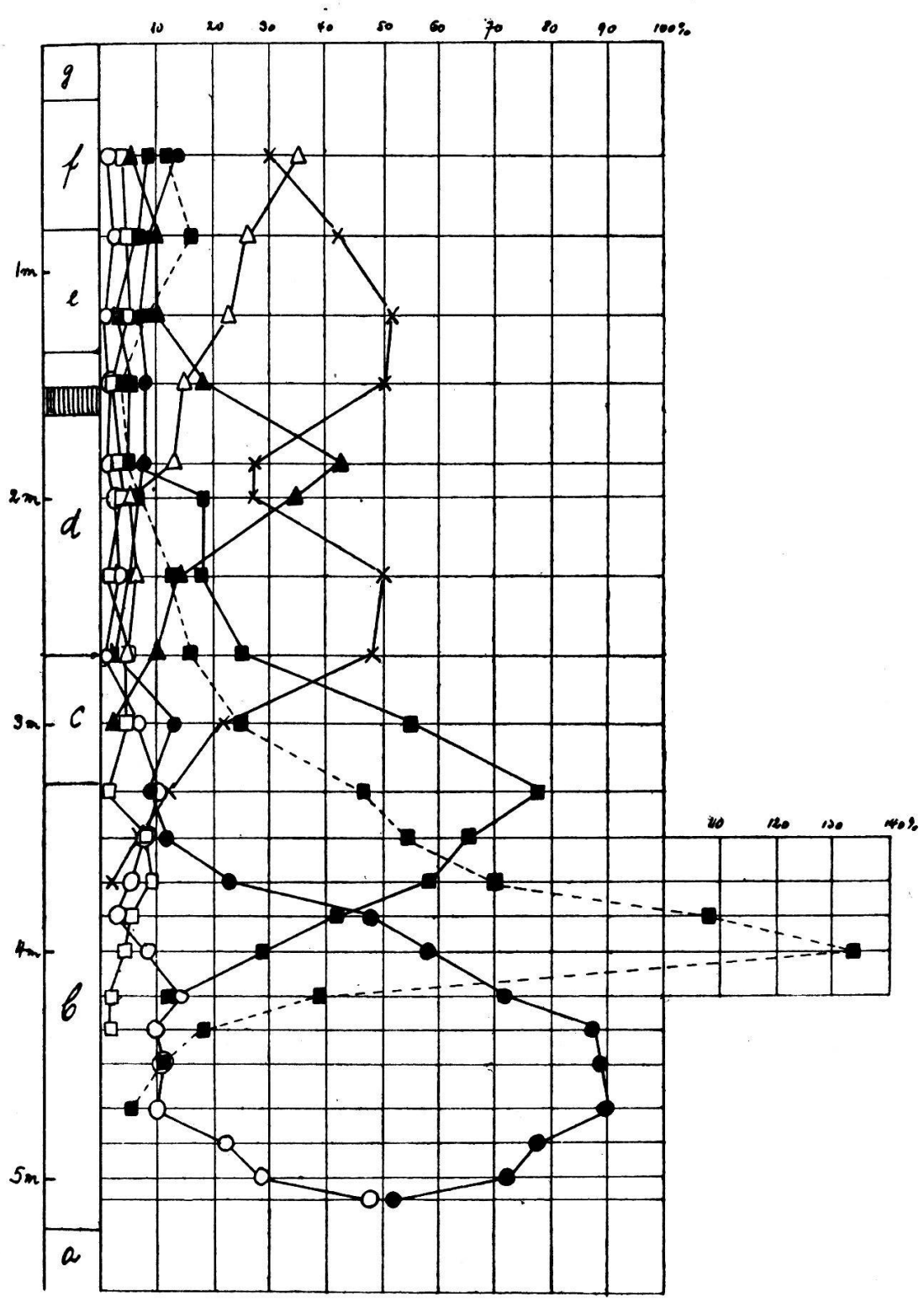
f. Caricestorf, gekennzeichnet als grobfaserige-rote Schichten. Im mikroskopischen Bild erkennen wir die zahlreichen Pustelradizellen von *Cyperaceen* und einzelne *Filices*-Sporen.

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, Mösli 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 Siedelungen 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 Molinietum, 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

bei 50 cm H_{4-5} B_{1-2} R_{1-2} V_{1-2} F_{0-1}
bei 85 cm H_5 B_2 R_1 V_1 F_0
95 cm — 155 cm Caricestorf bei 100 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0
155 cm — 190 cm Sphagnumtorf bei 170 cm H_6 B_{1-2} R_{0-1} V_0 F_{0-1}
190 cm — 423 cm Caricestorf
bei 220 cm H_{3-4} B_{1-2} R_2 V_0 F_0
bei 275 cm H_4 B_{1-2} R_2 V_0 F_0
bei 340 cm H_5 B_1 R_1 V_0 F_0
423 cm Lehm

a. Lehm. Die Mächtigkeit dieser Schicht wurde nicht näher untersucht.

b. Caricestorf. In dieser 233 cm mächtigen Ablagerung herrschen im mikroskopischen Bild die *Cyperaceen*-Radizellen vor. Es finden sich daneben noch Pollen von *Gramineen* und *Cyperaceen*, von *Myriophyllum* spec., Sporen von *Lycopodien* und *Athyrium filix femina*, sowie einige *Chara*sporen. In den obersten Schichten konstatiert man schon das Auftreten von *Ericaceen*-Tetraden, von einzelnen *Eriophorum*-Fragmenten und *Sphagnum*sporen, die das sich entwickelnde Hochmoor andeuten.

c. Sphagnumtorf, 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 *Gramineen*resten und -Pollen, nebst Sporen von *Athyrium filix femina* und *Dryopteris* spec. In den oberen Lagen beginnen die *Sphagnum*-Fragmente und Sporen.

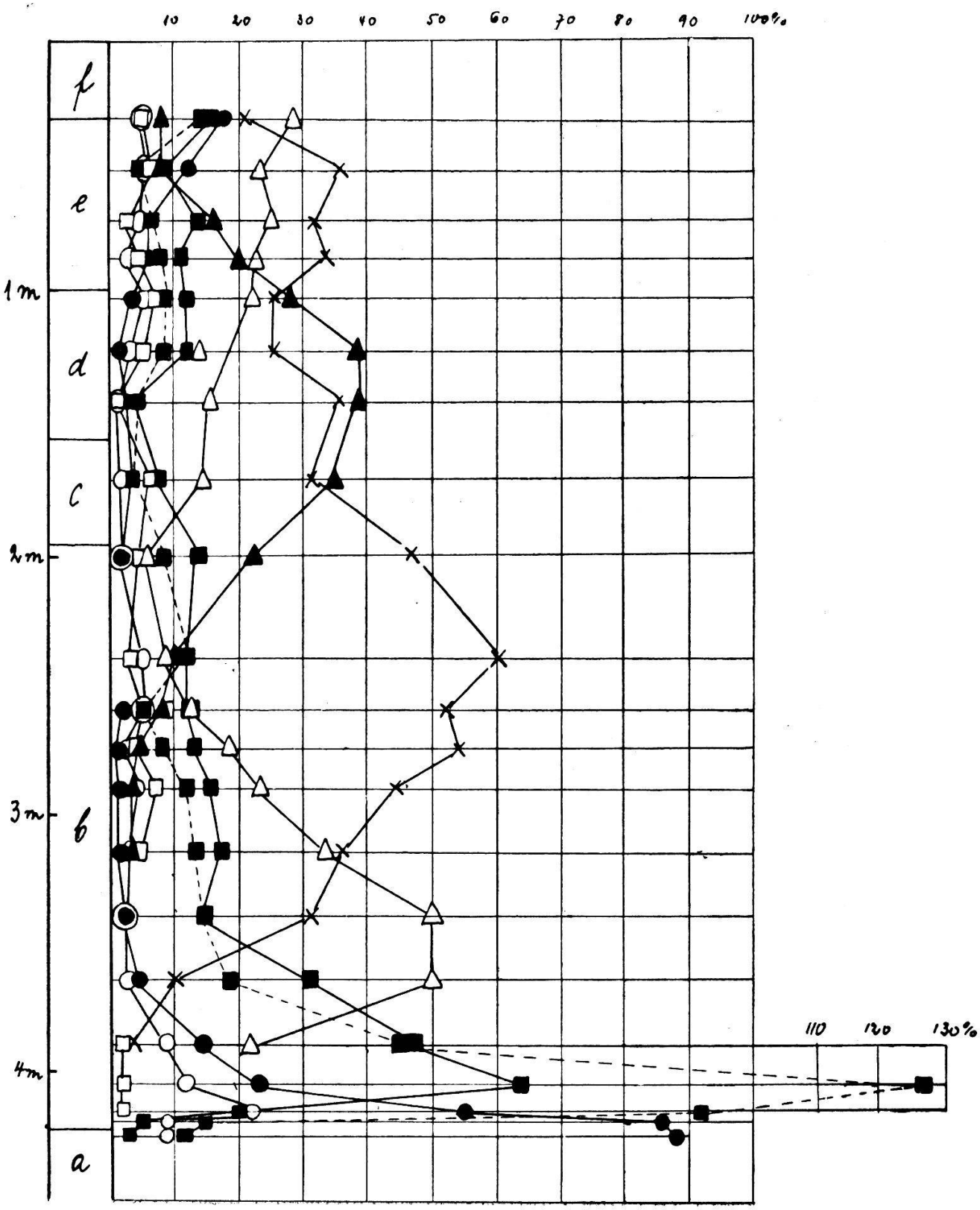
e. Sphagnumtorf wie c.

f. Abraum.

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% bezw. 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 stetem 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 weitern Umgebung des Moores spiegelt sich hier fehlerlos.

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

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

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 H_{3-4} B_2 R_2 V_0 F_1
130 cm H_4 B_2 R_{1-2} V_0 F_1
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:

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

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.

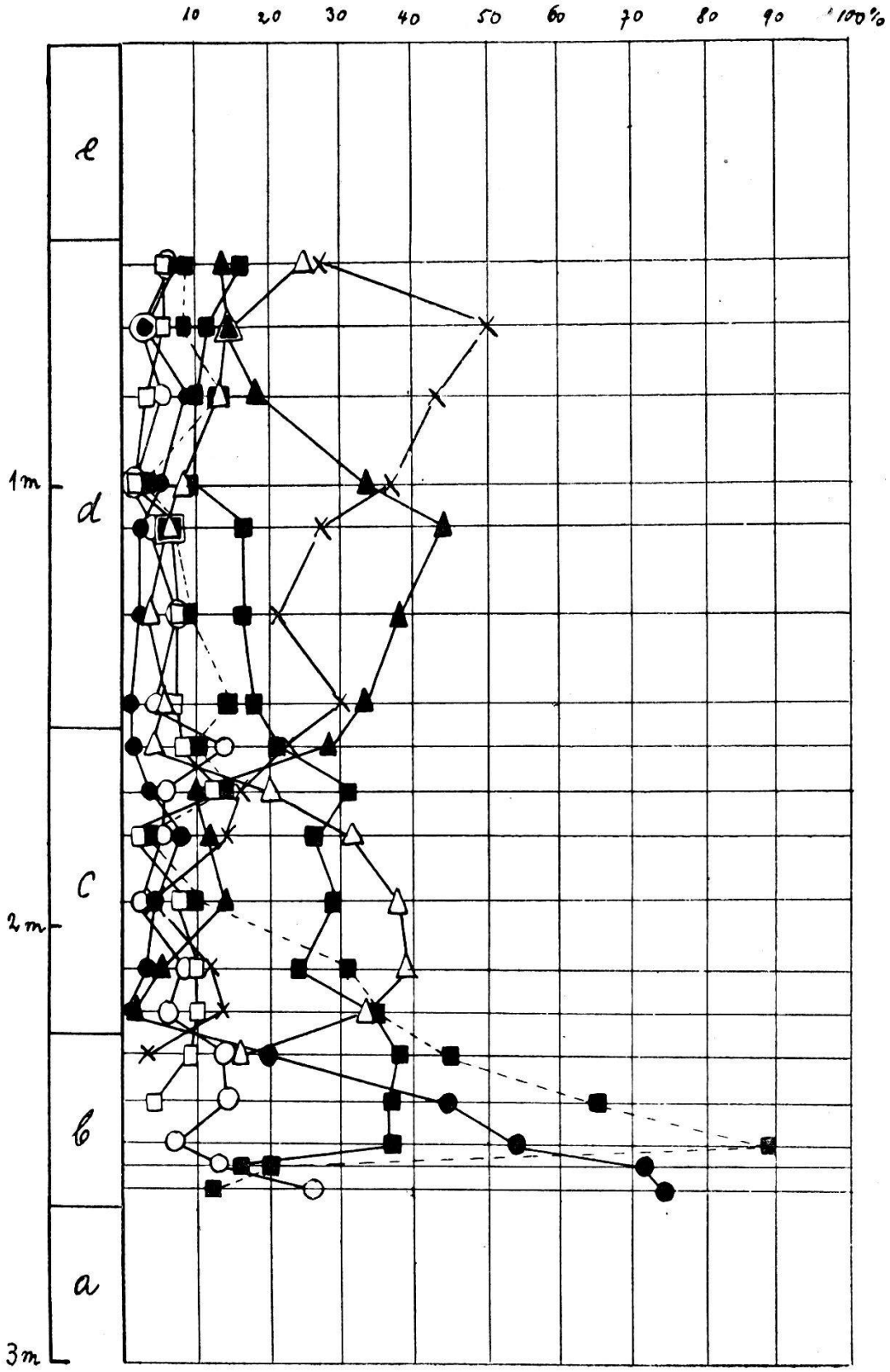
e. Abraum. Aus dieser subrezenten Schicht wurden keine Proben mehr entnommen, da zufolge eines raschen Moorwachstums (Verlandungszone) der Torf sehr pollenarm ist und der geringe Pollenniederschlag, der noch vorhanden ist, nur unvollständig sedimentiert ist.

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, Tanne und Fichte, wovon die letztere rasch zur Dominanz gelangt und eine deutliche Fichtenzeit 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 Eichenmischwaldmaximum, 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 Buchenmaximum 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 Tanne 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 obern 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 Birkenphase, 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 kräftigern 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 Schmiedmoos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautikerried 510 m
	%	%	%
Pinus	**90**	**88**	**73**
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 Schmiedmoos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautikerried 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 Schmiedmoos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautikerried 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 Zürcheroberland 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 % bezw. 10 % *Fagus*, 18 % bezw. 12 % Eichenmischwald, 7 bezw. 9 % *Picea* und den noch verbleibenden Prozenten bestehend aus *Alnus*, *Pinus* und *Betula*. Der Haselstrauch ist noch mit 13 % bezw. 10 % vertreten. In diese Periode fällt die Einwanderung der Buche. Dieser Waldbaum gewinnt grosse Ausbreitung und wird zum bestimmenden Vertreter der Waldzusammensetzung. Wir haben die Buchenperiode.

TABELLE 10.

	Pfahlbau Schmiedmoos 630 m	Tellenmoos 855 m	Lautikerried 510 m
	%	%	%
Fagus	**42**	**39**	**44**
Abies	27	26	18
Picea	13	14	7
Eichenmischwald	5	12	17
Alnus	3	5	7
Pinus	8	1	3
Betula	2	3	4
Corylus	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 Tannen-Fichten-Buchen-periode, 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.

Einsiedler Moor
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 Düggeli (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 Düggelis 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 H_5 B_1 R_{2-3} V_0 F_2
bei 150 cm H_6 B_1 R_{2-3} V_0 F_{2-}
175 cm — 210 cm Sphagnumtorf
210 cm — 225 cm Caricestorf bei 220 cm H_{4-5} B_1 R_{2-3} V_0 F_1
225 cm — 250 cm Sphagnumtorf bei 225 cm H_5 B_1 R_{1-} V_2 F_0
250 cm — 340 cm Caricestorf bei 290 cm H_5 B_1 R_{2-3} V_{1-} F_1
340 cm — 425 cm Sphagnumtorf
bei 350 cm H_5 B_1 R_{1-} V_0 F_0
bei 400 cm H_6 B_1 R_1 V_0 F_0
425 cm — 475 cm Caricestorf
475 cm — cm Lehm.

Das von Düggeli 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 Düggeli anführt.

a. Lehm. Die Mächtigkeit dieses zähen grauen Lehms wurde nicht bestimmt. Sie soll sehr verschieden sein, nach Düggeli 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*tetraden.

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. Abraum. 25 cm.

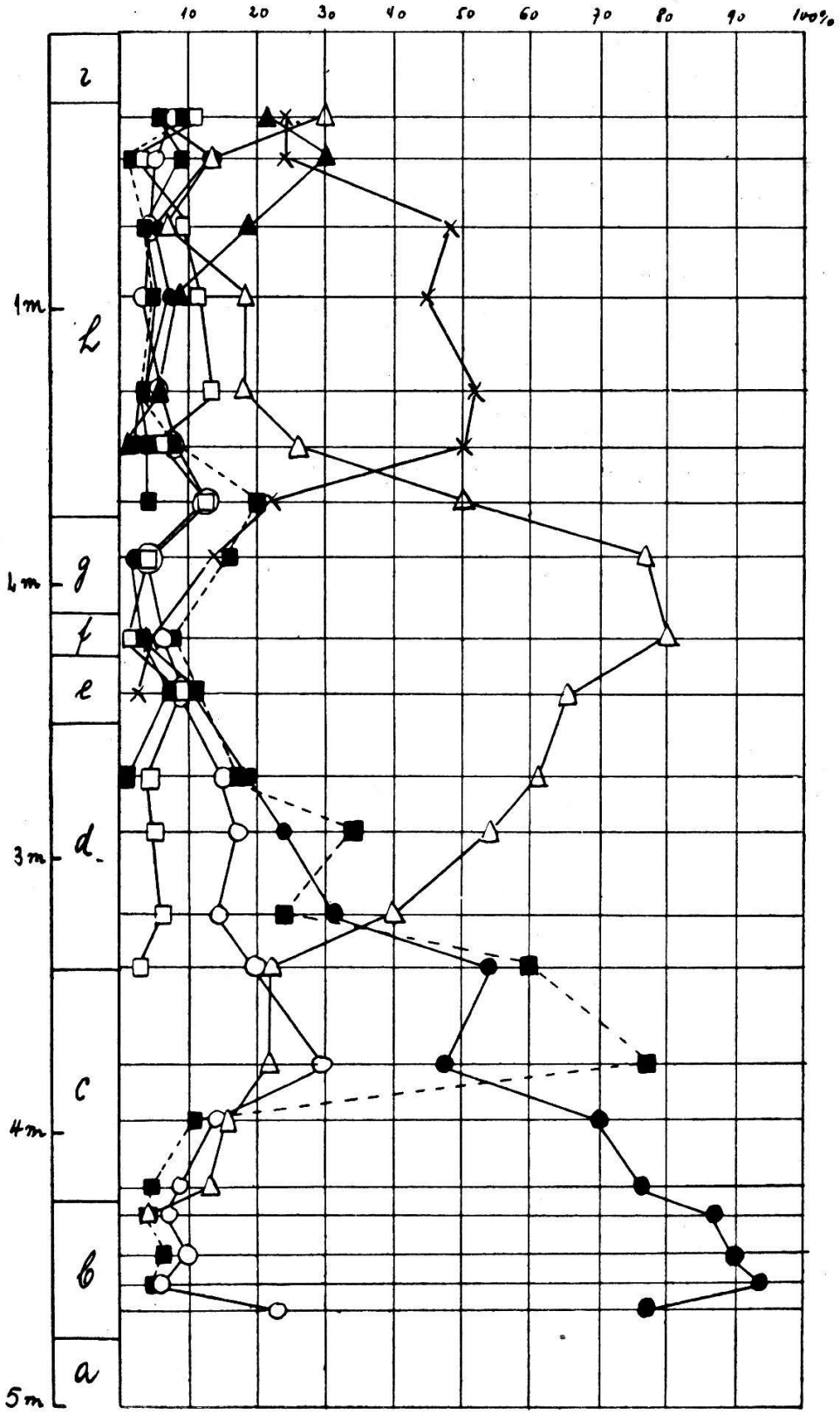
Im « Totmeer » wurde eine weitere Bohrung vorgenommen. Es ergab sich ein ganz analoger Schichtwechsel, und ebenfalls ein holzführender Horizont.

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 Kiefermaximum. 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 Haselmaximum. Inwieweit das Vorherrschen dieses Haselstrauches auf ein wärmeres Klima (Klimaoptimum) 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 Fichtenmaximum 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 Tannenmaximum, mit 51 % *Abies* bei einem Prozentgehalt der übrigen Komponenten: *Picea* 28 %, *Betula* 8 %, *Alnus* 6 %, Eichenmischmald 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 Gestrüppen vereinigt vor, die von ihren höhern 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 Früh und Schröter (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 Neuweiler 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»-Gestrüppes (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 H_3 B_1 R_1 V_1 F_1
40 cm — 340 cm Eriophorumtorf

bei 100 cm H_4 B_1 R_{2-} V_1 F_2
bei 150 cm H_5 B_1 R_{2-} V_1 F_{2-}
bei 275 cm H_5 B_1 R_{1-2} V_{1-} F_2
210—220 cm \ V_{2-3}

340 cm — 400 cm Caricestorf, bei 350 cm H_4 B_{1-2} R_2 V_0 F_1
400 cm — 450 cm Trifariumtorf, bei 420 cm H_6 B_{1-2} R_1 V_0 F_0
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. Lehm. Dieser graue, zähe Lehm ist stark kiesig. Er wurde nicht bis auf den Glazialschutt durchbohrt. Nach Neuweiler ist seine Mächtigkeit über 1 m.

b. Trifariumtorf. Diese 50 cm mächtige Schicht besteht der Hauptmasse nach aus *Calliergon trifarium*, das schon makroskopisch leicht erkennbar ist.

c. Caricestorf. Das Hypnetum geht über in ein fast reines Caricetum mit ausschliesslich *Cyperaceen*radizellen.

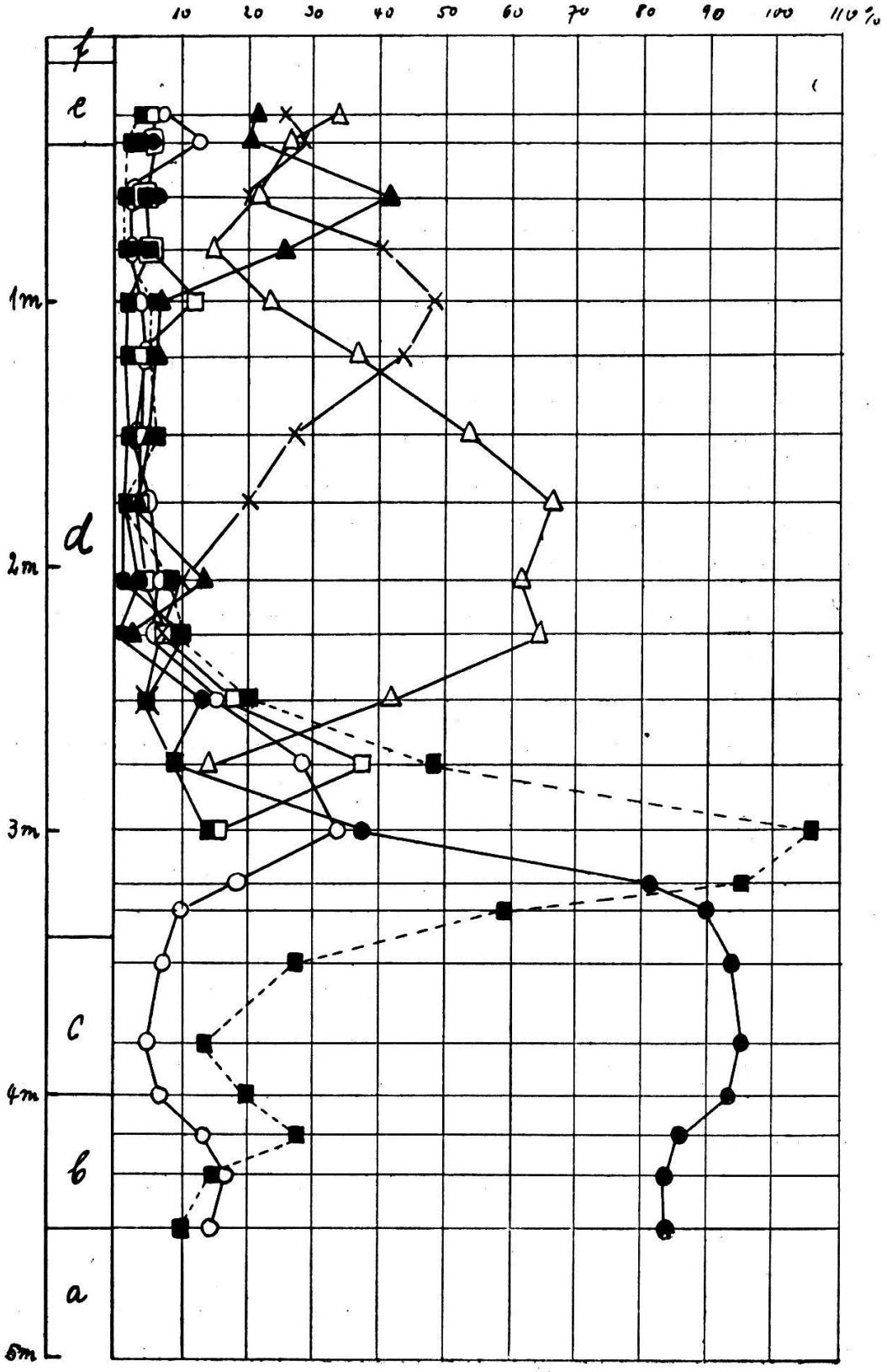
d. Eriophorumtorf. Diese Torfart ist hier überaus mächtig, volle drei Meter werden davon eingenommen. Bei ca. 150 cm Tiefe ist das Vorherrschen der Wollgrasscheiden so stark, dass den Bauern das Torfstechen durch diesen sogenannten «Lindbast», wie sie die *Eriophorum*scheiden nennen, derart erschwert 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, *Typha*pollen und nach oben reichlichere Moosreste.

e. Sphagnumtorf. Diese 30 cm mächtige Schicht lässt nun deutlich das Hochmoor erkennen.

f. Abraum.

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 erschinen. Auf die Ursache dieser Haselperiode können wir hier noch nicht eintreten, 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 weitern 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 Düggelis 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 *Sphagneen*, *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

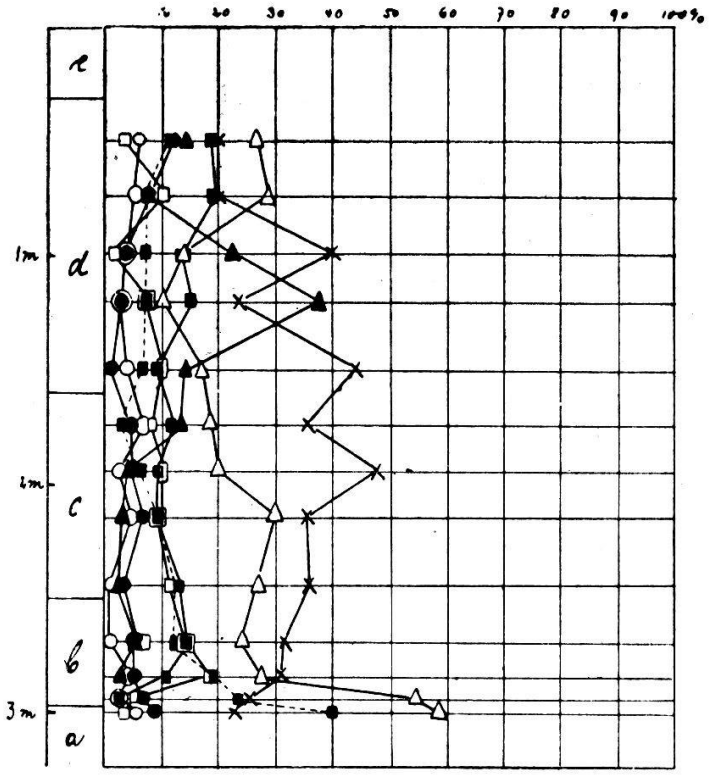
Nach Schröter (1904) erreichte der Torf am Nordrande die grösste Mächtigkeit, so dass hier am südlichen Teil uns nicht die ganze Moorfolge erhalten ist, was sich deutlich am pollenanalytischen Bild (Abb. 19) auswirkt.

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 Mineralsplittern 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-Eriophorumtorf. 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 *Sphagneen*, sowie deren Sporen. Daneben finden sich viele *Ericaceen*-Tetraden, durchwebt von braunen Mycelien.

e. Abraum.

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

Waldbaumpollensumme 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 Uebergang 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 H_{3-4} B_1 R_2 V_0 F_1
bei 100 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_{1-2}
bei 180 cm H_5 B_1 R_2 V_{1-2} F_{1-2}
bei 220 cm H_6 B_{1-} R_{1-} V_0 F_1
225 cm — 325 cm Bruchwaldtorf
bei 275 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_1 F_0
bei 320 cm H_{4-5} B_{1-} R_2 V_{1-2} F_0
325 cm — 400 cm Caricestorf bei 380 cm H_5 B_2 R_2 V_0 F_0
400 cm — 508 cm Trifariumtorf
bei 425 cm H_6 B_2 R_{1-} V_0 F_0
bei 480 cm H_7 B_2 R_0 V_0 F_0
508 cm Glaziallehm

a. Lehm. Der Untergrund des Glaziallehms wurde nicht angebohrt.

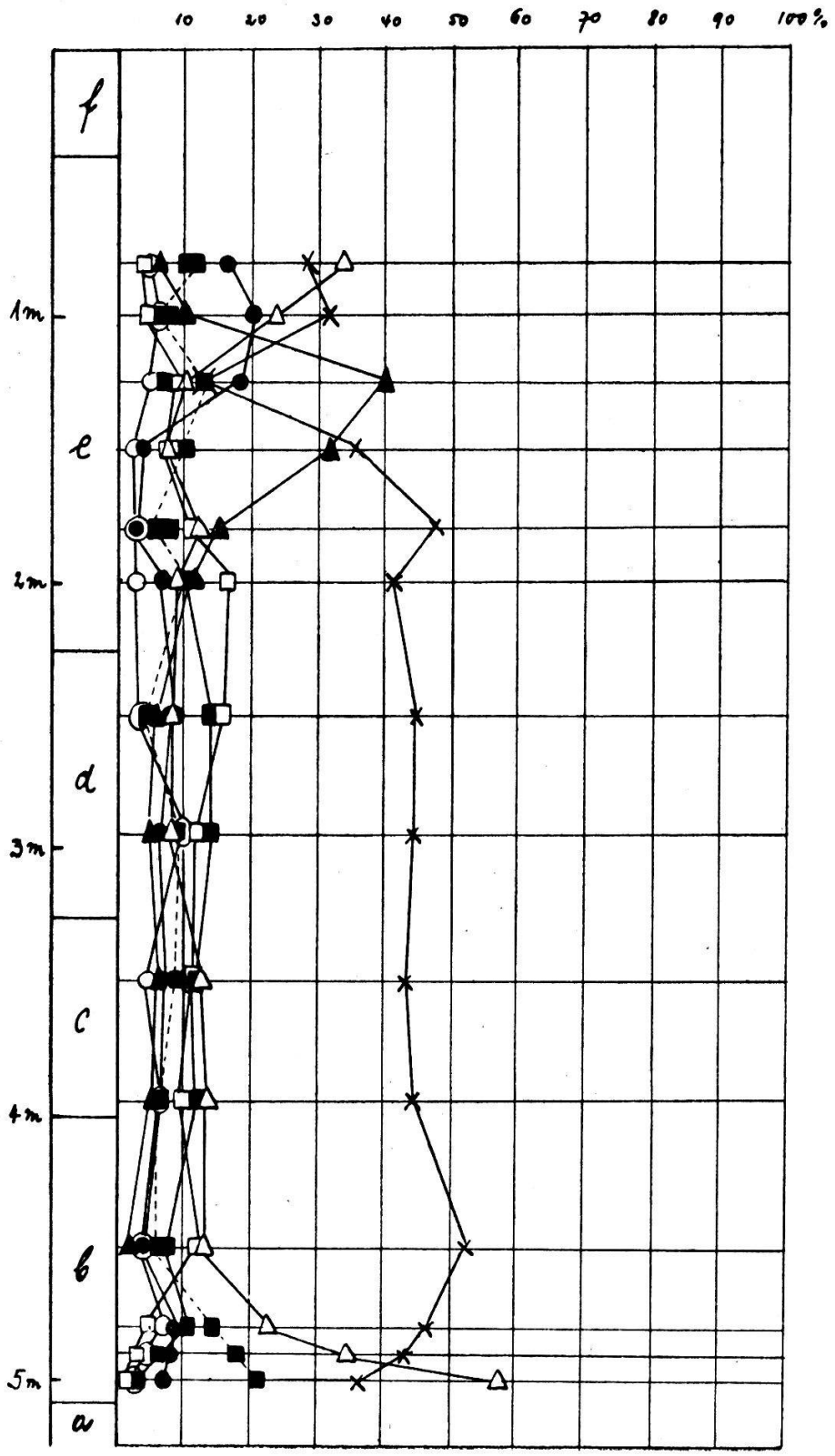
b. Trifariumtorf. Die Blätter von *Calliergon trifarium* sind gut erhalten und leicht erkennbar, daneben finden sich reichlich Radizellen von *Cyperaceen* und *Gramineen*, in den basalen Schichten noch sehr viel Mineralsplitter, wodurch die mikroskopische Durchsicht erschwert wird.

c. Caricestorf. Makroskopisch finden sich die Reste des Schilfs und zahlreiche Würzelchen von *Cyperaceen* und *Gramineen*. Mikroskopisch erkennen wir Pustelradizellen und Pollenkörner, Sporen von *Filices* und Pollen von *Typha*. Der Gehalt an Mineralsplittern ist sehr gering.

d. Bruchwaldtorf. Mit häufigen Holzresten. Das mikroskopische Bild ist dasselbe wie unter c. In den obern Schichten erscheinen schon die Reste von Eriophorum und von Sphagneen.

e. Sphagnum-Eriophorumtorf. Diese 185 cm mächtige Hochmoor-Ablagerung ist gekennzeichnet durch die groben Blattscheiden und Wurzeln des scheidigen Wollgrases und durch die guterhaltenen Stämmchen und Blätter von Sphagneen, eine Unzahl von diese Torfart charakterisierende Mycelien, Sporen von *Sphagneen* sowie Pollentetraden von *Ericaceen*. In den basalen Strata finden sich noch Radizellen und zahlreiche Farnsporen.

Abb. 20. Diagramm Zugerberg: hinterer Geissboden



f. Abraum.

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 Voralpenmooren im folgenden Abschnitt zeigt, ein mehr vorgeschrittenes. 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 Buchenzeit. 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:

0 cm — 25 cm Abraum
25 cm — 80 cm Radizellentorf mit wenig *Eriophorum vaginatum*
H_3 B_{0-1} R_2 V_0 F_1
80 cm — 150 cm Equisetumtorf H_4 B_1 R_2 V_0 F_{0-}
150 cm — 310 cm Bruchwaldtorf
bei 200 cm H_{4-5} B_1 R_2 V_{1-2} F_1
bei 275 cm H_5 B_1 R_{1-2} V_2 F_0
310 cm — 453 cm Caricestorf bei 325 cm H_{6-7} B_{0-1} R_2 V_0 F_0
452 cm Glaziallehm mit Sand.

a. Lehm. 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.

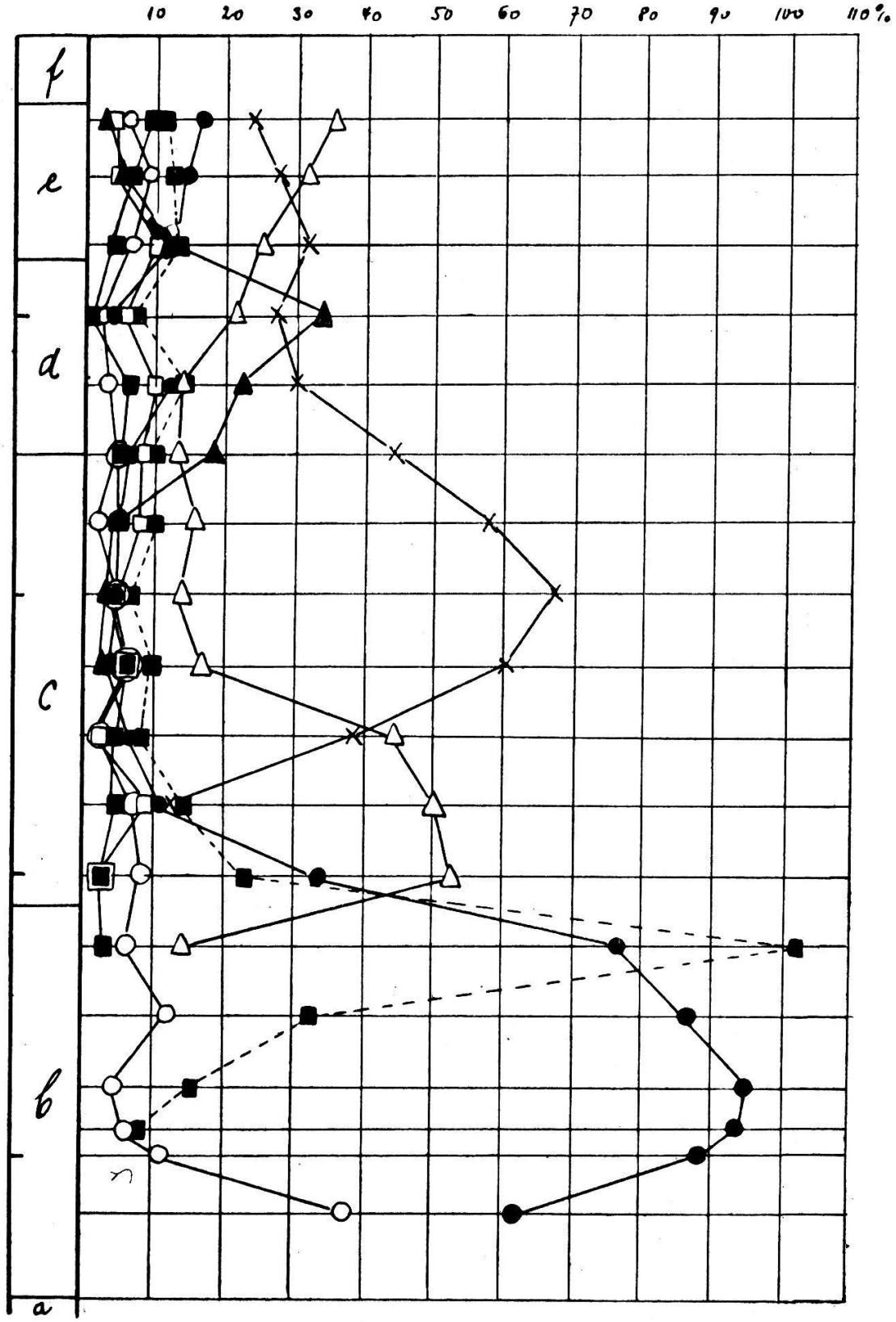
d. Equisetumtorf mit den pechschwarzen Rhizomen von *Equisetum* spec. als Leitfossilien. Daneben spärliche Pustelradizellen.

e. Radizellentorf 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. Abraum. In den Randpartien des Moores ist der Torfboden zu kultiviertem Ackerland mit Katoffel-, 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 Kiefer 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 Haselmaximum 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 Fichte, 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 Tannenzeit. Diese beiden Abschnitte entsprechen dem Eichenmischwald des Mittellandes und lassen ebenfalls ein starkes Moorwachstum erkennen, worauf wir

Abb. 21. Diagramm Wachseldornmoos



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 *Sphagnunm cuspidatum*. Die Schichtfolge an der Bohrstelle ist:

0 cm — 25 cm Abraum
25 cm — 160 cm Sphagnum-Eriophorumtorf
bei 90 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_0 F_1
bei 150 cm H_6 B_{1-2} R_2 V_0 F_{1-2}

160 cm — 230 cm Bruchwaldtorf bei 200 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_{1-2} F_0
230 cm — 290 cm Caricestorf bei 274 cm H_6 B_{1-2} R_2 V_2 F_0
296 cm Lehm mit Sand

a. Lehm. Diese sandige Lehm-Ablagerung wurde nicht näher untersucht.

b. Caricestorf. Wir finden darin stark vertorfte 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 Schröter (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. Schröter (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. Bruchwaldtorf. 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.

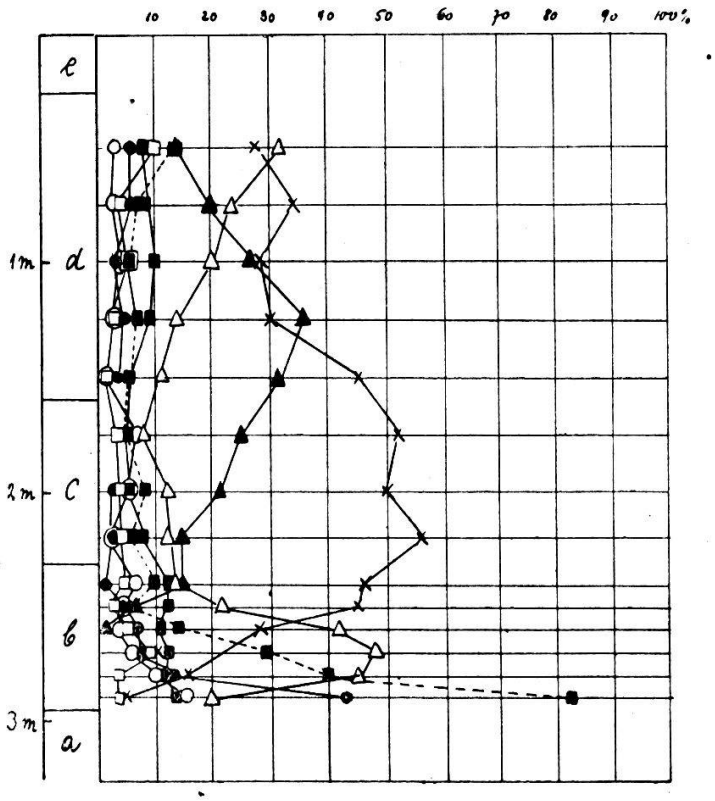
d. Sphagnum-Eriophorumtorf, der das Hochmoor erkennen lässt, dessen Oberfläche heute zum grössten Teil zerstört ist. Die Radizellen und Pollen der *Carices* und *Gramineen* treten im mikroskopischen Bild zurück, an ihre Stelle sind die häufigen *Sphagnum*- und *Eriophorum vaginatum*-Fragmente, die *Sphagnum*-Sporen und *Ericaceen*-Tetraden getreten.

e. Abraum. Die Mächtigkeit dieser obersten Schicht schwankt sehr, je nach dem Grad der Umwandlung der Oberfläche in Weidland 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 Haselzeit, als die Torfbildung an diesem Punkte einsetzte. Da die Lehmablagerung 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% bezw. 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 Wachseldornmoos, 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 Wachseldornmoor 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 890 m	Altmatt-Rothenturm 930 m	Wachseldornmoos 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 890 m	Altmatt-Rothenturm 930 m	Wachseldornmoos 1005 m	Stauffenmoos 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.

	Einsiedeln 890 m	Altmatt-Rothenturm 930 m	Vord. Geissboden 935 m	Hint. Geissboden 970 m	Wachseldornmoos 1005 m	Stauffenmoos 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
Eichenmischwald	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.

	Einsiedeln 890 m	Altmatt-Rothenturm 930 m	Vord. Geissboden 935 m	Hint. Geissboden 970 m	Wachseldornmoos 1005 m	Stauffenmoos 1010 m
	%	%	%	%	%	%
Abies . .	**51**	**49**	**48**	**52**	**68**	**56**
Picea . . .	18	24	20	14	14	12
Pinus . . .	3	2	5	6	4	3
Betula . .	6	4	3	5	4	3
Eichenmischwald	3	2	9	8	3	8
Alnus . . .	13	12	10	13	4	4
Fagus . . .	6	7	4	2	3	14
Corylus . .	3	6	6	7	6	6
Salix . . .	—	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 Buchenzeit die führende Rolle im Waldbild übernimmt.

TABELLE 15. — Buchenperiode der Moore der Voralpen.

	Einsiedeln 890 m	Altmatt-Rothenturm 930 m	Vord. Geissboden 935 m	Hint. Geissboden 970 m	Wachseldornmoos 1005 m	Stauffenmoos 1010 m
	%	%	%	%	%	%
Fagus . .	**30**	**41**	**38**	**40**	**35**	**37**
Abies . . .	25	20	23	12	28	30
Picea . . .	13	21	10	10	21	13
Pinus . . .	13	5	3	18	5	5
Eichenmischwald	9	5	15	7	1	9
Betula . .	6	4	3	4	4	3
Alnus . . .	4	4	8	9	7	3
Corylus . .	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 pubesceus* 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-Eriophorumtorf
bei 50 cm H_4 B_2 R_{1-2} V_0 F_2
bei 120 cm H_5 B_{1-} R_{1-} V_0 F_{0-1}
bei 150 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0
125 cm — 212 cm Caricestorf
212 cm — cm Lehm.

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

b. Caricestorf. In den untern 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 obern Lagen erscheinen im mikroskopischen Bild schon die *Eriophorum*-fragmente.

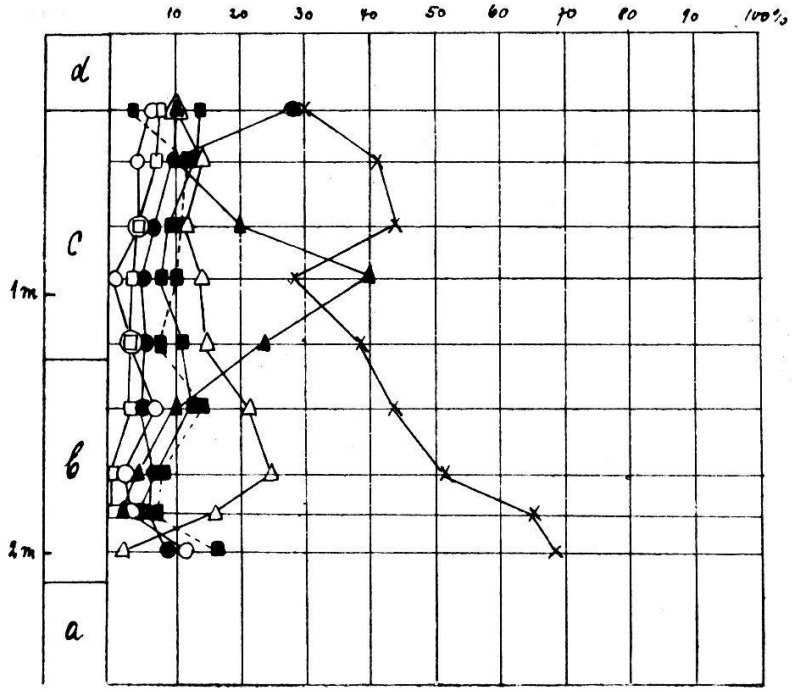
c. Sphagnum-Eriophorumtorf. Diese mächtige Hochmoorablagerung ist durchsetzt von den Scheidenfragmenten des scheidigen Wollgrases, von Stengel- und Blattresten, sowie Sporen der *Sphagneen*. Als untergeordnete Bestandteile seien noch die *Ericaceen*tetraden und die selten fehlenden *Mykorrhiza*-Myzelien erwähnt.

d. Abraum. Zufolge des Abbaues ist diese oberste Schicht stark beeinflusst. Wo sie noch unberührt ist, lässt sie reinen, stark humifizierten Sphagnumtorf erkennen.

Die pollenanalytische 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 % bezw. 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 Buchenzeit. Nach ihrer Dominanz, die auf ein einziges Pollenspektrum beschränkt bleibt, wird die Tanne 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 H_{5-6} B_2 R_0 V_0 F_1
bei 190 cm H_5 B_2 R_0 V_{1-2} F_{1-2}
115 cm — 210 cm Caricestorf
bei 150 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0
bei 205 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_0 F_0
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 bestimmbare Algenkolonien. Im obern Teil der 95 cm mächtigen

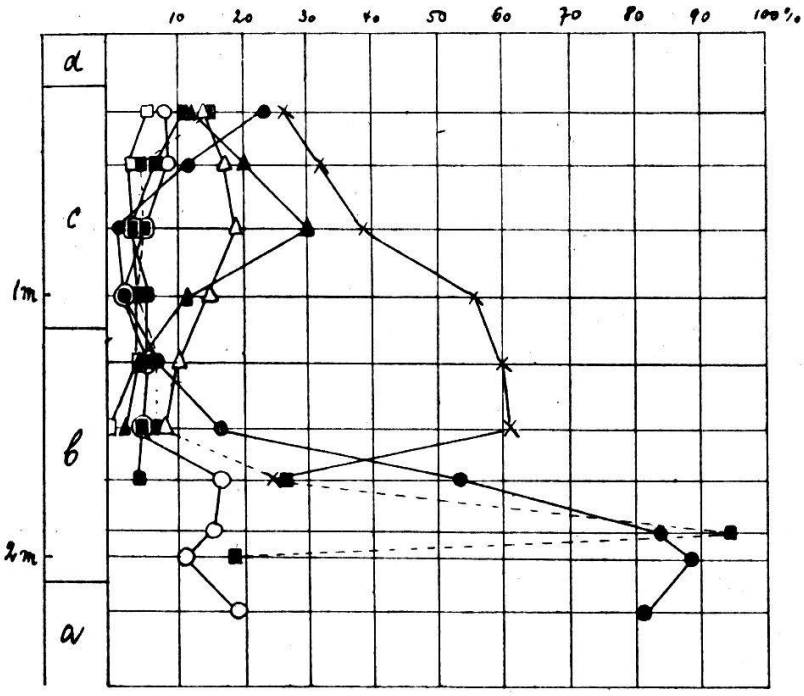
Ablagerung erscheinen die Reste des scheidigen Wollgrases und vereinzelte *Sphagnum*sporen.

c. Sphagnum-Eriophorumtorf. 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 *Pilz*mycelien sind die bekannten accessorischen Bestandteile.

d. Abraum. 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 % bezw. 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 Buchenzeit 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 Buchenzeit 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 Sphagnumtorf H_7 B_2 R_0 V_0 F_{0-1}
80 cm — 205 cm Sphagnum-Eriophorumtorf
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. Lehm. In dem (ausgelaugten) Glazialton des Rhonegletschers fanden sich weder Konchylien noch pflanzliche Reste. Seine Mächtigkeit wurde nicht erbohrt.

b. Caricestorf. Sehr stark vertorfter Radizellentorf aus *Gramineen* und *Cyperaceen*. Ausserdem sind Farnreste und Farn-

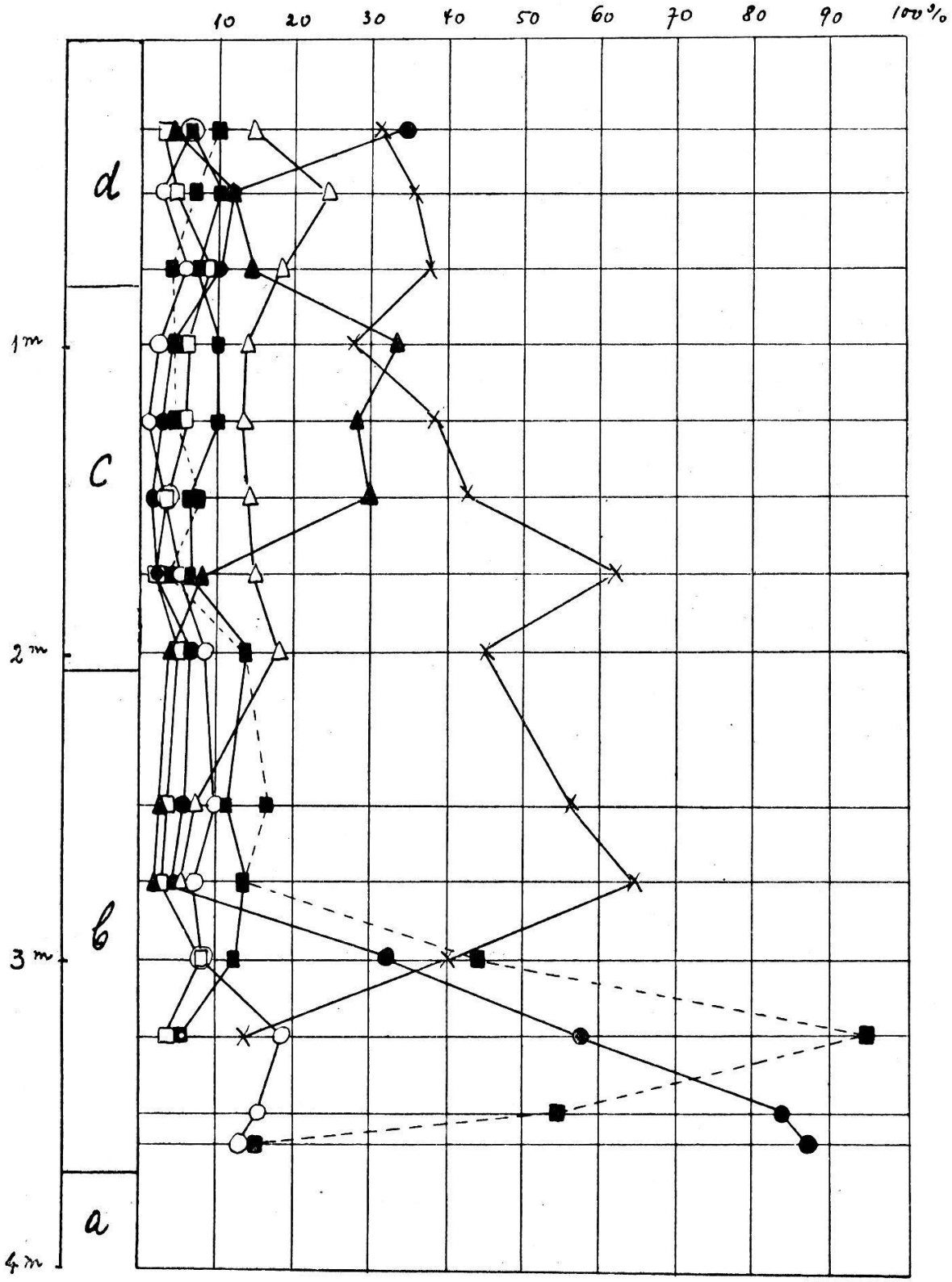
sporen aufzuführen. Schröter (1904, Seite 445) erwähnt Linden- und Birkenreste sowie Pollen von *Picea*, *Pinus*, *Tilia* und *Betula*. Diese Funde stimmen mit dem pollenanalytischen Ergebnis gut überein. Es ist aber möglich, dass es *Abies*pollen sind und keine *Picea*pollen, die er an erster Stelle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

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

d. Abraum. 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 Haselperiode, 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 B u c h e, 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 S c h r ö t e r 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 Glaziallehm, stets mächtig ist, so wurde dieser Moränenschutt 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. Lehm.

b. Caricestorf. 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 *Phagmites*. In 320 cm stösst man auf Holzresten, die Schröter (1904) in entsprechenden Tiefen dieses Moores auch gefunden und als *Pinus*holz bestimmt hat. Der Horizont fällt in die ausgesprochene Kiefernzeit, die Bestimmung erhält ihre volle Bestätigung. In den obern 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.

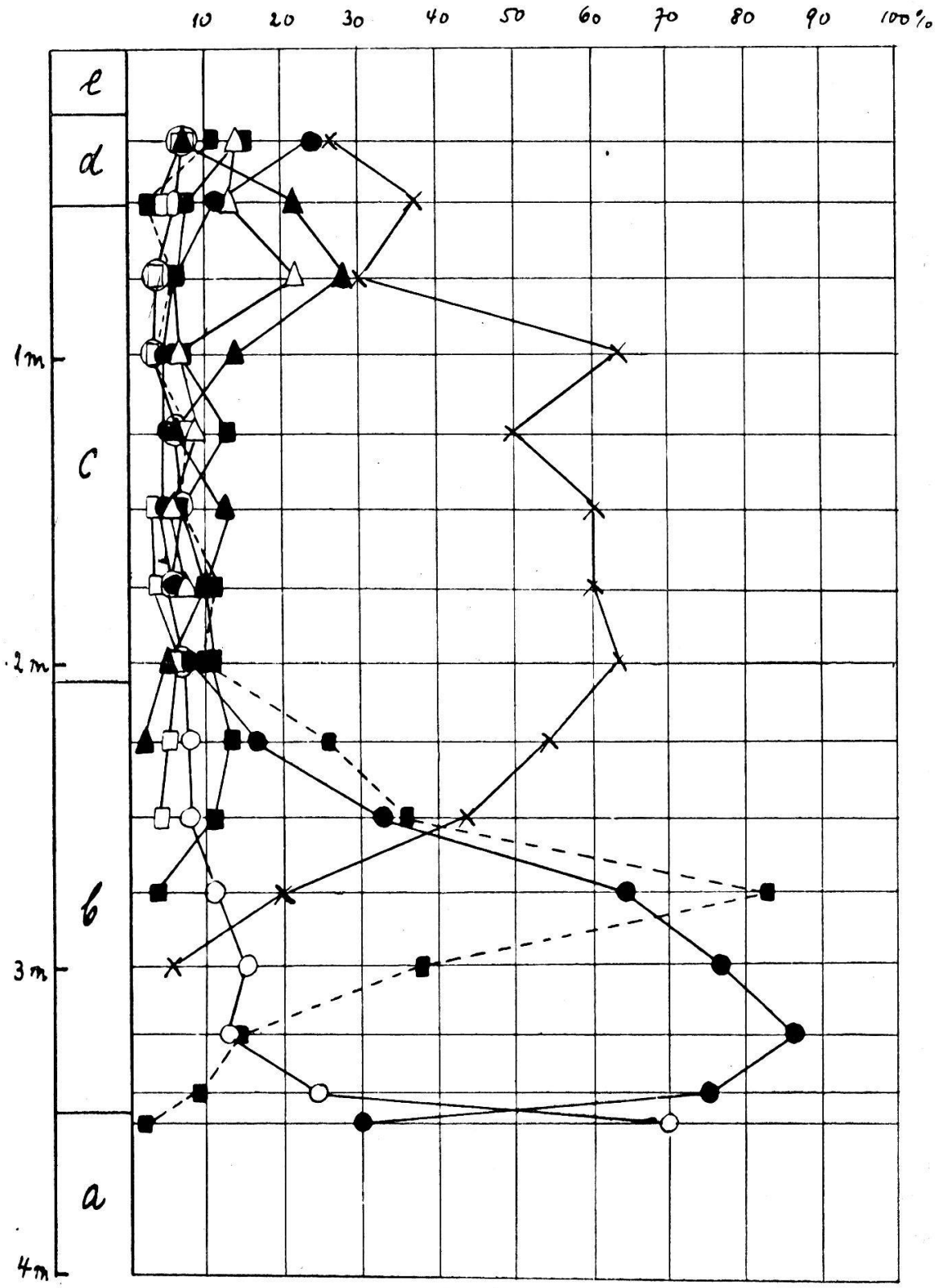
c. Sphagnum-Eriophorumtorf. Es ist faseriger, deutlich erkennbarer Hochmoortorf, mit den bisher beschriebenen Bestandteilen.

d. Sphagnumtorf. Die mächtige Ablagerung unter c. geht oben in reinen Sphagnumtorf über, der sehr hoch humifiziert ist H_{6-7}. 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. Abraum mit Wurzeln der rezenten Vegetation.

Die pollenanalytische 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 *Betula*werte nehmen nun bedeutend ab auf Kosten der Kiefer. Dieser Waldbaum 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 längern 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 Buchenzeit 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 coerulea* 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-Eriophorumtorf
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 Caricestorf

bei 375 cm H_5 B_2 R_2 V_{1-} F_0

bei 475 cm H_{5-6} B_2 R_2 V_2 F_0

502 cm Lehm

a. Lehm.

b. Caricestorf. 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. Schröter (1904, Seite 464) erwähnt aus den untersten Lagen des Radizellentorfes Zapfen und Zweige von *Pinus* sp. Diese Funde entsprechen der holzführenden Schicht 475 cm mit V_2 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. Moostorf. Diese Torfart enthält zum grössten Teil *Calliergon trifarium* und Pollen von *Gramineen* und *Cyperaceen*. Schröter (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 obern Proben erscheinen schon Fragmente des scheidigen Wollgrases und verschiedener *Sphagneen*.

d. Sphagnum-Eriophorumtorf. Hier finden sich dieselben Fossilien, die wir schon bei den übrigen Hochmoorbildungen besprochen haben.

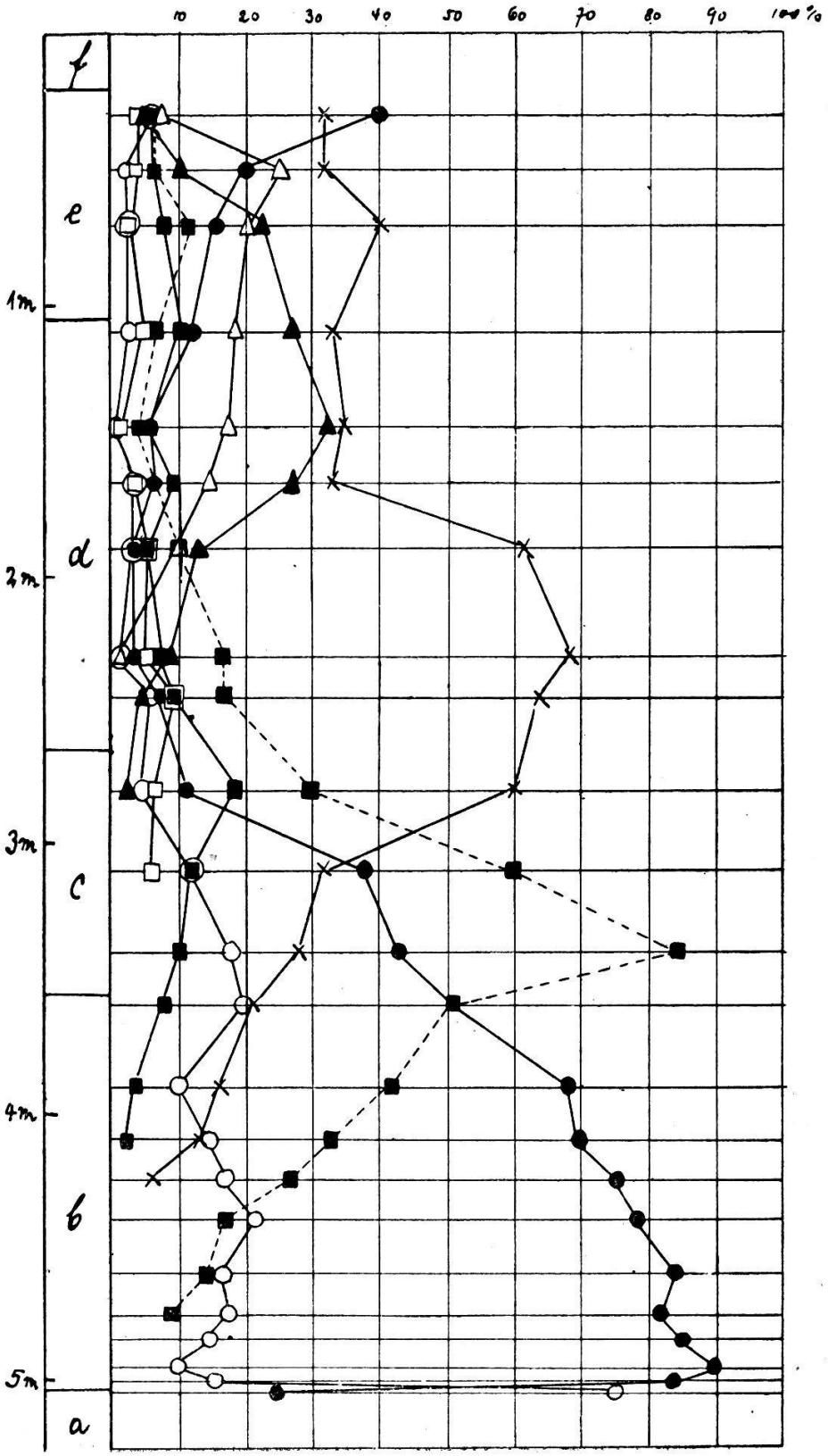
e. Sphagnumtorf. Nach oben geht *d.* in reinen, stark humifizierten Torf über mit reichen Sphagnum-Fragmenten und Sporen, *Vacciniumresten* und Pollentetraden, Hochmoormycelien und spärlichen *Eriophorum*-Ueberresten.

f. Der Abraum 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 Birke war unter den Waldbäumen der erste Besiedler. Die makroskopischen Funde wurden von Schröter (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 Kiefern-

Abb. 27. Diagramm „les Empoisieux“



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
	%	%	%	%
Pinus	**87**	**89**	**87**	**90**
Betula	13	11	13	10
Corylus	15	18	14	—
Salix	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
	%	%	%	%	%
Abies . . .	**66**	**65**	**61**	**63**	**69**
Pinus	6	4	17	8	4
Betula	3	7	5	7	2
Picea	16	6	8	—	2
Eichenmischwald	5	13	5	11	7
Alnus	1	3	1	6	5
Fagus	3	2	3	5	11
Corylus	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% bezw. 2% Fichten von Picea ist ein sehr auffälliger. Auf die Möglichkeit, daraus auf die Einwanderungsrichtung schliessen zu können, werden wir im folgenden Hauptabschnitt eintreten. 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% bezw. 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 Buchenzeit.

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.

DIE POSTGLAZIALEN VEGETATIONS- UND KLIMAÄNDERUNGEN.

Die Vegetationsänderungen.

Bei der Behandlung der einzelnen Mooruntersuchungen und den Zusammenfassungen der Moore des Mittellandes (S. 58, 76), der Voralpen (S. 100) und des Jura (S. 121) wurde gezeigt, wie aus den Pollendiagrammen die postglaziale Waldgeschichte rekonstruiert werden kann. Wir können nun versuchen, diese Waldentwicklung zusammenfassend zu behandeln unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse an Mooren benachbarter Gebiete. Es handelt sich dabei um die vorzüglichen Arbeiten von Stark (1924, 1925) an Schwarzwaldhochmooren und Mooren des badischen Bodenseegebietes, solche von Bertsch (1924 bis 1926) an schwäbischen und Allgäuer Mooren und einzelne Diagramme von Ruoff in Gams (1924). Aus der Schweiz liegen erst drei Untersuchungen vor, zwei an Juramooren von Spinner (1925) und ein Diagramm vom Hallwilersee, von Troll ausgearbeitet, von Härry (1925) publiziert. Diese letztern Ergebnisse bedürfen aber einer eingehenderen Kritik. Zum Vergleich der Resultate aus den Voralpenmooren dienen die vorzüglichen Untersuchungen von Rudolph-Firbas (1924, 1926) aus dem Erzgebirge und dem Riesengebirge, sowie diejenigen von Firbas (1923) aus den Ostalpen.

Es zeigt sich dabei, dass sich ganz übereinstimmende Veränderungen des Waldbildes im Verlaufe der Entwicklung vollzogen haben. Natürlich können wir in diese Behandlung jene Baumarten nicht einbeziehen, die durch die Pollenanalyse nicht erfasst werden können. Das sind von den häufigeren Laubhölzern der heutigen Flora der schweizerischen Wälder: *Populus*, *Acer*, *Fraxinus*, und von den Nadelhölzern: *Juniperus*, *Taxus* und *Larix*, sowie die Mehrzahl der Sträucher mit Ausnahme von *Corylus* und *Salix*.

Durch den Vergleich der Untersuchungsergebnisse an prähistorischen Fundstätten wird versucht, eine ungefähre Datierung der einzelnen Epochen zu erreichen. Die Resultate der Pflanzengeographen können wir mit den pollenanalytischen Untersuchungen in Einklang bringen und damit einen weitern Beitrag zur Kenntnis des Postglazials liefern. Die geringe Zahl der untersuchten Moore erlaubt mir noch nicht, irgendwelche sichere Schlüsse zu ziehen, es ist erst der vorläufige Entwurf einer postglazialen Waldgeschichte der Schweizermoore.

Viele früher gezogenen Schlüsse werden sich in diesem Abschnitt unvermeidlich wiederholen. Sie stellen nun aber ein Gesamtergebnis dar, das in der Tabelle 20 vergleichend zusammengestellt ist.

1. Die Birkenzeit.

Alle untersuchten Moore des Mittellandes liegen innerhalb der Jungmoränen, waren also während der letzten Eiszeit von den Gletschern bedeckt. In den Längstälern des Kettenjura waren es zahlreiche Lokalgletscher, die die Täler bis zu einer Höhe von über 1000 m ausfüllten. Die zu besprechende Vegetationsentwicklung ist also postglazial. Das würde sich aus den Diagrammen allein schon ergeben, die in keiner Periode ein Heruntersinken der Arten unter ihre heutige Verbreitungsgrenze zeigen, keinen plötzlichen Unterbruch im Verlauf der einzelnen Kurven, was zu erwarten gewesen wäre, wenn die Moorbildung über die Eiszeit oder nur bis ins letzte Interglazial zurückreichen würde.

Nach dem Rückzug der Gletscher erfolgte die langsame Vegetationsbesiedelung der eisfrei gewordenen Gebiete. Der Rückzug geschah nach Penck-Brückner (1910) nicht regelmässig, sondern war von Perioden unterbrochen, in denen die Gletscher ihren Stand nicht änderten oder wieder vorrückten, wie verschiedene Anzeichen lehren. Diese Rückzugsstadien hatten eine erneute Depression der Schneegrenze zur Folge, im Bühlstadium um 900 m, im Gschnitz- und Daunstadium um 600 m bezw. 300 m. Es ist nun die Aufgabe der Untersuchung, zu prüfen, in welchem Stadium oder Interstadial die Moorbildung begonnen hat und in wieweit die Rückzugsstadien auf die Vegetationsverhältnisse eingewirkt haben.

Die fossilen Zeugen der ersten Besiedlung liefern uns die «Dryastone», die geschichteten plastischen Tone aus feinstem Korn, die

zahlreiche Blättchen, Stiele, Samen, und in ihren obersten Lagen auch Pollenkörner enthalten. Waldbäume fehlen in diesen Ablagerungen noch vollständig. Wir haben eine hochnordische Tundrenflora. Die Funde der Dryastone des schweizerischen Mittellandes sind schon hinlänglich beschrieben worden, ich verweise auf die Angaben von Schröter (1883, 1904), Neuweiler (1901), Brockmann (1910, 1919) u. a. Die arktisch-alpinen Elemente der Dryasflora sind heute aus der Ebene verschwunden. Der unterste Pollenniederschlag stammt von der Birke und verschiedenen Weiden. Da in den Mooren mit Dryastonen (Krutzelried, Niederwil, Wauwil usw.) die ersten makroskopischen Birkenreste zur Zwergbirke *(B. nana)* gehören, wie ihre Bestimmung mit Sicherheit ergeben hat, so dürfen wir wohl annehmen, dass auch in den benachbarten Mooren diese die erste Leit-Holzart war, der sich die zahlreichen Salices beigesellten. Hier setzt unsere Untersuchung ein: Eine arktisch-alpine Vegetation aus Zwerg-Sträuchern besiedelte die Moränen und Alluvionen in der Umgebung der grossen Gletscher, deren direkter Einfluss sich noch durch zeitweise Ueberschwemmungen kundgab. Mit der wachsenden Entfernung der Gletscher wuchs dann die Einwanderungsmöglichkeit für die Waldbäume, für *B. pubescens* und vor allem für die Föhre, deren Pollen bald zu verzeichnen ist.

Im Voralpengebiet beginnt die Besiedlung der eisfrei gewordenen Gebiete ebenfalls durch *B. nana*, wovon ein fossiler Fund aus dem Hochmoor von Einsiedeln (Schröter 1904 S. 373) uns Zeuge ist.

Die makroskopischen Reste aus den untersten Torfschichten von Les Ponts—Les Emposieux im Jura wurden als solche von der Zwergbirke bestimmt (Schröter 1904, S. 373), sodass also die ersten Birkenprozente der Diagramme der Juramoore auch von *B. nana* herrühren werden. Auffällig ist, dass Spinner (1925) in seinen Untersuchungen an den Mooren der Brévine im Jura fast keinen Birkenpollen gefunden hat (nur 0,2—1%), während doch Schröter (1904, S. 452, 453) zahlreichen Betulapollen verzeichnet in jedem der Aufschlüsse aus obigem Moor. Zudem hat sich die Zwergbirke auf diesem Moor bis heute in zahlreichen Exemplaren als Glazialrelikt erhalten, sodass also in jedem Pollenspektrum *Betula* zu erwarten wäre.

Durch den ganzen Entwicklungsgang der Moore hindurch hat sich die Zwergbirke auf einzelnen Mooren bis heute halten können, so im Gebiet von Einsiedeln, von Schwarzenegg-Heimenschwand ob

TABELLE 20. — Die postglaziale Waldgeschichte der Schweiz mit Berücksichtigung benachbarter Gebiete.

Perioden nach Blytt-Sernander	Chronologie der Kulturperioden	Stationen	Moore des Mittellandes	Moore Süd-Deutschlands (nach Bertsch, Ruoff, Stark)	Moore der Voralpen	Moore der Ostalpen und des Erzgebirges (nach Firbas, Rudolph-Firbas)	Moore des Jura	Moore des Schwarzwaldes (nach Stark)	Pflanzengeographische Ergebnisse (inkl. Pflanzenfunde)	Klima-Aenderungen
	Historische Zeit			Sekund. Kiefernanstieg			Sekund. Kiefernanstieg	Sekund. Kiefernanstieg		Abnahme der Feuchtigkeit ↓ / Zunahme der Trockenheit ↑
Gegenwart	Eisenzeit: La Tène, Hallstatt		Ausbreitung der Fichte	Ausbreitung der Fichte	Ausbreitung der Fichte		Ausbreitung der Fichte	Ausbreitung der Fichte	Ausbreitung der Fichte zur Römerzeit nach Neuweiler	
				Tannenzeit						
Subatlantisch	Bronze: IV, III, II, I	„Riesi"-Hallwilersee Schmiedmoos-Thierachern; Robenhausen III; „Weiher" II Moosseedorf, Niederwil II	Tannenzeit Einwanderung der Fichte		Tannenzeit	Buchen-Tannenzeit	Tannenzeit	Tannenzeit		*Tanne - Buche*
				Buchenzeit						Zunahme der Feuchtigkeit ↑ / Zunahme der Trockenheit ↓
Subboreal	Neolithikum: Spät-N.	Burgæschi, Wauwil; Robenhausen I, II; Weiher I, Niederwil I, II	Buchenzeit		Buchenzeit	(Tannen)-Buchen-Fichtenzeit	Buchenzeit	Buchenzeit	Einwanderung der Buchenbegleiter, aber nicht in die zentralalpinen Föhrentäler	
	Neolithikum: Voll-N.		Einwanderung der Tanne Eichenmischwaldzeit Einwanderung der Buche	Einwanderung der Tanne Eichenmischwaldzeit Einwanderung der Buche	Einwanderung der Buche Tannenzeit Einwanderung der Tanne Fichtenzeit	Eichenmischwald-Fichtenzeit	Tannenzeit Einwanderung der Fichte „ „ Buche, Erle	Tannenzeit Eichenmischwaldzeit	Einwanderung des atlant. Florenelementes Laubwald nach Neuweiler: 86,4 % Laubbäume 13,6 % Nadelhölzer Zerstückelung der Areale der xeroth. Pflanzenkolonien	Zunahme der Feuchtigkeit ↑ / Zunahme der Trockenheit ↓
Atlantisch	Neolithikum: Früh-N.									Max. Wärme *Eiche*
Boreal	Campignien-Kjökkenmöddinger	Moosbühl-Bern	Haselzeit Einwanderung des Eichenmischwaldes	Haselzeit Einwanderung des Eichenmischwaldes	Haselzeit Einwanderung der Fichte	Hasel-Kiefernzeit	Haselzeit Einwanderung der Tanne	Haselzeit		Max. Kontinentalität *Hasel*
	Azilien									
Subarktisch	Magdalénien: Spät-M.		Einwanderung der Hasel Kiefernzeit	Einwanderung der Hasel Kiefernzeit	Einwanderung der Hasel Kiefernzeit	Kiefernzeit	Kiefernzeit Einwanderung der Hasel	Kiefernzeit	Hauptausbreitung der xerothermen Pflanzenkolonien Einwanderung des xerothermen Florenelementes in die Zentralalpentäler	Max. Trockenheit *Kiefer*
	Magdalénien: Hoch-M.		Einwanderung der Kiefer Birkenzeit	Einwanderung der Kiefer Birkenzeit	Birkenzeit		Einwanderung der Kiefer Birkenzeit		Einwanderung der Waldkiefer aus den eiszeitlichen Refugien: St. Jakob bei Basel, Nordostfrankreich etc.	
	Magdalénien: Früh-M.		Dryasflora	Dryasflora					Funde von Betula nana Funde in den Dryastonen Einwanderung der Steppenpflanzen	
	Solutréen								Eiszeitliche Refugien	

Thun, auf den Freiburger Mooren und am häufigsten auf den Hochmooren des Jura. Die übrigen Elemente der Dryasformation sind in die alpine Region gewandert.

Im weitern Verlauf der Birkenzeit ist keine Trennung der einzelnen Birkenarten möglich. Es ist wohl anzunehmen, dass die kriechenden Zwergbirken von den aufrechten baumförmigen Birken zurückgedrängt wurden. Die zahlreichen Birkenfunde aus den untersten Torflagern lassen sich nicht näher als Betula spec. bestimmen (siehe bei Schröter 1904). In diese von lichten Birkengruppen besiedelte Landschaft wanderte die Föhre ein. Fehlte sie dem unmittelbar benachbarten Gebiet der Gletscher, so war sie in einer gewissen Distanz vorhanden. Die Terrasse von St. Jakob an der Birs bei Basel lieferte als Funde Reste von Sträuchern *(Corylus avellana, Salix aurita, S. cinerea, Frangula alnus, Cornus sanguinea, Ligustrum vulgare, Viburnum lantana)* und vor allem zahlreiche Reste der Waldföhre *(Pinus silvestris), neben Vaccinium vitis idaea,* welche die Gegend heute verlassen haben (nach Gutzwiller 1895). Hier haben wir also zweifellos ein eiszeitliches Refugium, von dem aus die Föhre das Mittelland wieder erobert hat. Wir finden sie ebenfalls in einigen Quartär-Ablagerungen in Nordostfrankreich in zahlreichen Resten *(P. silvestris),* was um so interessanter ist, da dort die Waldföhre heute fehlt (nach Fliche in Braun-Blanquet 1923).

Ganz übereinstimmende Zusammensetzung der untersten Pollenspektren fand Stark (1925) an den Mooren des Bodenseegebietes. Als erste Phase der Entwicklung konstatierte er eine Birkenperiode mit 95—57% Betula, die restlichen Prozente stammen von der Föhre, daneben finden sich noch geringe Weidenwerte. Bertsch (1924, 1926) fand als erste Strauchvegetation *Betula nana* und *Salix reticulata,* in die dann die Bergkiefer *(P. montana)* einwanderte. Die Weissbirke soll dann die beiden gemeinsam mit der sich ebenfalls einstellenden Waldkiefer verdrängt haben. Die Untersuchungen von Ruoff in Gams (1924) ergaben ebenfalls eine Birkenzeit als ersten Entwicklungsabschnitt mit 65% Betula in den untersten Spektren.

In Polen fanden Lilpop und Szafer (1922) in den basalen Schichten der Torfmoore ebenfalls eine Dryasflora. Die Besiedlung der nach dem Rückzug der Gletscher eisfrei gewordenen Gebiete erfolgte durch eine carpatho-arktische Flora, der die Waldbäume anfänglich noch vollständig fehlen.

Alle diese Ergebnisse stützen aufs neue die Ansicht von Nathorst, entgegen der von Brockmann-Jerosch, der noch annimmt, die Waldbäume seien bis an den Gletscherrand vorgedrungen. An der Spitze der Gletscher bedeckte eine baumlose Tundra weite Flächen, in welche die von den Gletschern zurückgedrängten Waldbäume ihre langsame Wiedereinwanderung vollzogen, wie dies unsere Diagramme deutlich zeigen.

Ueber das Alter der Birkenperiode geben einige zoologische Funde Anhaltspunkte. Im Torflager von Niederwenigen (Kt. Zürich) fanden sich zahlreiche Mammutreste *(Elephas primigenius)*. Diese Fundstelle liegt zwar schon ausserhalb der innern Jungmoränen der Alpen (Linthgletschermoränen des Killwangerstadiums), aber über dessen Schottern, sodass diese Funde doch als postglazial angesehen werden dürfen. Diese Funde sind aber andererseits die Leitfossilien der Solutréen- und Frühmagdalénien-Stationen (z. B. Kesslerloch). Zu ihnen gesellt sich noch der sibirische Lemming *(Myodes obensis)*, der im Hochmagdalénien vom Halsbandlemming *(M. torquatus)* abgelöst wird. Letzterer kommt heute nur noch im hohen Norden im Dryasgestrüpp vor, sodass wir, wie schon bei der Behandlung der Dryasfunde im Krutzelried (S. 58) erwähnt wurde, die Dryasflora dem ausklingenden Solutréen und dem Frühmagdalénien gleichsetzen dürfen. Die Birkenzeit fällt dann in das Hochmagdalénien mit ihrer Fauna aus Tundra-Nagern, dem Halsbandlemming, dem Ren, usw., während das Mammut zum grössten Teil schon ausgestorben ist. In dem obengenannten Torflager wurden neben den zoologischen auch botanische Fossilien gefunden. Neuweiler (1919) bestimmte unter anderen solche der Föhre und zahlreicher Wasserpflanzen. Die kleinen Holzstückchen, die er als *Pinus* spec. bestimmte, beweisen noch nicht, dass die Kiefer bis an den Gletscherrand vorkam. Sie können auch von den Tieren hergebracht oder aber von den Refugien der Voralpen durch den Gletscher ins Tal hinuntergeschafft worden sein.

Auf die pflanzlichen Funde der berühmten Magdalénienkulturen im Schaffhauser Becken (Kesslerloch bei Thayngen, Schweizersbild bei Schaffhausen) kann nicht eingetreten werden. Sie wurden in einer wenig würdigen Weise durchwühlt und ausgebeutet, die einzelnen Schichten wurden miteinander vermengt und mit ihnen die Artefakte und Holzresten. Die Höhle (Kesslerloch) ist vom frühen

Magdalénien bis zu Anfang des Néolithikums besiedelt gewesen (nach Mandach) und wir sind leider nicht in der Lage, die aufgefundenen Holzresten *(Picea, Corylus, Alnus)* einer bestimmten Epoche einwandfrei zuteilen zu können. Selbst die Datierung der Knochenreste bedarf grösster Vorsicht.

In den Diluvialtonen des badischen Rheintales fand Stark (1912) neben Mollusken, Insekten und Moosen, *Salix retusa* und *S. reticulata* zahlreiche Mammutreste. Das Mammut ist hier also in einer typischen Dryasflora gefunden worden, in der nur Dryas fehlt, wohl zufolge der Kalkarmut. Wir finden hier eine weitere Stütze der Ansicht, dass die Dryasflora dem Uebergang Solutréen-Magdalénien entspricht. Bertsch führt diese Funde an, ohne jedoch den Autor Stark (1912) zu erwähnen.

2. Die Kiefernzeit.

Die Kiefer, die am Ende der Birkenperiode eingewandert ist, gewinnt nun bald eine starke Ausbreitung. Der Uebergang von der Birken- zu der Kiefernzeit vollzieht sich schrittweise, wie aus den Zählprotokollen und Diagrammen ersichtlich ist. Die Birkenprozente werden vom Anteil der Föhre überholt, ihre Werte sinken unter 10% in einzelnen Pollenspektren. Von andern Baumarten kommen erst die Unterholzgewächse *Corylus* und *Salix* vor. Als gemeinsamer Zug mag hervorgehoben werden, dass Tanne, Fichte und Buche noch völlig fehlen. Nur in zwei Mooren, den westlich gelegenen Tellenmoos und Burgäschisee ist der Eichenmischwald durch 3% Tilia vertreten. Wie aus allen Diagrammen hervorgeht, hat die Kiefer die unbedingte Vorherrschaft gehabt. Ihr Pollen stammt nicht ausschliesslich aus der Umgebung, sie kam auf dem Moore selbst vor, wie die in den basalen Schichten der Torfmoore gefundenen Reste beweisen. Schröter (1904, S. 371) erwähnt aus dem Lebertorf vom Krutzelried *Pinus*reste mit Birke und völliges Fehlen von Fichte, *Pinus*holz ferner aus den untersten Torfschichten von Les Ponts im Jura, vom Stauffenmoos ob Thun und vom Rüdiswiler-Moos, das ich aber nicht untersuchte. Den Pollen der Kiefer fand er ebenfalls sehr häufig.

Eine Frage von grosser Bedeutung ist nun die, um welche Kiefernart es sich in dieser Periode handelt. Eine sichere Unterscheidung

der Bergföhre von der Waldföhre ist nur möglich, wenn uns fossile Nadeln erhalten sind, das Holz und die Zapfen gestatten keine eindeutige Unterscheidung. Die Unterschiede der Pollenkörner der beiden Arten sind geringe, es kann sich bei der mikroskopischen Durchsicht nur um die Feststellung handeln, ob die Bergföhre auch ihren Pollen hinterlassen hat. Genaue Trennung auf statistischer Grundlage zufolge der kleinen Unterschiede in der Maschenweite der Luftsäcke der Pollenkörner, die aber erst bei 1200facher Vergrösserung sichtbar werden, lässt sich nicht durchführen. Stark (1927)*) erwähnt eine Trennungsmöglichkeit auf Grund statistischer Grössenmessungen. Dafür sind aber stets über 1000 Pollen nötig, so dass solche Untersuchungen wohl nur für Stichproben in Frage kommen können, nicht aber für durchgehende Pollenanalysen.

Im vorigen Abschnitt haben wir gesehen, wie sich in Ablagerungen eisfreier Gebiete (St. Jakob bei Basel) und in verschiedenen quartären Lagerstätten in Nordost-Frankreich zahlreiche Reste der Waldföhre *(Pinus silvestris)* finden. Wir können wohl mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass die Waldföhre von diesen eiszeitlichen Refugien wieder ins Mittelland eingewandert ist und dort langsam die Vorherrschaft in der Baumvegetation von der Birke übernommen hat. Ob es schon eine zusammenhängende Walddecke gab, ist noch sehr fraglich. Es ist wahrscheinlich, dass es erst einzelne Kiefergruppen und -horste gab, aber noch keine eigentlichen Wälder. Die Hauptmenge des Kiefernanteils der untern Pollenspektren rührt im Mittelland von der Waldföhre her.

Wie verhält es sich nun im Jura, der diesen Ueberdauerungszentren sehr nahe lag und zugänglich war? Die Täler des Jura waren während der letzten Eiszeit bis zu einer maximalen Höhe von 1000 m von den Gletschern erfüllt. Es gab aber noch Täler, in denen der Eisrand tiefer lag. So reichte der Rhonegletscher im Val de Ruz bis le Vaquier, 900 m. Die Ketten des Jura ragten dort also noch um 350—400 m über das Eis empor. In diesen Höhen gab es sicher eisfreie Stellen, an denen sich die zurückgedrängten Coniferen halten konnten. Nach dem Rückzug der Gletscher drang dann die Bergföhre wieder in die Talböden vor und verdrängte dort die Birke, die sich

*) Stark P. 1927. Ueber die Zugehörigkeit des Kiefernpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XLV, Heft 1.

zuerst eingestellt hatte. Auf den hochgelegenen Juramooren war die Bergföhre wohl vor der Waldföhre herrschend, die aus den tiefern Lagen, den eiszeitlichen Ueberdauerungszentren einwandern musste und einen weitern Weg zurückzulegen hatte. Der Anteil der Bergkiefer wurde dann von der gemeinen Kiefer überflügelt, erstere konnte sich aber in ihrer var. *uncinata* durch den ganzen Entwicklungsgang hindurch bis heute halten. Jetzt bildet sie vielfach auf den Mooren ein Endstadium der Vegetation, je nach dem Standort, das «Pinetum».

Aehnliche Verhältnisse müssen auch in den Schweizer-Voralpen geherrscht haben. Während der letzten Vergletscherung, der Würm-Eiszeit, stand der Gletscherrand im Voralpengebiet verschieden hoch. So im Gebiet des Hochtales von Einsiedeln bei ungefähr 1300 m, an den Hängen der Schwyzerberge, der Mythen und des Rigi reichte der Reussgletscher bis 1200 m, an der Rigihochfluh wohl bis 1300 m. Daneben erfüllten noch zahlreiche Lokalgletscher die Täler, doch nicht über eine Höhe von 1300 m hinaus. Die Berge in diesem Gebiet ragten also noch beträchtlich über den Eisrand hinaus. An ihren Hängen gab es wohl geschützte schneefreie Stellen, die zum Refugium der zurückgedrängten Nadelhölzer wurden. Als das Hochplateau von Einsiedeln und das Tal von Altmatt-Rothenturm eisfrei geworden waren, wanderte die anspruchslose Bergföhre, die noch heute als Legföhre bis 2400 m ansteigt, in die von der Vegetation erst spärlich besiedelten Gebiete ein. Die einzelnen Birkengruppen als einzige Waldbäume setzten der Einwanderung keinen Widerstand entgegen. In diesen beiden Moorgebieten war auch *P. montana* die erste Kiefernart auf den Mooren und in deren Umgebung. Aus dem Mittelland wanderte dann die Waldkiefer ein und verdrängte die kleinere Bergkiefer. Letztere ist uns in ihrer var. *uncinata* bis heute erhalten geblieben. Die kleinen «Kuscheln», wie diese Bergföhren genannt werden, bilden einen besonderen Schmuck der Moore.

In den Mooren auf dem Zugerberg setzt unsere Untersuchung erst später ein. Doch erwähnt Neuweiler (1901) aus den untersten Torfschichten des damals noch intakten Moores grosse Mengen von *Betula*-Holz und Pollen von *Pinus*. Wie in den benachbarten Mooren von Einsiedeln und Altmatt, so wird auch hier die Bergkiefer in die Birkengruppen eingewandert sein und sich ausgedehnt haben, bis sie von der sich vom Mittelland her ausbreitenden ge-

meinen Kiefer abgelöst wurde. Heute sind uns die zahlreichen Hakenföhren *(P. uncinata)* Zeuge der einst viel mächtigeren Ausbreitung.

An der Westseite des Pilatus erreichte der Gletscherrand die Höhe von 1100 m, während er an der Ostseite wohl bis 1300 m reichte. Die Untersuchung des hochgelegenen Pilatusmoores, die einer späteren Arbeit vorbehalten sein muss, wird uns zeigen, ob wir auch in dieser Gebirgsgruppe ein eiszeitliches Ueberdauerungszentrum der letzten Vergletscherung für die Coniferen haben.

In der Umgebung des Moorgebietes von Schwarzenegg-Heimenschwand ob Thun lag die Schneegrenze zur letzten Eiszeit bei ca. 1250—1500 m. Der Aaregletscher reichte ob Thun bis 1250 m, am Beatenberg bis 1300 m, während das Brienzerrothorn bis 1550—1600 m vom Eise umgeben war. Alle diese Gebirgsketten ragten also noch beträchtlich, gleich «Nunatakkern» nach Penck, über den maximalen Gletscherrand hinaus. Wir können daher zu der Annahme neigen, es habe in diesen Voralpen-Massiven sicher noch schneefreie Plätze gegeben, an denen die Nadelbäume die letzte Gletscherzeit überdauern konnten. An geschützten Stellen sind die klimatischen und edaphischen Bedingungen für eine Ueberdauerung möglicherweise günstig gewesen, wahrscheinlich nicht ungünstiger als an der Krüppelgrenze von heute in den Alpen, die in Graubünden nach den Aufzeichnungen von Braun-Blanquet (mündl. Mitteilung) für *Abies* über 1800 m, für *Picea* und *Pinus* über 2000 m liegt. Ein besonders günstiges westliches Refugium während der Eiszeit war wohl das Napfland, wo bereits eine Reliktenflora und -fauna nachgewiesen worden ist. Der erste Waldbesiedler im Gebiete von Schwarzenegg-Heimenschwand war auch die Birke, deren Einwanderungsmöglichkeit eine schnellere als die der Kiefer ist. Dann erfolgte die Ausbreitung der Bergföhre, deren Varietät, die Haken- oder Sumpfföhre sich auch hier bis heute erhalten konnte. Die sich später einstellende Waldföhre verdrängte dann erstere.

Der Anstieg der Kiefernkurve ist in allen Diagrammen ein steiler, fast plötzlicher, die Ausbreitung muss eine rasche gewesen sein, zufolge der noch ganz geringen Konkurrenz der Waldbäume. Zu gleichen Ergebnissen haben die Untersuchungen in den benachbarten Gebieten geführt. Stark (1925) fand durchgehend eine reine Kiefernperiode, die Pollenspektren verzeichnen 67—95% *Pinus*, der

Rest gehört zu *Betula*, während im Unterholz *Corylus* und *Salix* mit geringen Werten vertreten sind. Im Schwarzwald fand derselbe (1924) ebenfalls eine deutliche Kiefernperiode mit 90% *Pinus* und 10% *Betula*. Der weitere Verlauf dieser Schwarzwaldhochmoore deckt sich ganz mit dem unserer Juramoore. Die Resultate von Bertsch an zahlreichen oberschwäbischen Mooren, diejenigen von Ruoff an bayerischen Mooren schliessen sich übereinstimmend an. In den Ostalpen wie im Erzgebirge setzt die Moorbildung zur Kiefernzeit ein, wie die ausführlichen Untersuchungen von Rudolph-Firbas gezeigt haben. Nachweisbar sind an Waldbäumen nur die Kiefer, Birke und Weide. Unter ihnen hat die Kiefer die unbedingte Vorherrschaft. Frühzeitig stellt sich dann die Hasel ein, gefolgt von der Fichte. Aus den Randpartien der Karpathen liegen uns die Ergebnisse von Lilpop-Szafer (1922) vor. In diesen Mooren folgte auf die Tundrenflora mit der Zwergbirke die Waldflora mit Lärche und Arve. Während der maximalen Ausbreitung der Gletscher konnten sich die Nadelhölzer in den Refugien der Ostkarpathen halten, während die Bäume mit hohen klimatischen Ansprüchen weiter nach Süden gedrängt wurden.

Ueber die Datierung der Kiefernperiode im postglazialen Zeitschema geben uns einige zoologische Funde Auskunft. In der «Mammutflora von Borna» fand Weber Borkenreste von *P. silvestris*, deren Bestimmung sicher ist. Die Kiefernzeit ist also noch Magdalénien, wenn auch ausklingendes. In den quaternären Kiesen von Clérey an der Seine fand Fliche (in Braun-Blanquet 1923) Föhrenreste mit dem Mammut vergesellschaftet, er setzt diese ebenfalls ins Ende-Magdalénien. Jetzt wird uns auch der Fund von Niederweningen (Kt. Zürich) klar, in dessen Torflager Neuweiler (1919) zahlreiche Holzstückchen der Waldföhre neben Mammutresten fand.

Einen Anhaltspunkt bezüglich der Rückzugsstadien besitzen wir aus der Umgebung von Einsiedeln. Die geologische Untersuchung ergibt, dass der Linthgletscher noch im «Bühlstadium» das Moorgebiet berührte, und dass in der Umgebung von Einsiedeln während der Stadien mancherlei Flussverlegungen eingetreten sind. Gams (1923) nimmt an, dass die Moorbildung hier nicht gleich nach dem Rückzug der Gletscher eingesetzt hat, dass aber schon früher Wälder bestanden haben, was er aus dem Vorkommen der reichlichen Holzresten unter der Lehmschicht schliesst. Die Holzresten be-

stimmte Neuweiler (1901) als *Betula*, *Picea*, *Abies*, *Pinus* und bemerkte, sie seien geradezu in Nestern vorhanden. Betrachten wir das Diagramm von Einsiedeln (Abb. 17), so erkennen wir, dass die Zusammensetzung einer derartigen Waldflora gut dem Schluss der Fichtenzeit oder dem Anfang der Tannenzeit entspricht. Die Bildung der Lehmschicht kann nicht vor das Bühlstadium angesetzt werden, wie die Zusammensetzung der Holzresten deutlich zeigt. Die ganze Entwicklung der einzelnen Baumkurven ist eine kontinuierliche, wir finden keinen Unterbruch, wie er zu erwarten gewesen wäre, wenn ein Rückzugsstadium die Moorbildung unterbrochen hätte. Sicher ist, dass der Anfang der Moorentwicklung in die Zeit nach dem Bühlstadium fällt, das in der Umgebung des Moores seine deutlichen Spuren hinterlassen hat. Hinsichtlich der beiden andern Rückzugsstadien «Gschnitz und Daun» können wir nichts anderes aussagen, als dass sie das postglaziale Waldbild nicht beeinflusst haben, ihre Wirkungen haben keine tiefgreifenden Veränderungen der Vegetation hervorgerufen.

Eine weitere Stütze dieser Ansicht liefert uns das 990 m hoch gelegene Moor von Lischgads im Prättigau (Kt. Graubünden). Die Besprechung der pollenanalytischen Ergebnisse muss einer spätern Arbeit über die alpinen Moore vorbehalten sein, hier sei nur erwähnt, dass auch dieses Moor zu Anfang der Entwicklung eine Kiefernperiode erkennen lässt. Diese kann erst nach dem Bühlvorstoss eingesetzt haben, da der Scheitel des Bühlgletschers im Churer Rheintal ungefähr bis 1500—1600 m hinaufreichte, und somit an der Mündung des Prättigaus in das Rheintal nicht viel niedriger gewesen sein kann. Der Gschnitzgletscher machte bei Ems Halt, während die letzte Rückzugsphase, das Daunstadium, auf die Talhintergründe beschränkt blieb. Diese Tatsachen haben schon lange Braun-Blanquet (1916, 1917) zur Annahme geführt, die Einwanderung der xerothermen Pflanzenkolonien in die Föhrenregionen Graubündens und in die zentralalpinen Föhrentäler überhaupt in die Zeit nach dem Bühlvorstoss zu verlegen, eine Ansicht, die Bertsch (1926, S. 24 und 25) übernommen hat. Brauns Ansicht von der Einwanderung der wärmeliebenden Arten zu dieser früh-postglazialen Zeit, wo weder dichte Wälder noch monotone Grasfluren die Einwanderungsstrassen versperrten, erhält hier eine neue Stütze. In der durchgehend zu verfolgenden Kiefernzeit wird die Haupteinwanderung des

xerothermen Florenelementes stattgefunden haben. Zu dieser Ansicht kämen wir auch durch die Betrachtung der pollenanalytischen Resultate allein. Die Föhrenwälder der schweizerischen zentralalpinen Täler sind durch das Vorkommen zahlreicher Arten sarmatischer und mediterraner Abstammung floristisch gekennzeichnet. Ich erwähne aus der Liste von Braun-Blanquet (1916, 1917):

Stipa capillata L.	*Linum tenuifolium L.*
Astragalus exscapus L.	*Festuca vallesiaca Gaud.*
Astragalus monspessulanus L.	*Anemone montana Hoppe*
Astragalus vesicarius L.	*Onosma spec.*
Achillea tomentosa L.	

Die Ausgänge dieser Föhrentäler sind oft von Buchenwäldern eingenommen, in denen aber diese Föhrenbegleiter völlig fehlen. Die Einwanderung dieser Florenelemente muss also vor derjenigen der Buche stattgefunden haben. Da diese aber zur Zeit der Eichenmischwälder unmöglich war, zufolge der damals herrschenden Feuchtigkeit, wie wir im folgenden Abschnitt der Klimaänderungen erläutern werden, so bleibt uns nur die eine Erklärung: die xerothermen Arten sind zur Kiefernzeit in die zentralalpinen Föhrentäler eingewandert.

3. Die Haselzeit.

Die Hasel gewinnt nun an Ausbreitung, sie überholt die Kiefer und leitet in die Haselzeit ein. Diese Ausbreitung muss rasch vor sich gegangen sein, wie der steile Anstieg der Haselkurve durchwegs zeigt, der zu dem ausgesprochenen Haselmaximum führt. In diesem Spektrum übertrifft die Menge des Haselpollens vielfach die Gesamtsumme aller übrigen Waldbäume. Nur in den höhern Lagen von 900—1000 m in den Voralpen und im Jura ist ihr Anteil ein etwas geringerer. Wir müssen zufolge dieser Massenverbreitung der Hasel annehmen, dass diese anfänglich als Unterholz in die Kiefernbestände, oder besser gesagt Kieferngruppen eingetreten war, grösstenteils dann aber reine Bestände gebildet haben muss. Ihre maximalen Anteile erreicht sie im Mittelland mit 130—157%, in den Voralpen mit 77—107%, während im Jura der Kulminationspunkt der Haselkurve bei 83—85% liegt.

Die makroskopischen Funde der Hasel: Nüsse und Staudenreste gehören nach Schröter (1904, S. 372) zu den ziemlich häufigen

Bestandteilen des Torfs der untern Schichten, in den Mooren des Mittellandes, wie in den Voralpen. Sämtliche Fundorte subfossiler Haselnüsse liegen innerhalb der jetzigen Verbreitungsgrenze. Ein Zurückweichen der Hasel von ehemals höhern Fundorten ist also weder nach den makroskopischen noch nach den pollenanalytischen Befunden zu konstatieren. Die Ausbreitung der Hasel dagegen war damals eine weit mächtigere, auch in den höhern Lagen, als es heute der Fall ist.

Hinsichtlich des eiszeitlichen Refugiums des Haselstrauches sind wir durch die Funde von St. Jakob an der Birs bei Basel unterrichtet, wo Gutzwiller (1895) zahlreiche fossile *Corylus*-Reste fand. Von hier wanderte sie in das Mittelland einerseits und in den Jura andrerseits ein. Von den Mooren des Mittellandes eroberte sie das Gebiet der Voralpen und erreichte noch in Höhen von über 1000 m eine recht beträchtliche Ausbreitung. Da sich der Haselstrauch zufolge seiner frühen Blüh-Fähigkeit sehr schnell ausbreiten kann, im Gegensatz zu den erst spät zur Blüte gelangenden Waldbäumen, so können wir in den einzelnen Mooren fast keine Verschiedenheit im ersten Auftreten der Hasel erwarten und konstatieren.

Während der Haselperiode wandern in das Mittelland die Bäume des Eichenmischwaldes ein. Die einzelnen Zählprotokolle geben über die Einwanderungsfolge der drei Komponenten: Linde, Eiche, Ulme, Auskunft. In den meisten Mooren ist es die Linde, die zuerst auftritt, in einigen mehr östlich gelegenen Mooren notiert man von den drei Baumarten erstmals die Ulme. Als gemeinsamen Zug können wir hervorheben, dass die Eiche erst nach der Linde bezw. Ulme die Vorherrschaft im Waldbild erhält. Die Haselbestände setzen der Einwanderung des Eichenmischwaldes keinen grossen Widerstand entgegen, und so geschieht seine Ausbreitung rapid. Vereinzelt notieren wir schon das erste Auftreten der Buche, sowie der Fichte und der Tanne, die beiden letzteren aber nur in den den Voralpen benachbarten Mooren.

In den Voralpen liegen die Verhältnisse anders. Hier ist es die Fichte, die in die Haselbüsche einwandert und zur Zeit ihrer grössten Ausbreitung mit 14—21% vertreten ist. Ihr folgt langsam die Tanne nach, der Eichenmischwald hingegen ist mit nur 0,5—14% vertreten. Die Erle verzeichnet einen Anteil von bis 15%. Das Verhalten der Fichte ist nun höchst wichtig. Sie tritt in den Voralpen

lange vor ihrem ersten Erscheinen im Mittelland auf, wo sie erst in subrezenten Spektren beträchtlichere Werte zu verzeichnen hat. Wir sind hier zu der Annahme gezwungen, dass sich die Fichte und auch die Tanne, wie sich noch zeigen wird, in Refugien der Voralpen während der letzten Eiszeit halten konnten, oder aber von Süden und Osten her über die Alpenpässe eingewandert sind. Was im vorigen Abschnitt für die Bergkiefer vorausgesetzt wurde, erhält hier eine Stütze. Ueber der Gletscherdecke der letzten Vereisung muss es an geschützten Stellen schneefreie Plätze gegeben haben, die den zurückgedrängten Tannen und Fichten zu Ueberdauerungszentren wurden. Die Höhen der möglichen Refugien liegen für alle Nadelbäume innerhalb ihrer jetzigen Verbreitungsgrenzen. Aus pflanzengeographischen Erwägungen hat Braun-Blanquet (1913) die Möglichkeit des Ueberdauerns wenigstens der letzten Vereisung für eine Reihe heute durch das abgeschiedene Vorkommen starker Kolonien charakterisierter seltener Alpenpflanzen angenommen. Die pollenanalytischen Befunde zwingen uns zu der gleichen Annahme für die Nadelhölzer *(Pinus montana, Picea, Abies)*. Nach dem Rückzug der Würm-Gletscher haben dann diese Bäume ihre Areale wiedererobert, und zwar entspricht ihr Auftreten dem Mass ihrer klimatischen Ansprüche.

Im Jura liegen die Verhältnisse analog für die Tanne. Zur Zeit der grössten Ausbreitung des Haselstrauches ist die Tanne im Waldbild schon mit 14—29% vertreten, und zwar ist ihr Anteil umso grösser, je höher das Moor gelegen ist. Hierin haben wir eine neue Stütze der Ansicht der eiszeitlichen Refugien während der Würm-Vereisung über dem maximalen Eisrand auch im Jura. Hier sind es die Bergföhre und Tanne gewesen, die überdauerten, die Wiederbesiedlung geschah von den höchst- zu den tiefergelegenen Mooren. Die Fichte wanderte von Nordwesten ein, wie wir später sehen werden. Der Eichenmischwald ist mit 4—10% in der Zählung, wobei die grössten Werte in den tief gelegenen Mooren zu verzeichnen sind, worin sich uns die Einwanderung dieser Laubbäume aus dem Mittelland bzw. der Rheinebene in die Längsfurchen des Jura wiederspiegelt.

Eine Periode reiner Haselwälder hat auch Stark (1925) für die badischen Bodenseemoore gefunden mit maximal 101—140% *Corylus*. Die schwäbischen Moore zeigen ebenfalls die Haselzeit, doch ist das

Corylus-Maximum nicht so markant, da Bertsch die Haselwerte nicht nach dem Vorbilde der Schweden und der deutschen Forscher gesondert berechnet, sondern mit in die Waldbaumpollensumme einbezieht. Zum Vergleich ist stets eine Umrechnung nötig, diese hat auch Haselwerte bis über 150% ergeben. Im Erzgebirge ist nach Rudolph-Firbas auch eine Zeit der Massenausbreitung der Hasel, deren Pollenspektren über 110% *Corylus* verzeichnen, zu konstatieren gewesen. In den Schwarzwaldmooren übertrifft die Hasel die Kiefer wohl noch nach Stark, doch ist wie in unseren Juramooren der Anteil des Haselstrauches geringer, entsprechend der beträchtlicheren Höhe. In den Mooren der «Brévine» im Schweizer Jura konnte Spinner keine vermehrte Ausbreitung der Hasel verfolgen, was sehr merkwürdig ist.

Ueber das Alter der Haselphase gibt uns die Untersuchung der Silexfundstelle «Moosbühl» bei Moosseedorf (Kt. Bern) einigen Aufschluss. Am Südrand des ehemaligen Sumpfgebietes um den Moossee herum findet sich in 530 m Meereshöhe der «Moosbühl». Schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden dort «Steinaltertümer» gefunden (siehe Gummel, König, Nussbaum). Vor einigen Jahren wurde diese Station aufs neue durchforscht und eine beträchtliche Zahl Feuerstein-Artefakte, mehrere Tonscherben, einige Knochen- und Kohlenreste sind zum Vorschein gekommen. Die aufgefundenen Silexe sind älter als die benachbarten Pfahlbauten. Sie werden nach Viollier (nach brieflicher Mitteilung) ins Campignien verlegt, das den nordischen «Kjökkenmöddingern» gleichgesetzt wird. Diese Station ist insofern von grosser Wichtigkeit, da sie erstmals den auffallenden Hiatus überbrückt, der im schweizerischen Mittelland das Neolithikum von den Magdalénien-Kulturen (Palaeolithikum) trennt.

Ich habe in der Nähe der Fundstelle einige Proben gesammelt und pollenanalytisch untersucht. Die Proben sind stark sandig und die mikroskopische Durchsicht gestaltet sich höchst langwierig. Trotz der ziemlichen Pollenarmut lässt sich die Zuteilung der Proben in den Entwicklungsgang der Moore des Mittellandes doch feststellen. Die Probe aus der grob-kiesigen Schicht (40 cm) ergibt ein deutliches Vorherrschen der Hasel, neben wenigen Kiefern- und nur zwei Lindenpollen. Wir haben das Corylusmaximum. Die Probe aus der Kulturschicht (30 cm) ergibt wohl noch die Dominanz der Hasel,

doch verzeichnen die Lindenpollen schon grössere Werte, neben vereinzelten Kiefernpollen. Die Kulturschicht fällt somit in die ausklingende Haselzeit. Dadurch erhalten wir die erste einigermassen sichere Datierung des postglazialen Waldbildes. Die Waldfauna im Birstal, die Sarasin (1918) ins Azilien verlegt, fällt somit in das Ende der Kiefernzeit und die beginnende Ausbreitung des Haselstrauches.

Durch diese Datierungsmöglichkeit erhalten wir auch den ersten sichern Anschluss an die Chronologie für Skandinavien. Da das Campignien zufolge seiner Leitartefakte den Kjökkenmöddingern gleichgesetzt wird, so können wir auch das dieser Epoche entsprechende Stadium der Florentwicklung in Nordeuropa vergleichen. Nach Jessen (siehe in Gams-Nordhagen 1923) fällt die Epoche in die beginnende Eichenzeit, also genau wie im schweizerischen Mittelland, die den Anfang des Atlantikums ausmacht. Die Annahme verschiedener Forscher, unsere Eichenzeit als atlantisch im Sinne des Blytt-Sernander'schen Systems anzusehen, stimmt also zeitlich, der Klimacharakter der Gebiete ist dagegen kein übereinstimmender, wie wir im Abschnitt der Klimaänderungen sehen werden.

In der Haselzeit werden die xerothermen Arten ihre Hauptausbreitung erlangt haben, sie werden bis zu ihren heutigen Fundstellen vorgedrungen sein. Die einwandernden Laubbäume versperrten dann den Weg für eine weitere Ausdehnung, so wurden ihre Areale in der folgenden Perioden zerstückelt, bis im Verlauf der Entwicklung die heutigen isolierten Pflanzenkolonien abgeschieden waren.

4. Die Eichenmischwald- bezw. Fichten-Tannenzeit.

Im weitern Verlauf der Entwicklung konstatieren wir nun, dass die Hasel fast ebenso rasch zurückgeht wie ihr Anteil angewachsen ist, und dass an ihre Stelle der Eichenmischwald tritt. Dieser überholt die Hasel und behauptet während einer längern Entwicklungsperiode die Führung im Waldbild. Die Hasel verzeichnet anfänglich noch beträchtliche Werte, es ist wohl anzunehmen, dass der Haselstrauch als wesentlicher Bestandteil im Unterholz der Eichenmischwald-Vegetation noch einige Zeit fortbestanden haben muss. In der Mehrzahl der untersuchten Moore ist es die Linde, die von den drei Komponenten zuerst die grössten Prozente zu verzeichnen hat, um dann von der Ulme gefolgt zu werden. Nur in einigen Mooren war es die

Ulme, die den Eichenmischwald eingeleitet hat. Uebereinstimmend ist hervorzuheben, dass die Eiche erst in der zweiten Hälfte dieser Periode dominiert. Neu erscheinen die ersten Spuren der Buche, Fichte und Tanne. Der Eichenmischwald macht uns mit einem Waldbild bekannt, das gegenwärtig in unserm Gebiet und auch in den benachbarten Gegenden, wie alle Autoren der bisher publizierten pollenanalytischen Ergebnisse hervorheben, keinerlei Analogien findet. Ein Laubwald, in dem die Eiche, die Ulme und Linde in gleicher oder gar überwiegender Menge beigesellt sind, finden wir im schweizerischen Mittelland heute nicht mehr.

So liegen die Verhältnisse im schweizerischen Mittelland. Sie ändern sich je höher wir steigen und den Voralpen näher rücken. Die Moore der «obern Stufe» des Mittellandes zeigen, wie bei der letzten Besprechung schon hervorgehoben wurde, die Kombination der beiden Entwicklungstypen. In den Voralpen erfolgt nach der Vorherrschaft der Hasel die starke Ausbreitung der Fichte. Sie erobert sich die Vorherrschaft und schwächt den Haselanteil beträchtlich. Anfänglich wird der Haselstrauch noch ein wesentlicher Bestandteil der Untervegetation der Fichtenwälder gewesen sein. Die makroskopischen Funde, die Schröter (1904) anführt, unterstützen diese Ansicht. Er findet zahlreiche Fichtenreste, so z. B. in den Mooren von Einsiedeln über dem Untergrund «Stubben» von *Picea*, im Hochmoor von Altmatt 60 cm über dem Glaziallehm verkohlte Wurzelstöcke, auf dem hintern Geissboden auf dem Zugerberg ebenfalls Fichten-Holzreste, wie im Hochmoor Wachseldorn bei Heimenschwand, im Tellenmoos bei Escholzmatt, wo Fichtennadeln mit vereinzelten Haselnüssen gefunden wurden. Der Eichenmischwald ist in den Voralpenmooren mit nur geringen Prozenten vertreten, nur im Stauffenmoos erreicht er 13%, wo schon Schröter (1904, S. 375) das häufige Auftreten von Pollenkörnern der Linde konstatiert hat. Aus diesen geringen Werten können wir noch nicht schliessen, ob wirklich die Laubbäume in diesen Höhen (900 bis 1000 m) wuchsen, oder ob ihr vorhandener Blütenstaub durch den Wind aus den tiefern Lagen heraufgeweht wurde.

Die Tanne, die während der Vorherrschaft der Fichte einwandert, gewinnt nun an Boden, überholt den Fichtenanteil und führt in die folgende Phase über, die Tannenzeit. Dieser Periode entspricht im Mittelland immer noch der Eichenmischwald, in dem die Tanne

erst später auftritt. Der Einwanderungsweg in die Voralpenmoore war also von den eiszeitlichen Überdauerungszentren hinab in die Fichtenwälder der Voralpen. Hier haben wir eine neue Stütze der Annahme der Ansicht, dass die Tanne nicht vom Mittelland her in die Voralpen einwanderte, da sie in letzeren viel früher auftrat als in den Mooren des Mittellandes. In dieser Phase wandert die Buche in die Voralpen ein, mit einer deutlichen Verspätung gegenüber dem Mittelland, worin sich ihr Einwanderungsweg von der Ebene in die höhern Lagen auswirkt.

Im Jura verdrängt die Tanne die reinen Haselbestände durch ihre mächtige Ausbreitung. Der Eichenmischwald ist mit 5—13% vertreten, also sehr spärlich in den ausgedehnten Tannenforsten. Es sind in der Mehrzahl Lindenpollen, die ihn ausmachen, worauf schon Schröter (1904, S. 375) aufmerksam machte, und die frühe Einwanderung der Linde erkannte. Interessant ist es nun, die Einwanderung der Fichte zu verfolgen. Die grössten Werte und das früheste Auftreten konstatieren wir im tiefst gelegenen Moor von Bellelay (935 m), während ihr Anteil geringer wird und das Auftreten immer später erfolgt, je höher wir steigen, und je tiefer wir in die abgeschlossenen Längstäler eindringen. Hier liegt offenbar eine Einwanderung der Fichte von Nordwesten her vor. Es ist wohl anzunehmen, dass die Vogesen ein eiszeitliches Refugium für die Fichte darstellten. Die Untersuchungen der dortigen Torfmoore, die Erdtman besuchte, werden hierüber den Aufschluss geben können. Die Einwanderung der Buche aber erfolgt von Westen her, indem ihre Werte von SW-NO von 11—2% abnehmen, eine Tatsache, die sich mit den Ergebnissen des Mittellandes deckt, wo sich ebenfalls eine Einwanderung der Buche von Westen her erkennen lässt.

Hinsichtlich der Eichenmischwaldperiode sind wir in der Lage, ihre genaue Datierung im postglazialen Zeitschema anzugeben, da die Kulturschichten der neolithischen Stationen in diese Periode fallen. Durch den Vergleich der Resultate, die Neuweiler in unermüdlicher genauester Kleinarbeit durch Bestimmung der Holzproben erhalten hat, werden die pollenanalytischen Ergebnisse in mancher Beziehung vervollständigt. Die paläofloristische Untersuchungsmethode, die die Bestimmung möglichst vieler Reste vergangener Floren bezweckt, beruht wie die Pollenanalyse auf statistischer Grundlage. Die Resultate der beiden Wege können sich nun aufs

beste ergänzen, indem die Holzstatistik uns Auskunft gibt über das Vorhandensein derjenigen Bäume, die durch die Pollenanalyse nicht erfasst werden können *(Fraxinus, Populus, Taxus)*, andererseits aber gibt das Diagramm der pollenanalytischen Untersuchung das Bild der natürlichen Waldzusammensetzung (mit den nötigen Kautelen bezügl. der verschiedenen Pollenproduktion), das auf holzstatistischer Grundlage zufolge des selektiven Einflusses des Menschen kein ursprüngliches ist.

Die ältesten neolitischen Fundstätten sind Robenhausen, Weiher bei Thayngen und Niederwil bei Frauenfeld, sie gehören in das Voll-Neolithikum. Ihre Pollenspektren zeigen die Einwanderung der Tanne in die zweite Hälfte der Eichenmischwaldzeit. Auf eine zahlenmässige Datierung muss ich verzichten, da hierfür doch die Anhaltspunkte fehlen, obwohl Reinerth eine solche durchführt. Vergleichen wir mit diesem Ergebnis die Verhältnisse in den Voralpen und dem Jura, so finden wir, dass einerseits die Einwanderung der Buche in die Tannenwälder der Voralpen erst im Vollneolithikum stattfand und andrerseits gehört die zweite Hälfte der Tannenzeit der Juramoore in den Höhepunkt der Steinzeit. Damit stimmen die Resultate von Neuweiler (1925) überein, der vom Pfahlbau Weiher neben der reichlich vertretenen Esche vor allem Eichenreste bestimmt hat, dann folgen der Reihenfolge ihrer Häufigkeit entsprechend: Erle, Weide, Birke, Ahorn, Linde, Tanne. Die Esche, die durch die Pollenanalyse nur ganz sporadisch erfasst wird, muss also doch noch das Waldbild wesentlich beeinflusst haben, ohne aber diesem ein besonderes Gepräge verliehen zu haben; denn die Ausbreitung der Eiche war eine zu mächtige, als dass die schlanke Esche diese hätte verdrängen können.

Einen ganz übereinstimmenden Entwicklungsgang kennen wir von den Bodenseemooren, wo Stark (1925) eine Eichenmischwaldperiode herausschälen konnte, in der letzterer mit 79—82% vertreten ist und der Haselanteil auf 71% gesunken ist. Linde und Ulme wandern zuerst ein, um dann von der Eiche überholt zu werden. Buche, Fichte und Tanne sind in ihren ersten Spuren vertreten. In den schwäbischen Mooren konstatiert Bertsch ebenfalls das Auftreten der Eiche nach Ulme und Linde, die zusammen bis 51% des Pollenspektrums ausmachen. Im Erzgebirge und in den Ostalpen erfolgt genau der gleiche Entwicklungsgang, wie in unsern Voralpenmooren. Ru-

dolph-Firbas konnten nach der Ausbreitung der Hasel durchgehend eine Fichtenzeit verfolgen, in der der Eichenmischwald eine nur untergeordnete Rolle spielt. Im Erzgebirge wird diese dann von der Tanne abgelöst. Die Untersuchung der vollneolithischen Station am Kommerer See bei Brüx in Nordböhmen ergibt nach Rudolph (1926) die Eichenzeit während der Kulturperiode und die Fichtenzeit im Gebirge.

Die Diagramme aus dem Jura von Spinner stimmen in ihrem weitern Verlauf völlig mit unsern überein, wie diejenigen aus dem Schwarzwald von Stark, der eine ausgesprochene Tannenperiode mit 82% *Abies* nachweisen konnte. Während dieser Zeit wandert nach der Fichte auch die Buche ein, die zur nächsten Phase überleitet.

5. Die Buchenzeit.

Der fünfte Abschnitt der Waldentwicklung ist charakterisiert durch die beginnende Ausbreitung der Buche auf Kosten des Eichenmischwaldes bezw. der Tanne in den Voralpen und im Jura. Der anspruchsvolle Baum fand günstige Verhältnisse vor, und konnte sich daher rasch ausbreiten. Die Buche wurde der herrschende Baum des Waldes. Ihre Dominanz ist jedoch keine so markante mehr, wie die der führenden Waldbäume in den früheren Perioden. Einerseits ist die relative Waldarmut der ersten Entwicklungsabschnitte verschwunden und andrerseits ist die Pollenproduktion der Buche geringer als die der Nadelhölzer, wie sich im Pollenspektrum deutlich auswirkt. Da im Schatten der Buchen andere Bäume kaum gedeihen können, und da ihr Anteil am Gesamtpollenniederschlag doch ein sehr beträchtlicher ist, so müssen wir wohl annehmen, dass reine Buchenforste bestanden haben, dass aber ausserdem noch bedeutende Eichenmischwälder und vor allem sich ausdehnende Tannenforste vorkamen.

In den Voralpenmooren herrscht die Buche vor mit 30—41%, während die Tanne zurückgedrängt wurde und nur noch 12—30% verzeichnet. Berücksichtigen wir die geringe Transportfähigkeit des Buchenpollens und die Ueberlegenheit der Tanne bezügl. der Produktion des Blütenstaubes, so erkennen wir aus dem Verhalten der Buchenkurve in den Diagrammen, dass auch in den Voralpen die Buche eine grossartige Verbreitung besessen haben muss, die zu ihrer heu-

tigen Verbreitung in keinem Verhältnis steht. Die Buche bildet heute in diesen Höhenlagen nicht mehr die Bestände, die sie zur Buchenzeit gehabt haben muss.

In den Juramooren übertrifft die Buche nur in den beiden tiefstgelegenen Mooren den Anteil der Tanne, in den höher gelegenen Mooren sind die Anteile einander fast gleich. Ziehen wir die oben erwähnten Tatsachen auch hier in Betracht, so erkennen wir für den Jura ebenfalls eine markante Buchenperiode, in der die Buche eine weit allgemeinere Ausbreitung hatte, als es heute im Jura der Fall ist.

Ein ganz besonderes Interesse gewinnt die Buchenzeit durch die Möglichkeit ihrer genauen Datierung. Viele unserer trefflich untersuchten neolithischen Pfahlbauten fallen in diese Periode. In den Höhepunkt der Buchenausbreitung fallen die Kulturschichten von Wauwil und vom Burgäschisee. Die archäologischen Funde ergaben die Zuteilung zum späten Neolithikum. Wir finden somit für das Mittelland folgende wichtige Feststellung: Während des Früh- und Voll-Neolithikums gab der Eichenmischwald dem Landschaftsbild das Gepräge und während der jüngern Steinzeit herrschte die Buche vor.

Neuweiler (1924) kommt durch die Untersuchung einer stattlichen Zahl von prähistorischen Hölzern zur folgenden Ansicht: «Vom Neolithikum bis zur Römerzeit behaupteten in dem Laubwalde die noch heute beliebtesten und geschätztesten Hölzer die Herrschaft. Eiche, Buche, Esche, Erle herrschten bei Weitem vor. Hainbuche, Ahorne, Hasel waren in reichlicher Menge beigemischt. Ebenso durchsetzten ihn Birken, Weiden, Pappeln, Kirschbaum, Apfelbaum, Ulme. Ausserhalb des Waldes gediehen noch andere Bäume, wie Linden, Nussbaum und Kastanie, welche bereits im Neolithikum der Schweiz nachgewiesen und als autochthon anzusehen sind. Sie sind spontan eingewandert, nur eine weitere Kulturausbreitung und Bedeutung erlangten sie als Fruchtbäume des Menschen».

Das Bild, das auf die Zusammensetzung der vom Pfahlbauer benutzen Hölzer begründet ist, stimmt also mit dem durch die Pollenanalyse erhaltenen gut überein. Unter den hauptsächlichsten Waldbildnern ist es nur die Esche, die durch die Pollenanalyse vernachlässigt wird. Ihr Holz war mit den primitiven Werkzeugen der Pfahl-

bauer leicht zu bearbeiten, es ist gut denkbar, dass diese die Esche vor allen andern Bäumen aussuchten als das bevorzugteste Nutzholz. Damit ist aber noch nicht erwiesen, ob die Esche *(Fraxinus excelsior)* an der Zusammensetzung des neolithischen Waldbildes in wesentlicher Weise beteiligt war. Wir müssen wohl den selektiven Einfluss der Steinzeitmenschen berücksichtigen. Von den Nadelhölzern waren nach Neuweiler (1925) die Weisstanne der herrschende Vertreter, während nach der geringen Menge der Holzreste der Fichte dieser Waldbaum von der jüngern Steinzeit an nur selten vorkam. Die Ergebnisse der Holzuntersuchung stimmen mit denjenigen auf pollenanalytischem Wege erhaltenen vollständig überein.

Aus 1850 untersuchten Holzproben berechnet Neuweiler (1925) den prozentualen Anteil der Laubhölzer am prähistorischen Waldbild während des Neolithikums mit 86%, der Rest besteht vorwiegend aus der Weisstanne. Aus den Pollenspektren der Kulturschichten voll-neolithischer Stationen ergibt sich ein Anteil der Laubbäume *(Corylus* wird dazu gerechnet, um die genaue Vergleichung mit den Resultaten des obigen Autors zu ermöglichen) am Gesamtpollenniederschlag von ebenfalls 86%. Die Zusammensetzung der Pollenspektren der Uebergangsstationen vom Neolithikum zur Bronzezeit ergibt 85% Laubbäume. Die Uebereinstimmung mit den Resultaten Neuweilers ist eine ganz überraschende. Obwohl in den Pollenspektren die Esche nicht enthalten ist, die nach Neuweiler im Prähistorikum zu den häufigsten Waldbäumen gehörte, so stimmen die Resultate der Holzstatistik mit den Pollenbefunden hervorragend überein. Da an der Richtigkeit der pollenanalytischen Ergebnisse (wenn sie mit der nötigen Vorsicht gedeutet werden), heute kaum jemand noch zweifelt, können wir aus den obigen Tatsachen schliessen, dass der Esche nicht die bedeutende Rolle in der Zusammensetzung des prähistorischen Waldes zukommt, die ihr bisher beigemessen worden ist.

In den Bodenseemooren treten nach Stark die Erle und die Buche in die günstigste Phase ihrer Entwicklung, während der Eichenmischwald zurücktritt. Bertsch konstatiert durchgehend in seinen schwäbischen Mooren eine Buchenperiode, die den Eichenmischwald verdrängt. Diese ist dort aber etwas jünger. Während im Mittelland zum Ende des Neolithikums der Buchenwald herrschte, bedeckte in Oberschwaben noch ganz der Eichenmischwald die Ge-

gend. Die Spät-Bronzezeit fällt in die Ausbreitung der Buche, wie die Untersuchung der bronzezeitlichen Kulturschicht von der Wasserburg bei Buchau nach Bertsch (1926) ergeben hat. Wir haben hier einen weitern Anhaltspunkt für den Einwanderungsweg der Buche von Westen her.

Das Auftreten und die Ausbreitung der Buche im Erzgebirge spricht nach Rudolph-Firbas (1923) ebenfalls für ihre Einwanderung von Westen. Auf die Buchen-Fichtenzeit bei anfangs noch andauernder Fichtenvorherrschaft folgt die Buchen-Tannenzeit, wie in unsern Voralpenmooren. Während dieser Periode kam der Buche im Erzgebirge ebenfalls ein grösserer Anteil an der Waldzusammensetzung zu, als es heute der Fall ist.

Im Schwarzwald konstatierte Stark eine Tannen-Buchen-Periode, wobei der Anteil der Buche nahe an den der Tanne reicht. Der Entwicklungsgang ist ganz übereinstimmend mit dem der Juramoore, wie auch Spinner nachweisen konnte. Die Ausbreitung der Fichte erfolgt im Schwarzwald früher, zur Zeit des grössten Buchenanteils verzeichnet die Fichte schon 24%. Dadurch wird unsere Annahme der Einwanderung dieses Nadelbaumes von N in die Juramoore bestärkt.

6. Die Buchen-Tannen-Fichten-Zeit.

Bis zur Buchenperiode gestaltete sich der Entwicklungsgang in den verschiedenen Mooren des Mittellandes, der Voralpen und des Jura recht einheitlich, von da ab ist aber keine so weitgehende Uebereinstimmung im Verlauf der Baumkurven mehr zu erkennen. Die Konkurrenz der Waldbäume ist nun die grösste, es kämpfen Buche, Tanne und Fichte um die Vorherrschaft im Waldbild. Diese ist, je nach den einzelnen Standorten eine verschiedene. Da zudem die obersten Teile der Moorprofile ein rasches Moorwachstum zu verzeichnen haben, so sind die Beobachtungen nicht so zahlreich, wie in den früheren Etappen, und der geringen Pollenfrequenz zufolge sind die Ergebnisse nur mit einiger Vorsicht zu deuten.

Als einheitliche, gemeinsame Züge erkennen wir für das Mittelland: der Buchenanteil sinkt, an seine Stelle tritt die Tanne. In einigen Mooren überholt der Eichenmischwald die Buche, doch ist seine Zunahme sehr gering, so dass wir sagen können, er hält sich auf gleicher Höhe. Dasselbe gilt für die Kiefer, die Birke, die Erle

und die Hasel. Die Fichte, die in diesen Mooren meist erst zur Buchenperiode eingewandert ist, arbeitet sich nun beträchtlich empor, und überholt in einzelnen obersten Spektren die Tanne. Damit schliesst die Waldentwicklung ab, wir sind in das rezente Waldbild eingetreten. Da viele Moore schon oberflächlich abgebaut oder kultiviert worden sind, so fehlen uns meist diese obersten Spektren. Die Beobachtungen von Schröter (1904) bezüglich des Vorkommens der Tanne im Torf der Moore stimmen ganz mit unsern überein. Er fand ihre Reste nur in den peripherischen Schichten.

In den Voralpen tritt die Tanne an Stelle der Buche, von der letztere die Vorherrschaft übernommen hatte. Die Fichte, die während der Tannen- und Buchenzeit zurückgedrängt wurde und stellenweise nur noch mit 10% im Pollenspektrum vertreten war, erlangt wieder stärkere Ausbreitung. Fichte und Tanne verzeichnen in den obersten Proben einen einander fast gleichkommenden Anteil, bis sich zuletzt die Fichte die Dominanz erringt, was wir auch im heutigen Waldbild erkennen.

Im Jura können wir einen ganz entsprechenden obersten Verlauf der Baumkurven verfolgen. Ausschlaggebend ist die Tanne, die nach der Buche wieder der wesentlichste Bestandteil des Waldbildes ist. Ihr am nächsten kommt die Fichte, die sich zu beträchtlichen Werten aufarbeitet. Die obersten Proben verzeichnen einen starken Anstieg der Kiefernkurve, in dem sich das Endstadium der Entwicklung einzelnen Moore uns wiederspiegelt. Damit haben wir auch hier einen kontinuierlichen Uebergang in das gegenwärtige Waldbild.

Die Datierung dieser Epoche ist uns durch die beiden Bronzestationen «Riesi» am Hallwilersee und Schmiedmoos bei Thierachern gegeben. Auf Grund der reichen archäologischen Funde wurden diese der jüngsten Bronzezeit (Bronze IV) und dem Uebergang zur Eisenzeit zugeteilt. Das rekonstruierte Waldbild, das den Kulturschichten entspricht, ist ein ausgesprochenes Tannenspektrum. Die Tannenzeit, die die Vorherrschaft der Buche übernimmt, fällt also in die Zeit der Bronze und in die beginnende Eisenzeit. Einen weiteren wichtigen Anhaltspunkt der Chronologie gibt uns Neuweiler (1924). Er schreibt über die Fichte *(Picea excelsa* L.): «Zur Römerzeit, vielleicht schon etwas früher, stieg sie aus ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet herunter. Es sind weniger klimatische Faktoren,

als vielmehr die menschliche Einwirkung, welche dazumal schon einen tief greifenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Wälder ausübte. Ihre jetzige Verbreitung erlangte sie nach den grossen Rodungen im Mittelalter und verdankt sie der Nachwirkung derselben und der direkten Bevorzugung durch den Menschen.»

Dieses Ergebnis, zu dem Neuweiler auf Grund seiner Holzuntersuchungen gelangt ist, gibt sich in unsern Pollenspektren im Anstieg der Fichtenkurve deutlich zu erkennen. Die Ausbreitung der Fichte fällt somit in die Römerzeit, wodurch wir die Datierung der einzelnen Epochen bis in die historische Zeit durchführen können. Wir haben hier einen neuen Beweis dafür, wie sich Holz- und Pollenuntersuchungen ergänzen und mit der Zeit ein der Wirklichkeit immer näher kommendes Bild des prähistorischen Waldes geben können.

In den benachbarten Bodenseemooren fand Stark als letzte Entwicklungsphase eine Buchen-Tannenperiode mit starker Ausbreitung der Fichte. In einem einzigen Moor war ein sekundärer Kiefernanstieg zu erkennen. «Hier gelangen vielleicht allerjüngste schon durch kulturelle Einflüsse bedingte Entwicklungsverschiebungen zum Wort.» (1925, S. 107.) In den schwäbischen Mooren fällt nach Bertsch die Spätbronzezeit noch in die Buchenperiode, während zu dieser Epoche bei uns schon die Tanne vorherrschte. Dann erfolgte auch in diesem Gebiete die Ausbreitung der Tanne und zuletzt der Anstieg der Fichtenkurve. Sehr schöne Kongruenz mit diesen Verhältnissen fand Ruoff (in Gams, 1924) am Federsee, wo eine sekundäre Kiefernausbreitung den Fichten- und Tannenanstieg übertrifft.

In den Erzgebirgsmooren arbeitet sich nach Rudolph-Firbas nach der Buchen-Tannenzeit die Fichtenperiode heraus als Uebergang in das gegenwärtige Vegetationsbild, wobei die Moorkiefer die Moore von Neuem zu bewalden beginnt. Wir haben in diesen Mooren einen mit unsern Voralpenmooren in allen Teilen übereinstimmenden Entwicklungsverlauf.

Das Schlussglied in den Schwarzwaldmooren bildet nach Stark die Buchen-Tannen-Fichten-Periode mit einem sekundären Kiefernanstieg. In der Reihe der verschiedenen Entwicklungsphasen entspricht also jede einzelne denjenigen unserer Juramoore.

Die Klimaänderungen.

Die Möglichkeit postglazialer Klimaschwankungen wird heute nicht mehr angezweifelt. Für Skandinavien wurde auf Grund geologischer wie florengeschichtlicher Entwicklungsphasen ein allgemeingültiges Schema, die Perioden nach Blytt-Sernander, aufgestellt. Diese wurden von zahlreichen deutschen Forschern übernommen, und vielfach wird das System in Mitteleuropa nicht nur zur Erklärung der einzelnen Klima- und Vegetationsperioden, sondern auch zur Altersbestimmung herangezogen, es ist ein chronologisches Schema geworden, wodurch eine grosse Unklarheit entstanden ist. Es ist nun unsere Aufgabe, zu untersuchen, in welchem Masse auch in den Schweizermooren gleichlaufend Klimaänderungen zu beobachten sind, und inwieweit man diese den schwedischen Perioden parallelisieren kann. Dabei müssen wir beherzigen, was v. Post (1926, S. 34) sagt: «Auch aus diesem Forschungsgebiet muss die Schablone verbannt sein. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Klimawechselungen in verschiedenen Gebieten verschieden verlaufen sind und verschiedenartig gewirkt haben».

Die Behandlung der klimatischen Ansprüche der einzelnen Entwicklungsperioden bezieht sich nicht auf den Vergleich mit unsern heutigen klimatischen Verhältnissen, sondern nur auf die jeweils vorangegangenen Phasen. Wir sind noch lange nicht in der Lage, die verschiedenen Waldphasen mit unsern gegenwärtigen zu vergleichen, eine eventuelle Wärme-Zu- oder Abnahme lässt sich nur gegenüber der direkt vorausgegangenen Periode diskutieren.

Während der letzten, der Würm-Vereisung, herrschte zweifellos ein kalt-trockenes Klima. An pflanzlichen Funden haben wir nach Braun-Blanquet (1923) die kälte- und trockenheitertragenden Koniferen, die Birke und die Erle. Die Laubhölzer, die zur Interglazialzeit dominierten, fehlen gänzlich mit Ausnahme der anspruchslosen Birke und Erle. Auf den Rückzug der Gletscher folgte wohl anfänglich noch ein rauhes kalt-trockenes Klima, dem die Dryasfunde und das Auftreten von *Betula nana* entsprechen mögen. Es herrschte eine Tundrenflora- und -fauna, wie dies von Nathorst (1892) angenommen wird. Dann folgte der langsame Uebergang zur anfänglich trocken-warmen Postglazialzeit, deren erster Waldbildner die Birke war. Sie war der nächst vorkommende Baum, der sich demzufolge in der Umgebung der sich bildenden Moore und auf den mächtigen

Schuttflächen zuerst einstellen konnte, eine Erscheinung, die wir auf den Schutthalden in den Alpen vielfach verfolgen können. Die frühe Blühfähigkeit und die grosse Flugfähigkeit der Samen begünstigten ihre Ausbreitung gegenüber der sich ebenfalls einstellenden Kiefer. Aus den *Betula*funden allein lässt sich kein bestimmter Schluss hinsichtlich der Natur des früh-postglazialen Klimas ziehen. Da helfen uns die reichen zoologischen Funde, die Mandach (in Braun-Blanquet 1923) untersucht hat. In den paläolithischen Siedlungen des Schaffhauser Beckens, vor allem in der «Bsetzi» bei Thayngen fand er eine Steppenfauna. Wir dürfen wohl annehmen, dass im Früh-Magdalénien gegenüber der der ausklingenden Eiszeit unmittelbar folgenden Periode (Tundrenflora) eine Wärmezunahme erfolgt ist, während die Trockenheit fortgedauert hat. Dies mag den Uebergang von der Tundra zur Steppe bewirkt haben.

Es ist wahrscheinlich, dass in dieser Epoche eine Haupteinwanderung der östlichen Steppenpflanzen in das schweizerische Mittelland erfolgte. Sie haben sich in einzelnen Kolonien, sogenannten «Steppeninseln», erhalten können, so an den Molasse- und Deckenschotterhängen des Thurgaus und im westlichen Bodensee-Gebiet, in Süddeutschland an den trockenen Südhängen der Alb und der erloschenen Hegauvulkane, sowie um den Ueberlingersee herum. Ich erwähne von den Relikten, die sich in unserem Gebiet noch behaupten konnten nur *Cytisus nigricans*, *Potentilla canescens*, *P. micrantha*, *Thesium linophyllum*, *Anemone pulsatilla*.

Die Besiedlung der eisfrei gewordenen Gebiete in Nordeuropa erfolgte ebenfalls durch die Birke und die Kiefer, es ist die subarktische Periode im Blytt-Sernander'schen System. Ob wir aber diese Periode unserer Birkenzeit ohne weiteres gleichsetzen können, dafür haben wir noch keine Anhaltspunkte. Die zahlenmässige Datierung grenzt ganz ans Phantasiehafte, sodass wir unbedingt davon absehen müssen. Die Ansichten über die Dauer des Postglazials in der Schweiz sind sehr verschieden und gründen sich auf den Zuwachs von Fluss-Deltas, die aber eine ganz unzulässige Schätzung ermöglichen.

In der raschen Ausbreitung der Kiefer wirkt sich wohl eine Zunahme der Trockenheit gegenüber der Birkenperiode aus. Die Kiefer finden wir sowohl im kalt-trockenen Klima der Eiszeit wie zur warm-trockenen Postglazialzeit. Wir können also hinsichtlich des

Temperaturverlaufes im Uebergang von der Birken- zur Kiefernzeit und der nachfolgenden Haselphase nichts bestimmtes aussagen. Die Trockenheit dieser Periode scheint dagegen sehr wahrscheinlich. Im vorigen Abschnitt der Vegetationsänderungen haben wir die Einwanderung der xerothermen Elemente unserer Flora in die Kiefernzeit verlegt, zufolge ihres streng begrenzten, isolierten Auftretens in den zentralalpinen Föhrentälern. Mit Berücksichtigung der klimatischen Seite, der Annahme einer etwas ausgesprocheneren Trockenheit gegenüber der vorangegangenen Periode gewinnt diese Ansicht sehr an Boden. Die Einwanderung der xerothermen Arten ins Wallis und in die inneren Alpentäler, sowie des sarmatischen Florenelementes ins Unterengadin wurde durch das Klima der Kiefernzeit begünstigt. Auf Grund der pollenanalytischen Ergebnisse kommt man zum gleichen Resultat wie Braun-Blanquet (1917, S. 28) durch die Betrachtung pflanzengeographischer Erscheinungen: « Das damalige Klima dieser Gebiete (Föhrenbezirk der Zentralalpentäler) war wahrscheinlich etwas kontinentaler, braucht aber nicht wärmer gewesen zu sein als das heutige. »

Die grossartige Ausbreitung der Hasel, die auf die Kiefernzeit folgt, dokumentiert wohl den Höhepunkt der Kontinentalität des Klimas. In den Anfang dieser Haselperiode müssen wir die grösste Entfaltung der wärme- und trockenheitsliebenden Arten unserer Flora setzen. Wir dürfen aber kaum von einer « xerothermen Periode » im Sinne Briquets (1900) sprechen, der eine grössere Wärme gegenüber heute für diese Phase angenommen hat. Eine ganz geringe Zunahme an Trockenheit bewirkt oft schon sehr beträchtliche Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung des betreffenden Gebietes.

Zu der gleichen Auffassung kommt Firbas (1927), der die Verbreitungs-Periode der pontischen Steppenpflanzen in Nordböhmen auch an die Spitze der postglazialen Waldentwicklung stellt. Stark (1925) führt den starken Anstieg der Haselkurve auf kontinentalen Charakter mit bemerkbarem Temperaturanstieg zurück. Reine Haselwälder, wie wir sie aus dem kontinentalen Osten kennen, haben damals auch bei uns bestanden. Für das Erzgebirge erkannten Rudolph-Firbas (1923), dass « die Haselzeit des Erzgebirges mit Wahrscheinlichkeit auf ein postglaziales Temperaturoptimum deutet », da die Haselgrenze damals höher lag. Inwieweit sich nun dieses

Klima der Haselzeit mit der borealen Periode von Skandinavien in Einklang bringen lässt, darüber können wir heute noch nichts sicheres aussagen.

Mit der Einwanderung der Laubbäume (Linde, Ulme, Eiche, Erle) in die Haselwälder und Kiefernforste des Mittellandes, wie der Voralpen und des Jura geht eine Veränderung des Klimas parallel, die wohl auf eine Zunahme der Feuchtigkeit zurückzuführen ist. Mit der maximalen Ausdehnung der Eichenwälder erreicht dann die Wärme ihren Höhepunkt. Ob es aber wärmer war als in der vorausgegangenen trockenen Haselperiode, darüber haben wir keine Anhaltspunkte. Wir können nur annehmen, dass das Klima zur Eichenmischwaldzeit warm und feucht war. Ein Trockenheitsmaximum ist ausgeschlossen, da die Vegetation wie zur Interglazialzeit eine durchaus mesophile Laubwaldgesellschaft ist. Als Zeugen einer wärmeliebenden Vegetation zur Eichenzeit haben wir Samenfunde aus der neolithischen Station Robenhausen, die von Heer (1866) und Neuweiler (1905) bestimmt wurden. Sie fanden folgende bemerkenswerte Pflanzen: *Silene* aff. *cretica* eine mediterrane Art, ein Kulturbegleiter (Unkraut), der der heutigen Schweizerflora fehlt, *Medicago minima* fehlt der dortigen Gegend und kommt erst an den trockenen Hängen, im Xerobrometum von Nord-Zürich vor (mit unter 100 cm jährlicher Niederschlagsmenge), *Prunus Mahaleb*, die Weichselkirsche, die heute nur im trocken-warmen Schaffhauser-Becken und in der Föhnzone am Walensee ihre nächsten natürlichen Standorte hat, *Trapa natans*, die heute der ganzen Nordschweiz fehlt, aber zur Eichenmischwaldzeit massenhaft vorkam, wie die reichen Funde an neolithischen Stationen beweisen. Aehnliche Funde wurden auch im Federseebecken gemacht (siehe Gams-Nordhagen 1923).

Firbas (1926) nennt das Voraneilen der Hasel, Ulme, Linde und Eiche vor der Buche und Tanne den « ariden Einwanderungstypus », der in allen Mooren am Nordrand der Alpen zu verfolgen ist. Da aber andrerseits von « aridem » Klima für Gegenden mit unter 200 mm jährlicher Regenmenge und grösserer Verdunstung als Niederschlagsmenge (nach Wiegner 1926, S. 48) gesprochen wird, so glaube ich, ist dieser Ausdruck zu vermeiden, da er zu stark die Trockenheit betont, die gegenüber der vorangegangenen Kiefernzeit zurückgegangen ist.

Ob wir nun die Eichenmischwaldzeit des Mittellandes, die Fichtenperiode der Voralpen und den Höhepunkt der Tannenzeit im Jura der atlantischen Periode im Blytt-Serander'schen System anreihen können, dafür liegen uns noch nicht genügend sichere Anhaltspunkte vor. Die Station Moosbühl bei Moosseedorf, die den Ausgang der Haselzeit im Pollenspektrum zeigt und von den Archaeologen auf Grund der reichen Silexfunde ins Campignien verlegt wird, gibt uns eine Vergleichungsmöglichkeit. Das Campignien wird den Kjökkenmöddingern in Skandinavien gleichgesetzt, die in den Anfang der atlantischen Periode fallen. Wir haben somit ein Anzeichen, dass die beiden Perioden wohl zeitlich einander entsprechen können, ob aber die gleichen Klimaverhältnisse geherrscht haben, ist noch eine offene Frage.

Sicher ist, dass der Schwemmtorf Neuweilers im Krutzelried nicht subboreal ist, wie Gams-Nordhagen (1923, S. 110) annehmen, und was Firbas (1926, S. 568) bestreitet. Da er in die Zeit der grössten Ausdehnung der Eichenmischwälder fällt, ist er wahrscheinlich frühatlantisch.

Die auf die Eichenzeit einsetzende Ausbreitung der Buche deutet wahrscheinlich auf ein Ungünstigerwerden des Klimas hin, auf eine mögliche Zunahme der Feuchtigkeit. Herrschte zur Eichenmischwaldzeit ein mehr kontinentales Klima, so dürfte zur Buchenzeit mit der beginnenden Einwanderung der Tanne dagegen eine Verschlechterung des Klimas namentlich im Sinne zunehmender Feuchtigkeit einsetzen. In die Eichen-Buchenzeit fällt nach Braun-Blanquet (1923) die Einwanderung des atlantischen Florenelementes. Die Einstrahlung atlantischer Arten nach Mittel- und Süddeutschland und in das Mittelmeergebiet ist durch einen auffallenden Hiatus getrennt, der die Alpen und das schweizerische Mittelland, sowie die schwäbische Hochebene umfasst. Grössere Ausbreitung in der Schweiz haben an Arten atlantischen Ursprungs nach obigem Autor nur *Ilex*, *Tamus*, *Calluna*, *Potentilla sterilis*, *Primula acaulis*, *Lysimachia nemorum*. Im schweizerischen Mittelland waren die klimatischen und edaphischen Bedingungen für die atlantische Einstrahlung wenig günstig. Gams (1924) verlegt die Einwanderung der Eibe in die Eichenmischwaldzeit, wie die der Tanne. Erstere hätte dann somit als Baum mit ozeanischen Ansprüchen in der Buchenzeit ihre grösste

Ausbreitung gehabt. Damit stimmen die Funde Neuweilers aus den spät-neolithischen Stationen gut überein, aus denen er eine beträchtliche Verbreitung der Eibe rekonstruiert hat.

Den Anstieg der Tannenkurve in den Diagrammen und das Wachstum des jüngern Moostorfes in den Moorprofilen können wir wohl als eine Folge zunehmender Feuchtigkeit deuten, die der « postglazialen Klimaverschlechterung » entsprechen mag. Inwieweit aber damit eine Hochwasserkatastrophe verbunden war (vergl. Gams-Nordhagen 1923), die die Pfahlbauer zum Verlassen ihrer Wohnstätten zwang, das entgeht unseren Ergebnissen. Diese «Postglaziale Klimaverschlechterung », die so oft zitiert wird, speziell in urgeschichtlichen Arbeiten (vergl. König 1926), drückt sich in den pollenanalytischen Resultaten nicht so katastrophal aus, als oft angenommen wird. Eine geringe Zunahme der Luftfeuchtigkeit kann schon bedeutende Aenderungen im Waldbild hervorgerufen und kann die Ausbreitung der Buche und Tanne begünstigt haben.

In Skandinavien folgt auf das maritime Klima der atlantischen Zeit die subboreale, trocken-warme Periode. Diese wird nun in Mitteleuropa nach Stark (1925) dem Tannenmaximum, nach Spinner (1925) der grössten Ausbreitung der Buche gleichgesetzt. Von einem subborealen Klima in schwedischem Sinne (also trocken-warm) können wir zweifellos nicht reden, da diese Zeit der Verbreitung feuchtigkeitsliebender Bäume entspricht. Die Zeitzuteilung stimmt indessen mit unserer Chronologie, da diese Periode in die jüngere Steinzeit und den Uebergang zur Bronzezeit fällt, der Klimacharakter scheint nicht der gleiche gewesen zu sein.

An das Ende der Bronzezeit wurde bis jetzt allgemein eine katastrophale Klimaverschlechterung gesetzt mit starken Niederschlägen, Anstieg der Alpenrandseen, Wachstum der Moore, Bildung neuer Seen, es ist der Beginn der subatlantischen Zeit im Blytt-Sernanderschen System nach Gams-Nordhagen (1923). Wäre nun eine solche wirklich vorhanden gewesen, hätte eine plötzliche Aenderung stattgefunden, so müssten sich deren Spuren sicher auch im Pollenspektrum erhalten haben, was aber nirgends der Fall ist. Eine maximale Ausbreitung der Fichte, die einen solchen Temperaturumschwung andeuten könnte, ist keineswegs vorhanden, im Gegenteil, die Fichte beginnt sich in der subatlantischen Zeit erst langsam aus-

zubreiten. Wie weit der Mensch bei dieser Ausbreitung die Hand im Spiel hat, lässt sich nicht genau ermessen.

Die skandinavische Eisenzeit fällt in die subatlantische Periode von Blytt-Sernander, in der Schweiz fällt die Eisenzeit mit der Ausbreitung der Fichte in den Buchen-Tannenwäldern zusammen. Stark (1924, 1925) setzt die Buchen-Tannen-Fichten-Periode, Bertsch (1926) die ältere Hallstattzeit, Spinner (1925) die Ausbreitung der Fichte der nordischen subatlantischen Klimaperiode gleich. Auch hier sehen wir, dass die Zeitzuteilung wohl gerechtfertigt ist, dass aber von einer generellen Uebereinstimmung des Klimas in verschiedenen Gebieten nicht gesprochen werden kann. Für eine Zunahme der Trockenheit in neuerer Zeit gegenüber der zunehmenden Feuchtigkeit im nordischen Subatlantikum sprechen folgende pflanzengeographische Tatsachen:

Wir konstatieren nach Braun-Blanquet (1923) ein deutliches Zurückweichen der atlantischen Arten an ihrer östlichen Verbreitungsgrenze. Für die Schweiz erwähnt derselbe an atlantischen Arten, die heute zu den seltensten Schweizerpflanzen gehören: *Anarrhinum bellidifolium*, am Ende des 18. Jahrhunderts noch an zahlreichen Stellen gesammelt, heute nur noch an einer einzigen Fundstelle bekannt, *Pilularia globulifera*, von einer einzigen Stelle im Berner Jura bekannt, *Sarothamnus scoparius*, der auf der Nordseite der Alpen zur Seltenheit geworden ist, *Digitalis purpurea*, nur noch auf französischem Gebiet im Jura, bei uns als Gartenflüchtling. Der gleiche Rückgang des atlantischen Florenelementes ist auch aus Deutschland bekannt. Wir können diese Erscheinung auf klimatische Ursachen zurückführen. Seit der maximalen Ausbreitung der Buche und der Tanne nimmt die Feuchtigkeit ab, während die Trockenheit bis heute im Zunehmen begriffen ist. Diese Ansicht wird noch durch zwei Beobachtungen gestärkt, die wir in den Pollendiagrammen machen können. Die frostempfindliche Tanne ist im Zurückgehen begriffen, was wir allerdings nur in den Untersuchungen verfolgen können, in denen das ungestörte, vollständige Moorprofil erhalten war. Die Buche ist ebenfalls im Abnehmen, wobei aber die menschlichen Einflüsse nicht ausser Acht zu lassen sind, die auch ihren Anteil an der Erscheinung haben.

Diese Tatsachen stehen nun allerdings im Widerspruch mit der Annahme einer allgemeinen Klimaverschlechterung am Ende der Bronzezeit, sie stützen aber die folgenden floristischen Beobachtungen, deren Ursachen wohl auch klimatischer Natur sind. Braun-Blanquet (1913) hat auf das allgemein zu verfolgende Aufwärtswandern von Blütenpflanzen in die nivale Stufe aufmerksam gemacht. Er konnte durch die Aufzeichnungen verschiedener Botaniker eine Bereicherung der Gipfelfluren in den letzten Jahrhunderten nachgewiesen werden, die heute noch andauert. Er schreibt S. 331: « Wenn irgendwo, so müsste eine (heutige) Verschlechterung des Klimas und damit der Vegetationsbedingungen wohl zuerst an den äussersten Grenzen der Vegetation, in der Nivalstufe, bemerkbar werden. Wie wir indes gesehen, hat manche Art ihre äusserste klimatische Grenze noch nicht erreicht, und bei vielen Arten besteht sogar eine deutliche Neigung, ihr Areal nach oben auszudehnen. Diese Tatsachen sind mit einer Klimaverschlechterung in historischer Zeit im Sinne des Kälterwerdens nicht vereinbar. »

Eine andere Erscheinung ist das erneute Vordringen gegen Norden gewisser Compositen, Leguminosen, Gramineen mediterranen Ursprungs. Auch sind die sarmatischen und mediterranen Arten heute in steter Ausbreitung begriffen, wie die Untersuchungen von Christ, Nægeli, Braun-Blanquet, Kelhofer, u. a. gezeigt haben. In den Pollenspektren konstatieren wir die Ausbreitung der Fichte. Im Mittelland ist diese nicht so ausgeprägt, da die obersten Schichten der Moorprofile meist vernichtet sind. In den Voralpen und im Jura dagegen ist der Anstieg der Picea-Kurve sehr deutlich. Dieser ist zwar, wie schon erwähnt wurde, sehr wohl auch dem menschlichen Einfluss zuzuschreiben, soweit es die Moore des Mittellandes betrifft. In den Voralpenmooren dagegen dürfte die Ursache klimatischer Natur sein. Wir finden die grösste Ausbreitung der Fichte einerseits in der durch Trockenheit ausgezeichneten Fichten-Tannen-Periode der Voralpen und des Jura und andererseits in den rezenten Pollenspektren. Darin ist, wie es deutlich scheint, auch die wachsende Trockenheit angedeutet, die wir durch die obigen pflanzengeographischen Tatsachen zu stützen versucht haben.

Die Ursachen der einzelnen Perioden der postglazialen Waldgeschichte wurden schon auf Sukzessionen zurückgeführt. Auf die Lichtarten: die Kiefer und die Komponenten des Eichenmischwaldes

(Linde, Eiche, Ulme) folgten die Schattenarten: Buche und Tanne, das ist durchwegs zu konstatieren, dass aber nun Sukzession die einzelnen Phasen bewirkt haben konnte, dagegen spricht der schöne Synchronismus in allen untersuchten Mooren. Es gab sicher klimatische Unterschiede in den einzelnen Phasen, inwieweit diese aber von den heutigen klimatischen Bedingungen verschieden waren, das entgeht noch unsern bisherigen Ergebnissen.

Literatur-Verzeichnis.

Assarson och Granlund 1924, En method för pollenanalyse av minerogener jordarter. Geolog. För. Förhandl. Bd. 16.

Bertsch, K. 1924, Untersuchungen im Reichermoos. Jahreshefte Ver. f. vaterl. Naturkunde Württemberg.

— — 1925, Die Vegetation Oberschwabens zur Zeit der Schussenrieder Renntierjäger. Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geolog. Ver. Jahrg. 1925.

— — 1925, Brunnenholzried. Veröff. Staatl. Stelle f. Naturschutz b. Württemberg. Landesamt f. Denkmalpflege, H. 2.

— — 1925, Ein untergegangener Fichtenwald im württemberg. Allgäu. Ebenda, H. 2.

— — 1926, Pollenanalytische Untersuchungen an einem Moor der Schwäbischen Alb. Ebenda, H. 3.

— — 1926, Pollenanalytische Untersuchungen in Oberschwaben. Mikrokosmos 19. Jahrg. H. 7

— — 1926, Diluvial- und Alluvialflora aus Oberschwaben. Fundber. aus Schwaben. Neue Folge III.

— — 1926, Die Pflanzenreste aus der Kulturschicht der neolith. Siedlung Riedschachen bei Schussenried. Ver. f. Gesch. des Bodensees u. Umgeb. H. 54.

— — 1927, Die Obstreste aus den Alamannengräbern von Oberflacht. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XLV, H. 1.

Bosch, R. 1924, Ueber das Moordorf Riesi am Hallwilersee. Anzeiger f. Schweiz. Altertumskunde, H. 2.

Braun, J. 1913, Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rhaetisch-Lepontinischen Alpen. Neue Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. XLVIII.

— *-Blanquet, J.* 1916, Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, insbesondere Graubündens in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1916, II. Teil.

— — — 1917, Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens. Viertelj. Zürich LXII.

— — — 1923, L'origine et le développement des Flores dans le massif Central de France. Paris-Zurich.

— — — 1923a, Ueber die Genesis der Alpenflora. Verh. Naturf. Ges. Basel, Bd. XXXV. (Christ-Festband.)

Briquet, J. 1900, Les colonies végétales xérothermiques des Alpes lémaniennes. Bull. de la Soc. Murithienne XXVIII, Sion.

Brockmann-Jerosch, H. 1910, Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn. Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1909.

— — — 1926, Die Geschichte der Schweizerischen Alpenflora in Schröter: Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl. Zürich.

Brutschi, 1925, Naturwissenschaftliches vom Hallwilersee. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. Heft 17.

Bülow, K. 1925, Moorkunde. Sammlung Göschen Nr. 916.

Dokturowsky und *Kudrjaschow*, 1923, Schlüssel zur Bestimmung der Baumpollen im Torf. Mitt. d. wissensch.-experiment. Torfinst. Moskau (russisch), übersetzt v. S. Ruoff im Geolog. Archiv, Bd. III 1924.

Düggeli, M. 1903, Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Viertelj. Zürich XLVIII.

Erdtman, G. 1921, Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südschweden. Archiv f. Botanik Bd. 17.
— — 1923, Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien in Torf und Sedimenten. Ebenda Bd. 18.
— — 1927, Literature on Pollen-statistics published before 1927. Geol. Fören. Förhandl. 1927.
Firbas, F. 1923, Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. Lotos Bd. 71. Prag.
Früh, J. und *Schröter, C.* 1904, Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser. Liefer. III.
Gams, H. 1924, Aus der Geschichte der Flora und Fauna am Bodensee. Ver. f. Gesch. des Bodensees u. Umgeb. H. 53.
— — und *Nordhagen, R.* 1923, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Landeskundl. Forschg., hrsg. v. d. Geogr. Ges. München, H. 25.
Geyer, 1909, Unsere Land- und Süsswassermollusken. 2. Aufl. Stuttgart.
Gummel, H. 1923, Der Pfahlbau Moosseedorf. Diss. Hannover.
Gutzwiller, A. 1895, Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel. Verh. Naturforsch. Ges. Basel, Bd. X.
Härry, H. 1925, Naturwissenschaftliches vom Hallwilersee. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. Heft 17.
Heierli, J. 1901, Urgeschichte der Schweiz. Zürich.
Heer, O. 1866, Die Pflanzen der Pfahlbauten. Neujahrsbl. Naturf. Ges. Zürich LXVIII.
Keller, P. 1926, Pollenanalytische Untersuchungen an einigen thurgauischen Mooren. Mitt. Thurg. Naturf. Ges. Heft 26.
— *K.* und *Reinerth, H.* 1925, Urgeschichte des Thurgaus. Frauenfeld.
König, F. 1924, Joh. Uhlmann, gew. Arzt in Münchenbuchsee. Mitt. Naturf. Ges. Bern, Heft VI.
— — 1926, Die Siedlungen im Moosseegebiet seit der Urzeit. Ebenda.
Lilpop, J und *Szafer, W.* 1922, Contributions à la connaissance de la flore et du climat de l'époque diluvienne en Pologne. Bull. Service Geol. de Pologne, Vol. I.
Maurer, J., Billwiller R., Hess C., Das Klima der Schweiz. Frauenfeld 1909.
Messikommer, J. 1913, Die Pfahlbauten von Robenhausen. Zürich.
Nathorst, A. G. 1914, Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen und einige darauf besonders für Mitteldeutschland gezogene Schlussfolgerungen. Geol. Fören. XXXVI.
Nussbaum, F. 1924, Ueber die geologische Beschaffenheit der Silexfundstätte Moosbühl bei Moosseedorf. Mitt. Naturf. Ges. Bern, H. VI.
Neuweiler, E. 1901, Beiträge zur Kenntnis schweiz. Torfmoore. Viertelj. Zürich XLVI.
— — 1910, Die prähistorische Pflanzenwelt Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der schweizer. Funde. Ebenda XV.
— — 1919, Die Pflanzenreste aus den Pfahlbauten am Alpenquai in Zürich und von Wollishofen, sowie einer interglazialen Torfprobe von Niederweningen. Ebenda LXIV.
— — 1924, Die Pflanzenwelt der jüngern Stein- und Bronzezeit der Schweiz. Mitt. Antiqu. Ges. Zürich, Bd. XXIV, Heft 4.
— — 1924, Pflanzenreste aus den Pfahlbauten des ehem. Wauwilersees. Mitt. Naturf. Ges. Luzern, Bd. IX.
— — 1925, Ueber Hölzer in prähistorischen Fundstellen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich (Festschrift Schröter).
— — 1925a, Pflanzenreste aus den Pfahlbauten vom Hausersee, Greifensee und Zürichsee. Viertelj. Zürich LXX.

Olufsen, 1925, Anleitung z. Studium fossiler Pollenkörner. I. Mikrokosmos Bd. XVIII, Heft 9.
— — 1925, Anleitung z. Studium fossiler Pollenkörner. II. Ebenda, H. 11.
Penck, A. und *Brückner, E.* 1910, Die Alpen im Eiszeitalter.
Post, L. v. 1910, Das genet. System der organogenen Bildungen Schwedens. Comité internat. de Pédologie. IV. Commission N° 22.
— — 1926, Einige Aufgaben der regionalen Moorforschung. Sveriges Geol. Undersökn. C 337.
Rudolph, K. 1917, Untersuchungen über den Aufbau böhmischer Moore. Abhdlg. der K. K. zoolog.-botan. Ges. Wien, Bd. IX. Heft 4.
— — 1926, Pollenanalytische Untersuchungen im thermophilen Florengebiet Böhmens: Der Kommernersee bei Brüx. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XLIV, Heft 4.
— — und *Firbas, F.* 1923, Pollenanalytische Untersuchungen böhm. Moore. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XL. Heft 10.
— — — — — 1924, Die Hochmoore des Erzgebirges. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XVI. Abt. II, Heft 1/2.
— — — — — 1926, Pollenanalytische Untersuchungen subalpiner Moore des Riesengebirges. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XLIV.
— — — — — 1927, Die Moore des Riesengebirges. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XLIII, Abtlg. II, Heft 2/3.
Sarasin, F. 1918, Die steinzeitlichen Stationen des Birstales zwischen Basel und Delsberg. Neue Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. LIV.
Scherer, P. Em. 1924, Die neolithischen Pfahlbauten im Gebiete des ehemaligen Wauwilersees. Mitt. Naturf. Ges. Luzern, Bd. IX.
Schröter, C. 1883, Die Flora der Eiszeit. Neujahrsbl. Zürch. Naturf. Ges.
— — 1926, Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl.
Stark, P. 1912, Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna Badens. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. XIX.
— — 1924, Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Schwarzwaldhochmooren. Zeitschr. f. Botanik, 16. Jahrg.
— — 1925, Der gegenwärtige Stand der pollenanalytischen Forschung. Ebenda, 17. Jahrg.
— — 1925, Die Moore des badischen Bodenseegebietes, I. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. XXIV.
Spinner, H. 1925, Analyse pollinique de la tourbe de deux marais de la Vallée de la Brévine. Soc. Neuchât. sc. nat. tome L.
Weber, C. A. v. 1914, Die Mammutflora von Borna. Abhdlg. Naturw. Ver. Bremen, Bd. XXIII.
— — — 1926, Grenzhorizont und Klimaschwankungen. Ebenda, Bd. XXVI.
Waldvogel, T. 1900, Das Lautikerried und der Lützelsee. Viertelj. Zürich XLV.
Wegelin, H. 1924, Das Mooswangerried. Mtt. Thurg. Naturf. Ges. Heft 25.
Wiegner, G. 1926, Boden und Bodenbildung. 2. Aufl. Steinkopff, Dresden-Leipzig.