

Pollenanalytische Untersuchungen an einigen thurgauischen Mooren

Autor(en): **Keller, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **26 (1926)**

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594066>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Pollenanalytische Untersuchungen an einigen thurgauischen Mooren.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von Paul Keller, Zürich.

Die pollenanalytische Untersuchung der Torfmoore hat in den letzten Jahren einen ganz ungeahnten Aufschwung erfahren und heute haben wir schon Resultate aus fast allen Teilen Europas. Es ist daher angezeigt, daß auch an dieser Stelle einmal kurz auf diese Methode eingetreten wird. In Form einer „vorläufigen Mitteilung“ möchte ich an einigen Resultaten die Aufgaben und Ziele dieser Spezialforschung zeigen, um alle die, welchen die neueste Literatur nicht gut zugänglich ist, mit dem Wesen der Methode und ihren Anwendungen bekannt zu machen.

Die Methode der quantitativen Pollenanalyse, nach ihrem Begründer und Förderer L. v. Post (Stockholm) nunmehr kurz die „Post'sche Methode“ genannt, verfolgt den Zweck, durch statistische Zählung der Pollenkörner im Torf das jeder Profilstufe zugehörige Waldbild zu rekonstruieren. Es ist schon lange bekannt, daß sich im Torf oft reichlich Pollenkörner vorfinden. Zu richtigen Schlüssen bei Beachtung dieser Funde gelangt man aber erst auf Grund des Mengenverhältnisses der Pollenarten. Da diese sehr gleichmäßig über die Moore verteilt und sehr gut konserviert worden sind, so erhalten wir ein klares Bild der Waldgeschichte während der Torfbildung.

Methode.

Die Untersuchung zerfällt in die Feldarbeit und in die mikroskopische Analyse der Torfproben. Jede dieser Arbeitsmethoden ist schon von verschiedenen Seiten eingehend beschrieben worden, so daß ich diesen Teil sehr kurz fassen kann.

10741
125637

Ich verweise auf die vorzüglichen Arbeiten von Erdtman (1921), Stark (1925) und Rudolph-Firbas (1924).

Die Probenentnahme auf dem Moore wurde mit Hilfe eines schwedischen Torfbohrers (Hillers Modell) vorgenommen. Dieses Instrument besteht aus einer 30 cm langen Bohrerkanne und acht Verlängerungen von je 1 m. Man ist damit in der Lage, bis aus 8 m Tiefe Proben herausholen zu können. Die Bohrerkanne kann geschlossen werden, so daß man absolut saubere und in ihrer Tiefe genau bestimmte Proben hat, wenn die Kanne erst in der Tiefe, aus der man Proben wünscht, geöffnet wird. Diese werden in der Regel von jedem halben Meter entnommen, je nach der Mächtigkeit der einzelnen Torfschichten. Bei Schichtwechsel und auf dem Grund der Moore, wo die Torfbildung sehr langsam stattfand, entnimmt man mehr Proben. Die Probenserien werden natürlich an Stellen gesammelt, wo noch ein vollständiges, nicht durch Torfabbau zerstörtes Profil vorhanden ist. Die Proben werden sorgfältig in Glasröhrchen eingeschlossen, die an beiden Enden mit Korkpfropfen versehen sind und fortlaufende Nummern tragen.

Die Präparate für die mikroskopische Untersuchung werden auf folgende Weise angefertigt, die uns Erdtman (1921) angibt: Man entnimmt der zu untersuchenden Probe zirka 1 cm³, legt den Torf auf einen Objektträger und gibt einige Tropfen 10 % KOH dazu. Die Behandlung mit KOH hat den Zweck, die pflanzlichen Reste aufzuhellen und die vorhandenen Pollenkörner aufzuquellen. Ueber einer Stichflamme kocht man bis alles Wasser verdampft ist. Nun gibt man einige Tropfen Glyzerin dazu und deckt mit einem Deckglas zu. Durch einiges Zerreiben erreicht man eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Präparates.¹

Hat man Seekreideproben (Gyttja) zur Präparation, so ist diese einfacher: Man gibt einige Tropfen konzentrische HCl

¹ Bei genauer Handhabung der Methode nach Erdtman ist man auch noch in der Lage, die sogenannte Pollendichte oder Pollenfrequenz (PF) anzugeben, d. h. die Zahl der Pollenkörner pro Präparat, in meinen Untersuchungen war das 15/18 mm, die mein Kreutztisch durchfuhr. Man könnte versucht sein, aus der Pollendichte bestimmte Schlüsse auf die Dichtigkeit der Bewaldung zu ziehen, was aber sicher nicht zulässig ist, da die Sedimentation nicht durchwegs die gleiche und gleich schnelle war.

zu der Probe, um den Kalk zu lösen, wodurch zugleich eine beträchtliche Konzentration des Pollens erreicht wird. Um ein heftiges Aufschäumen zu verhindern, durchtränkt man vor der Behandlung die Probe mit etwas Alkohol.

Die Präparate sind nun fertig zur Abzählung und werden mittelst Kreutzisch bei zirka 500facher Vergrößerung durchgezählt. Wie viele Pollen soll man zählen, um die prozentuale Zusammensetzung der Pollenflora einer Probe zuverlässig bestimmen zu können? Versuche von v. Post und Erdtman in Schweden, sowie solche von Rudolph-Firbas im Erzgebirge haben gezeigt, daß es genügt bis 100 Pollenkörner zu zählen. Meist schon etwas früher stellen sich ziemlich konstante Prozentverhältnisse ein, bis auf kleine Schwankungen meist unter 5 %, die man nicht vermeiden kann. Die Grenze der Zählung wird nach dem schwedischen Vorbilde auf 150 erhöht, um auch die sporadisch auftretenden Pollenarten mit in die Zählung hereinzubekommen.

Die absoluten Zählungsergebnisse werden in Prozente umgerechnet, die man nun graphisch darstellt. Auf einer Ordinate werden die Proben im Verhältnis ihres Abstandes von der Oberfläche, ihrer Tiefenlage, abgetragen und auf der jeder Probe zugehörigen Abszisse die Prozentwerte der einzelnen Pollenarten. Diese bilden das sogenannte „Pollenspektrum“ der Probe. Es werden dann die Prozentzahlen jeder gleichen Pollenart miteinander verbunden, wodurch sich für jede Art Pollenkurven ergeben, die uns den schwankenden Anteil der betreffenden Art an der gesamten Pollenmenge anzeigen. Das System dieser Pollenkurven oder das Pollendiagramm des Moores gibt uns dann ein übersichtliches Bild von den Veränderungen in der Zusammensetzung des Pollenniederschlages der betreffenden Gegend, nicht nur des Moores allein, während der Moorbildung. Die Kurven zeigen uns die relativen Veränderungen im Mengenverhältnis an, nicht direkt die Änderungen der absoluten Menge der Waldbäume.

Zur übersichtlichen Vergleichung werden die einzelnen Kurven mit konventionellen Zeichen angeführt, wodurch das Lesen der Diagramme sehr erleichtert wird. Man hat auch bestimmte Farben für die einzelnen Pollenkurven vorgeschlagen, was aber für eine Reproduktion zufolge der hohen Kosten unmöglich ist. Die Zeichen nach L. v. Post sind die folgenden:

— × —	Abies (karmin).
— ○ —	Betula (hellgrün).
— ● —	Pinus (blau).
— △ —	Picea (dunkelgrün).
— ▲ —	Fagus (gelb).
— □ —	Alnus (Zinnober).
— ■ —	Eichenmischwald (sepia) {
	Ulmus.
	Quercus.
	Tilia.
— ■ —	Corylus (schwarz).

Die Prozente von Ulmus + Quercus + Tilia werden zum sogenannten Eichenmischwald vereinigt.

Gegen die Richtigkeit dieser Methode und die Genauigkeit der gewonnenen Resultate sind verschiedene Bedenken erhoben worden. Es hat sich aber gezeigt, daß diese Zweifel nur theoretischen Ueberlegungen entstammen; in allen Fällen zeigten die praktischen Erfahrungen, daß wir hier ein nach allen Seiten ausgereiftes Forschungsmittel haben. Ich verweise auf die ausführliche Behandlung der möglichen Fehlerquellen der Pollenanalyse bei Stark (1925) und Rudolph-Firbas (1924). Nur ganz vereinzelt auftretende Pollenkörner geben zu einigen Bedenken Anlaß und müssen stets mit großer Vorsicht zu weiteren Schlüssen verwendet werden. Eine ungleiche Verteilung des Pollenniederschlages auf dem Moor, eine verschiedene Schwimmfähigkeit der Pollenkörner oder ein lokaler Einfluß durch moorbewohnende Bäume, oder eine Trübung der Resultate durch ferntransportierten Pollen konnte nicht nachgewiesen werden. Hinsichtlich der Erhaltungsfähigkeit des Blütenstaubes ist zu sagen, daß sich die entscheidenden Waldbäume durch einen geradezu unverwüstlichen Pollen auszeichnen. Derjenige der Esche, der Eibe und der Pappel ist dagegen nicht erhaltungsfähig und kann von der Pollenanalyse nicht erfaßt werden.

Erdtman (1921) und Rudolph-Firbas (1924) haben eine weitgehende Prüfung dieser Arbeitsweise vorgenommen, indem sie die Resultate der Analysen von Oberflächenproben mit dem rezenten Waldbild verglichen und eine gute Uebereinstimmung fanden.

Auf eine Beschreibung der Pollenarten kann ich hier nicht eintreten. Es sind in letzter Zeit eine Reihe guter Abbildungs-

werke von Pollenkörnern erschienen; ich verweise auf Erdtman (1923), Rudolph-Firbas (1924), Dokturowsky-Kudrjaschow (1923). Die beste Einführung in die Pollendiagnostik ist die Anfertigung von Vergleichspräparaten rezenter Pollenkörner.

Untersuchungsergebnisse.

1. Mooswangerried bei Sirnach. 568 m.

Das Moorwangerried erstreckt sich östlich von Anwil bei Sirnach über den westlichen Teil des Trockentales von Littenheid. Die Flora des Gebietes ist von Wegelin (1924) eingehend beschrieben worden, ebenso die Torfnutzung; ich verweise auf diese Angaben. Heute ist die Torfausbeutung wieder eingestellt, nur die beiden riesigen Aushubflächen erinnern noch daran, welche beträchtlichen Torfmengen in den Nachkriegsjahren auf maschinellern Wege dem Ried entnommen worden sind. Doch gibt es auch heute noch genügend unberührte Stellen für eine Profilaufnahme. An einer solchen Stelle, zirka 200 m von den sogenannten Stöcklihalde entfernt und ungefähr in der Mitte des Riedes gelegen, wurde die Probenserie entnommen. Herr Fabrikant Aebli hatte die Freundlichkeit, mich bei meinem Besuch im Oktober 1925 an diese Stelle zu führen.

Die Schichtfolge war: 0— 25 cm subrezenter Torf (Abraum);
25—185 cm Caricestorf;
185—240 cm Moostorf;
240—270 cm Lebertorf;
270—510 cm Seekreide;
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. Diese Schicht (Schneckengyttja) enthält sehr viele gebleichte Schneckenschalen. Die von Wegelin angeführten Molluskenarten (siehe dort) konnte ich nur bestätigen; neue Arten habe ich nicht gefunden. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich neben den im Zählprotokoll 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. Hier finden sich reichliche Wurzelfasern und Pustelradizellen von Cyperaceen, einige Sphagnumsporen, Pollen von *Typha latifolia* und von *Nuphar luteum*, der gelben Seerose. Ebenso finden sich noch vereinzelte Desmidiaceenhälften, die ich nicht näher 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, sowie Pollen von *Nuphar luteum* und *Myrophyllum spicatum*. Charakteristisch ist der große Holzgehalt der untern Schichten. Er nimmt gegen das nordwestliche Ufer noch bedeutend zu. Anfangs des letzten Jahrhunderts soll der „Müsberg“ ins Rutschen geraten sein, und die mächtigen Stämme stammen wahrscheinlich von diesem Rutsch her, wobei die Bäume im weichen Torf versunken sind.

e. Caricestorf. In dieser Schicht 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 pflanzlichen Reste noch auf die Zusammensetzung der Pollenflora, da hier die menschlichen Eingriffe eine große Rolle spielen und kein einwandfreies Resultat zu erwarten ist.

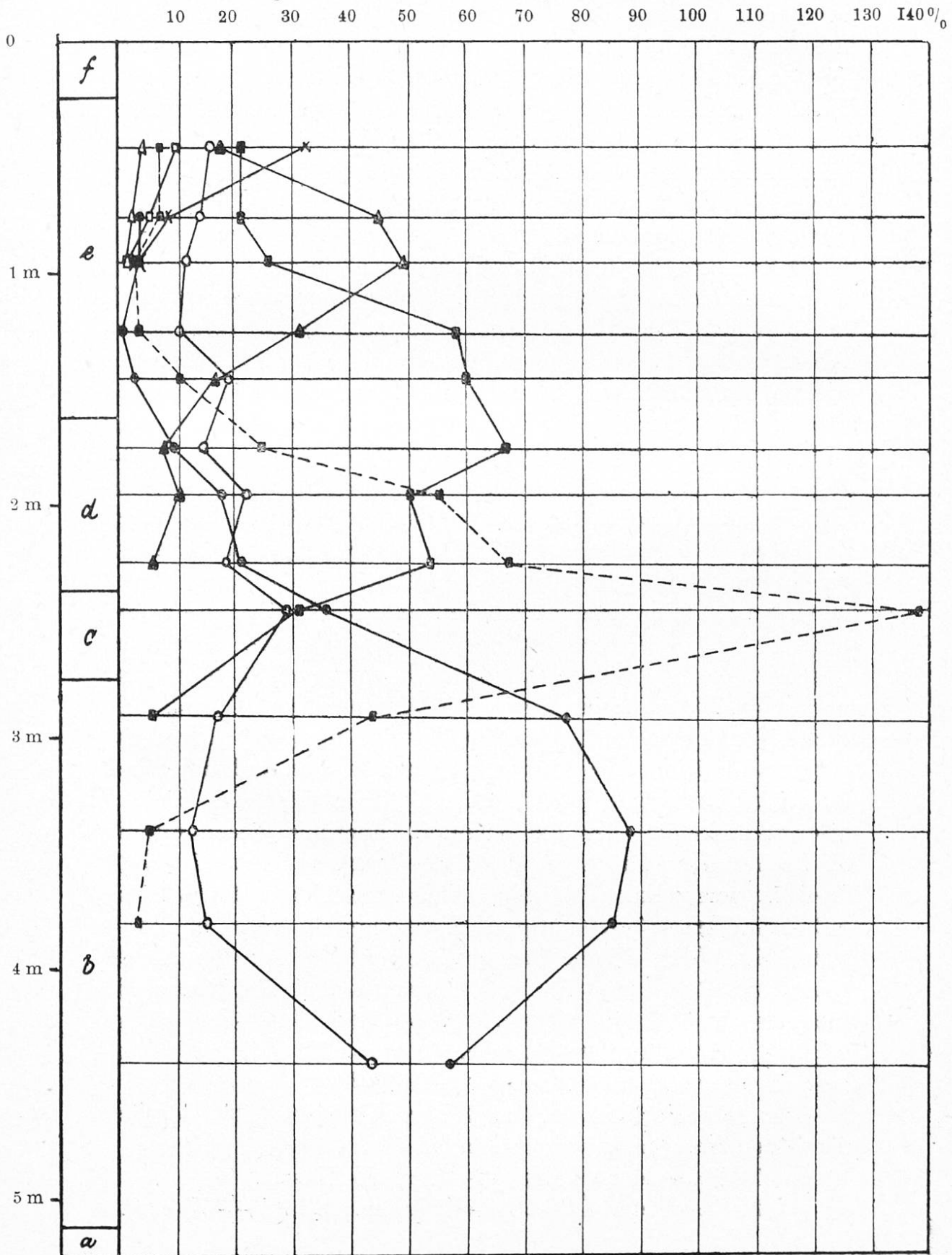
Das Ergebnis der mikroskopischen Durchsicht der 13 Torfproben hinsichtlich des prozentualen Anteiles der verschiedenen Waldbäume am Gesamtpollenniederschlag gibt das umstehende Zählprotokoll wieder. Aus den Prozentwerten ist das Pollendiagramm konstruiert worden, das uns die Entwicklung des Waldbildes in allen Phasen deutlich zeigt.

Die unterste Probe enthält nur Kiefern- und Birkenpollen. Wir sehen sehr deutlich, daß letzterer sehr nahe an den Gehalt des ersteren heranreicht. Dieser schöne Anstieg der Birkenkurve in ihrem untersten Verlauf deutet noch das Birkenmaximum an, das vor Einsetzen der Moorbildung geherrscht

Zählprotokoll vom Mooswangerried.

Nr.	Tiefe	Picea	Abies	Fagus	Ulmus	Quercus	Tilia	Alnus	Pinus	Betula	PF	Total	Corylus	Salix
	cm	%	%	%	%	%	%	%	%	%			%	%
1	45	4	29	17	18	12	13	4	4	4	15	16	7	5
2	75	2	7	38	45	11	13	4	5	3	13	14	6	7
3	95	3	5	63	49	21	17	3	3	4	14	11	5	4
4	125	—	—	38	31	39	32	—	—	1	13	10	5	2
5	145	—	1	21	17	48	37	—	—	4	24	19	13	9
6	175	1	—	8	8	46	44	—	—	9	15	15	26	12
7	195	—	—	11	10	31	29	—	—	20	24	22	60	13
8	225	—	—	5	6	24	32	—	—	16	14	19	51	10
9	245	—	—	1	1	15	27	—	—	21	36	29	80	—
10	290	—	—	—	—	6	4	—	—	124	77	17	70	3
11	340	—	—	—	—	—	—	—	—	189	88	12	12	—
12	380	—	—	—	—	—	—	—	—	114	85	15	6	—
13	440	—	—	—	—	—	—	—	—	76	57	43	—	—

Pollendiagramm vom Mooswangerried bei Sirnach.



haben muß und das in andern Untersuchungen noch scharf ausgeprägt ist. In den folgenden Proben hat die Föhre die unbedingte Vorherrschaft; wir notieren ein äußerst deutliches Kiefernmaximum mit 88 % Pinus. In dieser Probe ist die Hasel erstmals erschienen und zeigt einen sehr rapiden Anstieg ihrer Kurve. Dieser Anteil an Pollen im Gesamtniederschlag wird getrennt berechnet. Die Pollensumme von Abies, Picea, Fagus, Ulmus, Quercus, Tilia, Alnus, Pinus und Betula als sogenannte Waldbaumpollensumme macht 100 % aus, während der Pollen von Corylus und Salix als vom Unterholz gesondert auf diese Summe bezogen wird. Daher kommt es, daß wir im folgenden Haselwerte von über 100 % zu verzeichnen haben, sobald nämlich mehr Haselpollen gezählt wird, als aller Waldbaumpollen zusammen. Der Kieferngehalt geht zurück, die Hasel zeigt ein ausgesprochenes Maximum mit 138 %, bei einem übrigen Pollenspektrum von 36 % Pinus, 29 % Betula, 31 % Eichenmischwald. Letzterer ist neu erschienen und verzeichnet stets zunehmenden Anteil. So rasch die Hasel gestiegen ist, so rapid geht ihr Anteil wieder zurück; wir haben eine symmetrische Haselkurve mit einem überhebenden Kulminationspunkt. Nun ändert sich die Zusammensetzung der Pollenflora in der Weise, daß der Eichenmischwald die größten Prozentwerte zu verzeichnen hat und in Probe 175 cm notieren wir sein Maximum mit 67 %. Die Buche ist neu erschienen; ihr Anteil steigt langsam, aber stetig, während die Kiefernwerte immer kleiner werden und diejenigen der Birke ziemlich gleich bleiben. Auf Kosten des Eichenmischwaldes steigt der Buchenanteil, überholt diesen und in der Probe 95 cm haben wir das Buchenmaximum mit 49 % Fagus zu verzeichnen, bei 26 % Eichenmischwald, 11 % Birke und 4 % Hasel; die übrigen Komponenten siehe im Zählprotokoll. Während der Buchenvorherrschaft kommen Alnus, Abies und Picea neu in die Zählung, wobei die Tanne die Buche noch überholt. Damit schließt die Untersuchung ab und das oberste Tannen-Buchenspektrum zeigt uns den Uebergang in unser heutiges, rezentes Waldbild.

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

1. Phase der Kiefer (+ Birke + Hasel).
2. Phase der Hasel (+ Eichenmischwald + Kiefer).

3. Phase des Eichenmischwaldes (+ Buche).
4. Phase der Buche.
5. Phase der Tanne und Buche.

2. Buhwiler Torfried. 480 m.

In der Mulde zwischen dem Wertbühler Hügel und dem südlich ansteigenden Nollen (732 m) zieht sich von Metzgersbuhwil bis gegen Mettlen ein Talmoor. Seine Länge beträgt zirka 1 km und seine größte Breite 210 m. Die Torfausbeutung ist fast vollständig erloschen, doch erinnern sich alle hier ansässigen Leute an eine reiche, auch von den Bewohnern der umliegenden Ortschaften betriebene Torfausbeutung. Die Oberfläche ist kaum mehr erhalten und typischer Moorboden findet sich nur noch auf einer ganz kleinen Fläche. Der größte Teil des Riedes ist melioriert und zu fruchtbarem Acker- und Weideland umgewandelt worden.

Der innere Aufbau des Moores ergab sich bei den Bohrungen im September 1925 als folgender:

- 0— 15 cm Abraum.
- 15—175 cm Caricestorf, zum Teil sehr holzreich.
- 175—190 cm Caricestorf, aber stark tonig.
- 190—230 cm Eriophorumtorf.
- 230—260 cm Moostorf mit Holzresten, stark tonig.
- 260—390 cm Moostorf.
- 390—470 cm Seekreide.
- 470 cm Lehm mit Sand.

a. Lehm. Diese Schicht war sehr sandig und das Bohren daher mühsam, so daß die Mächtigkeit des Lehms nicht erforscht wurde, da dieser sehr arm an Pollen ist.

b. Seekreide. In dieser breiigen Masse von gelblich grauer Farbe fanden sich verschiedene Molluskenschalen. Die Bestimmung nach Geyer ergab die gleichen Arten wie in den Seekreideablagerungen vom Mooswangerried und von Sulgen, nämlich: *Valvata alpestris* Küst., sehr häufig.

Valvata cristata Müller.

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-Eriophorumtorf enthält sehr zahlreiche Fragmente dieser Arten. In den untern Schichten ist die Torfart stark humifiziert, so daß die einzelnen Bestandteile kaum mehr zu erkennen sind, außer den selten fehlenden Cyperaceen-Pusteln.

d. Eriophorumtorf. Hier überwiegen die Reste des scheidigen Wollgrases. Eine Chara-Oospore konnte nicht näher bestimmt werden. Diese Torfart wird eingerahmt durch zwei tonige Schichten, die durch das ganze Querprofil des Moores zu verfolgen sind. Sehr wahrscheinlich sind diese beiden lehmigen Horizonte durch eine lokale Einschwemmung oder Ueberflutung entstanden. Es ist also diesen Schichten nur eine lokale Bedeutung beizumessen, ebenso dem ansehnlichen Holzgehalt, der noch im Eriophorumtorf wahrzunehmen ist.

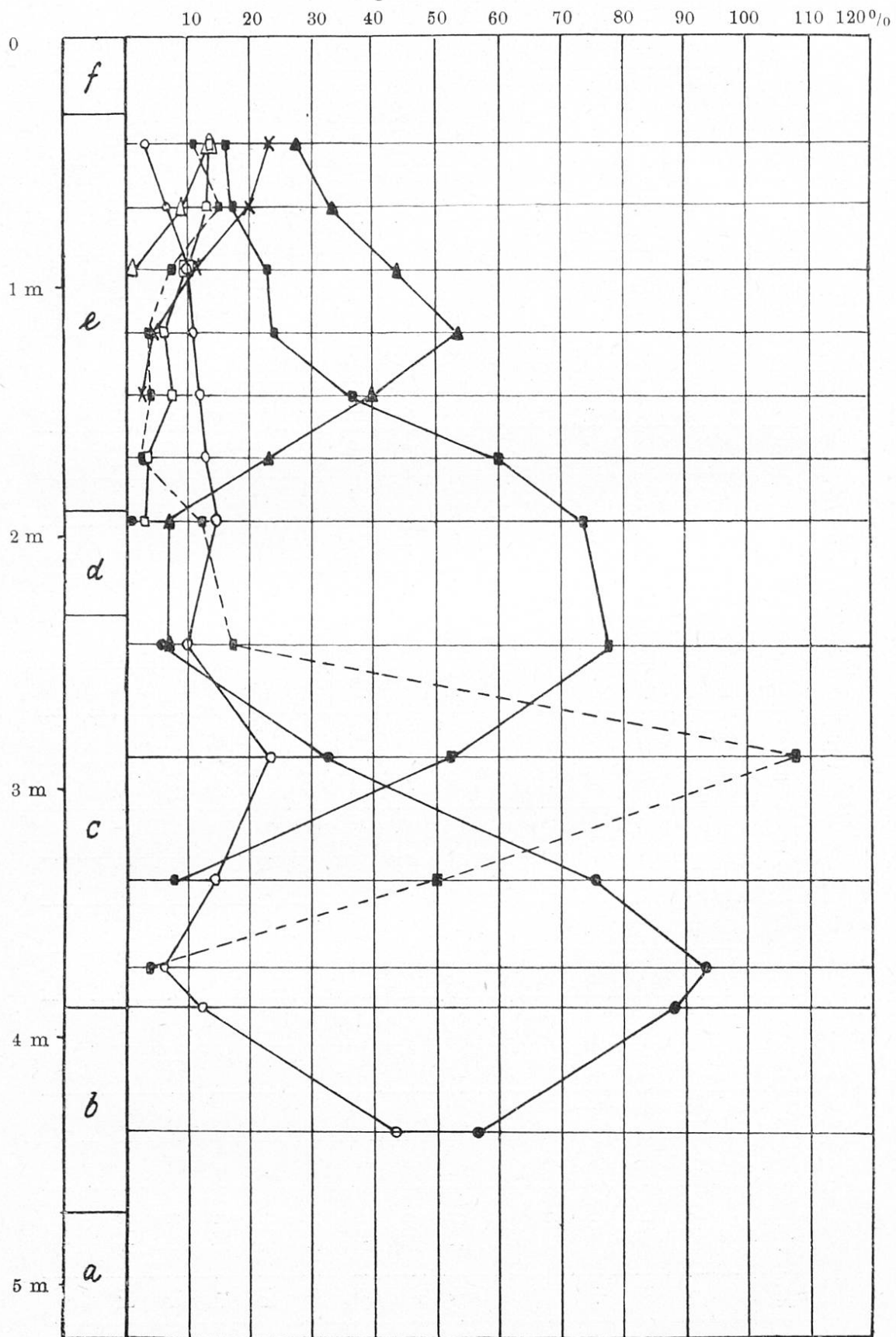
e. Caricestorf. Im Anschluß an die tonige Schicht (15 cm) findet sich auch hier noch ein beträchtlicher Holzgehalt, der aber in den obern Schichten verschwindet. Als Funde sind zu verzeichnen: Pollentetraden von Ericaceen, Pollen von Typha und Cyperaceenresten.

f. Abraum. Diese Schicht ist nicht untersucht worden.

Betrachten wir nun die Resultate der pollenanalytischen Untersuchung der Proben, die im Zählprotokoll enthalten sind und woraus das Pollendiagramm konstruiert wurde, das uns die periodischen Schwankungen im Wald übersichtlich zeigt.

Die unterste untersuchte Probe aus 440 cm zeigt uns noch deutlich, wie sich der Birkenanteil demjenigen der Tanne nähert. Dann folgt die ausgesprochene Kieferndominanz mit 88 %, 93 % und 76 % Pinus. Die Hasel zeigt mit 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 Kiefernkurve und dem stetig ansteigenden Eichenmischwald. Letzterer erreicht bald sein Maximum. Die Vorherrschaft des Eichenmischwaldes ist lange sehr ausgeprägt, mit 77 %, 74 % und 60 % führt die Pollensumme von Linde, Ulme und Eiche. Neu erscheinen in dieser Periode 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

Pollendiagramm von Buhwil.



fehlt in diesem Diagramm, da in den obersten Schichten schon ein zu großer Einfluß des Menschen sich geltend macht. Wir sehen nur noch die Abnahme der Buchenkurve und ein ihr entsprechendes deutliches Steigen der Tannen- und Fichtenkurven, wodurch wieder der Uebergang in das rezente Waldbild angedeutet ist.

Die gefundenen Einwanderungsfolgen der einzelnen Waldbäume und ihre Perioden sind hier sehr schön zu erkennen und lassen sich in folgende Phasen gliedern:

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

3. Pfahlbau Niederwil bei Frauenfeld.

In der Senkung eines niedrigen Hügelzuges liegt rechts der Straße von Niederwil nach Straß bei Frauenfeld der sogenannte „Egelsee“, der aber heute völlig verlandet ist. Dieses kleine Moor ist berühmt in der urgeschichtlichen Forschung des Kantons Thurgau, da sich hier eine reiche Fundstätte einer steinzeitlichen Siedelung findet (siehe Keller-Reinerth, 1925). Anderseits ist das Moor auch bekannt geworden durch die Funde, die in dem geschichteten Lehm gemacht wurden. Schröter erwähnt in seiner „Flora der Eiszeit“ das Vorkommen der Zwergbirke (*Betula nana*), einer alpinen Weide (*S. reticulata*) und der Silberwurz (*Dryas octopetala*), also eine Flora analog der in den Glazialtonen des Krutzelriedes (Kanton Zürich).

Da genau datierte Schichten äußerst wichtig sind für die Deutung der waldgeschichtlichen Entwicklung und solche uns nur an urgeschichtlichen Fundstellen zugänglich sind, so sammelte ich auch in diesem Moore einige Proben. Herr Keller-Tarnuzzer hatte die Freundlichkeit, mich dorthin zu begleiten, was für mich von großem Nutzen war; denn er als bester Kenner der archäologischen Fundstellen unseres Kantons konnte mir den günstigsten Ort für die Profilaufnahme und gleichzeitige Probenentnahme am besten angeben. Etwa 5 m vom Drainierungsgraben und zirka 50 m von dessen Ausfluß am Südende des Moores, im Bereiche der neolithischen Station, aber an einer noch unberührten Stelle, erschloß sich folgendes Profil:

- 0— 35 cm Abraum.
- 35— 40 cm erste steinzeitliche Kulturschicht mit zahlreichen verkohlten Holzresten.
- 40— 45 cm Lehm.
- 45—180 cm Caricestorf, zum Teil sehr holzreich.
- 180—195 cm zweite steinzeitliche Kulturschicht.
- 195—230 cm Eriophorumtorf, etwas sandig.
- 230—245 cm dritte steinzeitliche Kulturschicht.
- 245—470 cm Lebertorf.
- 470 cm Lehm.

a. Lehm.

b. Lebertorf. Die unterste Schicht des Lebertorfes wurde von Fröh als Dopplerit erwähnt und beschrieben. Doch bestreitet Neuweiler, der das Moor genau untersuchte, die Richtigkeit dieser Angabe und führt alles als Lebertorf an. Die Proben sind sehr pollenreich; wir notieren Pollendichten von 1500, 1100 usw. Außer den Waldbaumpollen finden sich nur ganz vereinzelt Fossilien, so Fragmente des scheidigen Wollgrases, die eingeschwemmt sein dürften, Pusteln von Cyperaceen, Typha- und Ericaceenpollen neben ganz spärlichen Equisetumsporen. Reich ist dagegen die Diatomaceenflora, die ich aber nicht näher bestimmen konnte als eine *Navicula spec.*

c. Kulturschicht. In dieser auf deutlich lehmigem Lebertorfauf ruhenden Schicht finden sich deutlich verkohlte Holzreste.

d. Eriophorumtorf. Diese 35 cm mächtige Torfart ist erfüllt von zahlreichen Resten des Wollgrases, sowie noch einzelnen Moosresten und Tychapollen. Die Proben sind sandig, was auf eine Ueberschwemmung der untersten Kulturschicht hindeuten könnte, die dadurch verlassen werden mußte und verbrannt wurde.

e. Kulturschicht mit verkohlten Holzresten.

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

g. Kulturschicht. Die oberste auf 5 cm mächtigem Lehmauf ruhende Fundschicht zeigt wieder deutlich verkohlte Holzreste, sowie einige Topfscherben. Da sie sich in nur 35 cm

Tiefe vorfindet, sind schon sehr viele Reste von Töpfereien, Gewebe, Werkzeuge, Samen und dergleichen ausgegraben worden, die heute viele Museen zieren.

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 diesen Torf als Brennstoff angewiesen, so daß eine reiche Torfnutzung einsetzte. Das Fehlen der oberflächlichen Schichten wirkt sich im Pollendiagramm deutlich aus.

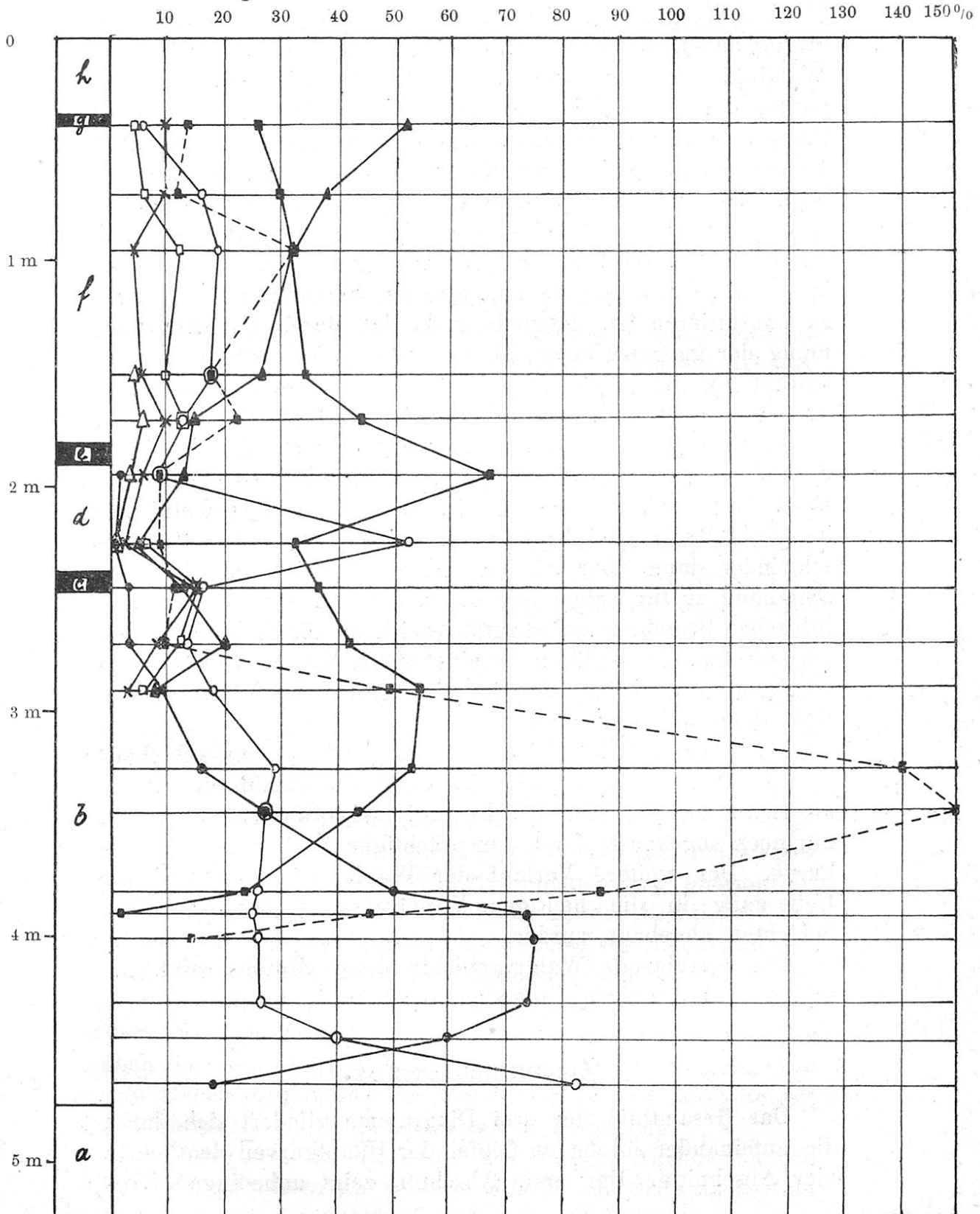
Wenden wir uns nun zu den pollenanalytischen Befunden, die im Zählprotokoll aufgezeichnet und im Pollendiagramm graphisch dargestellt sind. Wir erkennen dabei als Gang der Waldentwicklung den folgenden:

Bei der Moorbildung herrschte eine sehr artenarme Flora des Waldes vor: nur *Betula* und *Pinus*. Das Verhältnis läßt eine deutliche Birkenzeit erkennen mit 82 % *Betula* gegenüber 18 % *Pinus*. Welche Birkenpezies dabei die Vorherrschaft gehabt hat, das läßt sich auf Grund der Pollenuntersuchungen nicht einwandfrei feststellen, da es noch nicht gelungen ist, deutliche morphologische Unterschiede der Pollenkörner der einzelnen Birkenarten zu erkennen und Unterscheidungen nach der Größe sind zufolge der großen Schwankungen unzuverlässig. Der Kieferngehalt ist nun im Steigen begriffen, während dementsprechend die Birkenprozente abnehmen, so daß in den folgenden Proben einem Kiefernanteil von 74 %, 75 % und 73 % ein solcher der Birke von 26 %, 25 % bzw. 27 % gegenübersteht, 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, während die Kiefernwerte abnehmen. Neu erscheinen die Komponenten des Eichenmischwaldes: Ulme, Eiche und Linde. In die Lücke zwischen die abfallende Kiefernkurve und den Anstieg der Eichenmischwaldkurve fällt die überhebende Kulmination der Haselkurve. Wir haben eine deutlich begrenzte, scharf ausgeprägte Haselzeit, mit einem Maximum von 150 % *Corylus*. An die Stelle der Hasel tritt nun führend der Eichenmischwald, der jetzt lange, mit einer kleinen Unterbrechung der Birke, die Vorherrschaft hat. In diese Zeit des Eichenmischwaldes fallen die beiden

Zählprotokoll vom Pfahlbau Niederwil bei Frauenfeld.

Nr.	Tiefe cm	Picea	Abies	Fagus	Ulmus	Quercus	Tilia	Alnus	Pinus	Betula	PF	Total	Corylus	Salix
		0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0			0/0	0/0
1	40	—	9	46	15	9	—	5	—	6	—	90	12	13
2	70	—	10	38	20	8	3	6	—	15	—	100	12	12
3	95	—	4	29	19	12	—	12	—	18	—	92	30	32
4	150	6	7	30	20	15	3	10	—	20	—	111	20	18
5	170	6	10	16	22	9	9	12	—	12	—	94	21	22
6	190	3	6	12	36	26	7	—	2	10	—	102	10	9
7	225	1	4	6	30	10	2	8	2	67	—	130	11	9
8	245	—	16	13	19	13	6	16	3	17	—	103	12	12
9	270	—	14	30	30	20	12	20	6	22	—	154	16	10
10	290	—	5	9	18	25	20	7	10	20	—	115	56	49
11	325	—	—	1	20	10	11	1	12	22	—	76	106	140
12	345	—	—	—	8	25	10	—	27	26	—	96	144	150
13	380	—	—	—	8	24	2	—	70	36	—	145	125	87
14	390	—	—	—	2	1	2	—	143	43	—	191	90	46
15	400	—	—	—	—	—	—	—	149	49	—	198	27	13
16	430	—	—	—	—	—	—	—	227	78	—	305	2	1
17	445	—	—	—	—	—	—	—	141	93	—	234	—	—
18	465	—	—	—	—	—	—	—	23	131	—	152	—	—

Pollendiagramm des Pfahlbaues Niederwil bei Frauenfeld.



untern Kulturschichten. Die Untersuchung der Funde durch die Archäologen hat ergeben, daß wir hier eine neolithische Station haben und das mit Hilfe der Pollenanalyse rekonstruierte Waldbild erhält dadurch seine genaue Datierung. Die Annahme, daß während der Steinzeit der Eichenwald geherrscht hat, findet hier ihre Bestätigung. Zwischen der zweiten und dritten Kulturschicht, die durch sandigen Eriophorumtorf getrennt sind, macht sich ein kleines Birkenmaximum geltend. Ueber dessen Ursache kann man im Zweifel sein. Möglich wäre, daß die erste Ansiedelung durch Brand zerstört wurde und die Birke wieder der erste waldbildende Baum war, eine Erscheinung, die allgemein zu konstatieren ist. Möglich auch, daß durch Ueberschwemmung der ganzen Umgegend die erste Station zerstört wurde, worauf der starke Sandgehalt der Zwischenschicht hindeutet und daß dann die Birke wieder den ersten Waldgürtel bildete.

In der Folgezeit übernimmt dann der Eichenmischwald wieder die Führung. Neu zu verzeichnen ist während dieser Periode das Erscheinen der Tanne und der Fichte. Die letztere erscheint hier im Waldbild in drei Proben mit 3 %, 6 % und 5 %, verschwindet dann aber wieder. Ob wir es hier mit einer Erscheinung zu tun haben, die schon auf den Einfluß der neolithischen Bewohner zurückzuführen ist, die die Fichte künstlich verbreiteten, das bleibt noch eine offene Frage. Dieselbe Erscheinung konnte ich auch im Diagramm des Pfahlbaues von Robenhausen konstatieren.

In die ausklingende Eichenzeit und die beginnende Buchenperiode fällt die dritte steinzeitliche Kulturschicht, die direkt auf Lehm aufruht. Die Buchenzeit ist in unserm Diagramm nur noch angedeutet durch den prächtigen Anstieg der Buchenkurve. Der weitere Verlauf der Waldentwicklung und ihr Uebergang in die heutigen Verhältnisse fehlen, da diese Schichten abgebaut wurden.

Die postglaziale Waldgeschichte dieses Moores reiht sich schön an die vorigen Untersuchungen an.

Zusammenfassung.

Das Gesamtbild der drei Diagramme gliedert sich durch die aufeinander folgenden Gipfel der Hauptkurven deutlich in vier Abschnitte. Der erste Abschnitt zeigt unbedingtes Vor-

herrschen der Birke, das aber nur im Diagramm von Niederwil zu erkennen ist. In den beiden andern Mooren hat die Bildung etwas später eingesetzt. Der Anstieg der Birkenkurve in den basalen Schichten deutet diesen Abschnitt in den andern Mooren noch an. Dann folgt der zweite Abschnitt mit einer überwiegenden Dominanz der Kiefer. Neben dem Pinuspollen erscheint noch solcher von *Betula* und *Corylus*. Diese Waldarmut ist durchgehend in allen bis jetzt untersuchten Schweizer Mooren zu beobachten, hierin liegt noch ein Ausklingen des glazialen Klimas. Als bald zeigt sich übereinstimmend ein steiler Anstieg der Haselkurve, der zu einem bedeutenden Haselmaximum führt, das immer knapp beim Schnittpunkt der Kiefern- mit der Eichenmischwaldkurve liegt. Diese deutlich ausgeprägte Haselzeit ist bis jetzt überall nachgewiesen worden, in Schweden, England, in den süddeutschen Mooren wie in Böhmen, in den Ostalpen und in den schweizerischen Voralpenmooren. Es beginnt nun mehr oder weniger rasch der Anstieg des Eichenmischwaldes, der den vierten Abschnitt ausmacht. Während dieser Zeit erscheinen die Erle, die Buche, die Fichte und die Tanne. In diese Periode fallen die Kulturschichten der neolithischen Station Niederwil und geben uns einen ersten Anhaltspunkt zu einer Chronologie des Postglazials auf Grund der Einwanderung der Waldbäume. Der Buchenpollen nimmt dann rasch zu und erhält sein ausgesprochenes Maximum; wir haben als fünften Abschnitt die Buchenzeit. Die Verhältnisse von dieser Periode an sind nicht mehr so einheitlich, es beginnt ein Wettbewerb zwischen der Buche, der Tanne und der Fichte; man nennt daher diese letzte Phase der Waldentwicklung die Tannen-Buchenzeit, die uns den Uebergang in die gegenwärtige Waldzusammensetzung übermittelt.

Die anfangs erwähnten Bedenken an der Richtigkeit der Methode der Pollenanalyse beziehungsweise des rekonstruierten Waldbildes erweisen sich als unbegründet; denn sonst könnten nicht Moore mit verschiedenem Entwicklungsgang genau dieselben Verhältnisse im Diagramm aufweisen. Die Fehlerquellen trüben nur den Vergleich der kleinen Schwankungen. Die große Uebereinstimmung der Ergebnisse ist der beste Beweis der Richtigkeit der pollenanalytischen Forschung.

Der Vergleich der Resultate aus unseren Nachbarländern mit den Ergebnissen an weitem Mooren des schweizerischen

Mittellandes und der Voralpen muß einer spätern Arbeit vorbehalten werden. Ebenfalls muß die Diskussion der Frage der Klimaschwankungen als Ursache der Waldperioden in postglazialer Zeit auf später verspart werden. Heute steht einzig die gleiche Einwanderungsfolge der Waldbäume sicher fest. Viele andere Probleme warten noch ihrer Erklärung, wenn mehr Untersuchungen vorliegen. Es steht nur zu hoffen, daß durch diese erste Arbeit das Netz der Untersuchungen auch in unserm Land ausgedehnt werde, damit das Bild der postglazialen Waldgeschichte sich immer mehr vervollständige.

Benutzte Literatur:

- Dokturowsky und Kudrjaschow 1923: Schlüssel zur Bestimmung der Baumpollen im Torf (russisch), übersetzt von S. Ruoff im Geologischen Archiv, Band III, 1924.
- Erdtman 1921: Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südschweden. Arkiv für Botanik, Band 17, Nr. 10.
- 1923: Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien im Torf und Sedimenten. Arkiv für Botanik, Band 18, Nr. 14.
- Früh und Schröter 1904: Die Moore der Schweiz.
- Keller-Reinerth: Urgeschichte des Thurgaus. Frauenfeld 1925.
- Neuweiler 1901: Beiträge zur Kenntnis schweizerischer Torfmoore. Viertelj. Zürich XLVI.
- Rudolph-Firbas 1924: Die Hochmoore des Erzgebirges. Beitr. z. Botan. Centralblatt, Band 41. Abt. II, Heft 1 2.
- Stark 1925: Der gegenwärtige Stand der pollenanalytischen Forschung. Zeitschrift für Botanik. 17. Jahrgang.
- Wegelin 1924: Das Mooswangerried. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Heft 25.
-