

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)  
**Band:** 17 (1940)

**Artikel:** Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses und ihre Verknüpfung mit den vorgeschichtlichen Siedlungen  
**Autor:** Härri, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-307432>

#### 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:** 18.01.2026

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

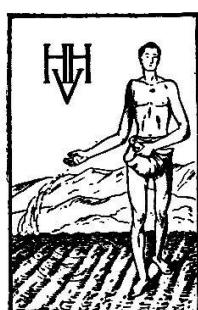
**Veröffentlichungen  
des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich**  
**17. Heft**

---

**Stratigraphie  
und Waldgeschichte des  
Wauwilermooses**

**und ihre Verknüpfung mit den  
vorgeschichtlichen Siedlungen**

**H. HÄRRI, Seengen**



**VERLAG HANS HUBER BERN  
1940**

Alle Rechte vorbehalten

Copyright by Verlag Hans Huber, Bern 1940

In der Schweiz gedruckt — Imprimé en Suisse — Printed in Switzerland

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort . . . . .	5
Geologische und archäologische Orientierung . . . . .	7
Untersuchungsmethode . . . . .	10
Stratigraphie . . . . .	12
Wald- und Klimageschichte . . . . .	30
I. Waldfreie Zeit . . . . .	30
II. Verbreitung der einzelnen Baumarten in der Waldzeit	35
Birke ( <i>Betula</i> ) . . . . .	35
Föhre ( <i>Pinus</i> ) . . . . .	57
Hasel ( <i>Corylus</i> ) . . . . .	58
Eiche ( <i>Quercus</i> ), Ulme ( <i>Ulmus</i> ), Linde ( <i>Tilia</i> ) . . . . .	59
Buche ( <i>Fagus</i> ) . . . . .	61
Tanne ( <i>Abies</i> ) . . . . .	65
Erle ( <i>Alnus</i> ) . . . . .	66
Fichte ( <i>Picea</i> ) . . . . .	67
Weißbuche ( <i>Carpinus</i> ) . . . . .	69
Durchschnittsdiagramm . . . . .	71
Pollendiagramme der mesolithischen Siedlungen . . . . .	74
Pollendiagramme der neolithischen Siedlungen . . . . .	80
Funde aus nachneolithischer Zeit . . . . .	90
Uferlinienkarte . . . . .	91
Zusammenfassung . . . . .	97
Literaturverzeichnis . . . . .	103



## Vorwort

Auf Veranlassung der Prähistorischen Kommission der Naturforschenden Gesellschaft Luzern wurden im Jahre 1932 unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Hans Reinerth, Berlin (damals in Tübingen), im Wauwilermoos an allen bis jetzt bekannt gewordenen vorgeschichtlichen Siedlungsplätzen gründliche Sondierungsarbeiten durchgeführt. Einmal sollten die Siedlungsareale eindeutig festgestellt werden, sodann auch die Lage der Steinzeitdörfer bezüglich der Uferlinie des ehemaligen Sees. Hand in Hand damit ging eine systematische Erforschung des ganzen Moorgebietes nach eventuellen weiteren prähistorischen Wohnplätzen. Im Anschluß an diese orientierenden Vorarbeiten fand dann im Jahre 1933 die Ausgrabung von Egolzwil 2 statt. Hier war der Erhaltungszustand der Kulturschicht, insbesondere der Holzkonstruktionen, noch am besten.

Die pollanalytischen Arbeiten für das ganze Untersuchungsgebiet wurden dem Unterzeichneten übertragen. Ursprünglich war beabsichtigt, deren Ergebnisse in Verbindung mit den archäologischen, anthropologischen und zoologischen Befunden gemeinsam zu veröffentlichen. Es zeigte sich dann aber bald, daß der Umfang meiner Arbeit trotz möglichst kurzer Formulierung und strenger Stoffauswahl den mir zur Verfügung gestellten Raum wesentlich überschreiten würde. Es stellten sich rein botanische Probleme zur Diskussion, die im Rahmen eines Gesamtwerkes, das doch in erster Linie für den Prähistoriker bestimmt war, nicht wohl untergebracht werden konnten, die aber anderseits für den Botaniker von Interesse sein dürften. Als einfachste Lösung erschien mir eine separate Publikation meiner Untersuchungen. Daß eine solche möglich war, verdanke ich dem Entgegenkommen des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel in Zürich und dessen Direktor, Herrn Dr. Werner Lüdi, der mich zudem durch Hinweise auf einschlägige Literatur und wertvolle Ratschläge und Anregungen verschiedenster Art unterstützte. Mehrere notwendig gewordene Ergänzungs- und Nachuntersuchungen konnten im Laufe des Winters 1938/39 im genannten Institut ausgeführt werden.

Zu großem Dank bin ich ferner Herrn Prof. Dr. Hans Reinehr verpflichtet. Er hat die pollenanalytische Bearbeitung des Wauwilermooses in sein Arbeitsprogramm aufgenommen und mir während der Feldarbeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden. Er war besonders auch für gute Aufschlüsse in den Siedlungen und für die notwendigen Vermessungsarbeiten bemüht und hat mir zudem für die schwere Bohrarbeit immer einen oder zwei Arbeiter zur Verfügung gestellt. Bei der Entnahme der vielen Profile unterstützten mich abwechselungsweise Herr Prof. Dr. H. Gamma, Luzern, der mehrere Tage lang mitarbeitete, zeitweise die Bohrarbeiten leitete und zudem noch die Profile 6, 13 und 35 analysierte, ferner folgende, damals Studierende der Universität Tübingen: Herr G. Herrmann, der die Bohrungen zur Feststellung der Mächtigkeit der Mergelschicht (siehe Längsprofile) leitete und mir die Proben der Profile von Egolzwil 3 und Punkt 13 besorgte, sodann besonders auch Herr und Frau Dr. Riehth und Herr Bennecke. Sie alle haben sich rasch in die Bohrtechnik eingearbeitet und mir recht wertvolle Dienste geleistet. Fräulein Dr. Gerta Schneider, Berlin, hat meine Arbeit während der Grabung in verschiedener Hinsicht ebenfalls unterstützt und mir später von Deutschland aus ergänzende Mitteilungen namentlich über die mesolithischen Siedlungen zukommen lassen.

Der Prähistorischen Kommission der Naturforschenden Gesellschaft Luzern und deren Präsidenten, Herrn Dr. h. c. W. Amrein, verdanke ich einen Kredit für Anschaffung von Präparatengläschen zur Aufbewahrung von Feinschlammproben. Herr A. Graf (†), Schötz, beschaffte mir verschiedenes Probenmaterial und stratigraphische Mitteilungen speziell über Egolzwil 3. Herr Sekundarlehrer W. Höhn, Zürich, bestimmte die Reste von Oligochaeten, Chironomiden, Trichopteren und Hydracarinen und Herr Dr. Ch. Meylan, Ste. Croix, diejenigen von Moosen. Herr A. Zünd, Kantonsgeometer, Luzern, stellte mir Planmaterial zur Verfügung. Mein Kollege, Herr Dr. R. Bosch, unterzog sich der Durchsicht der Korrekturbogen. Auch diesen Herren allen danke ich für ihre wertvolle Unterstützung.

Seengen, Januar 1940.

H. Härry.

## Geologische und archäologische Orientierung.

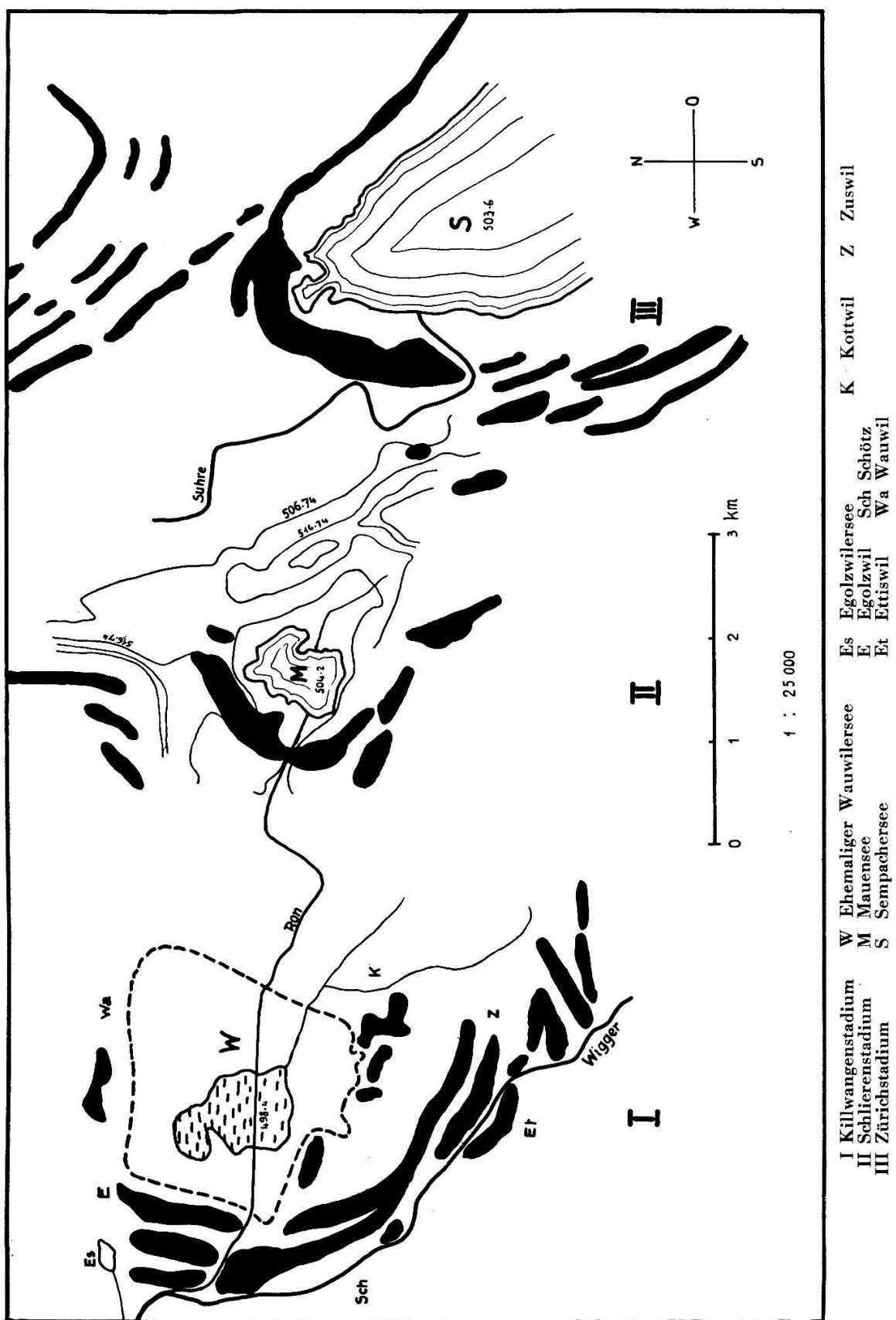
Während der letzten Eiszeit bildete die westliche Flanke des Reußgletschers nordwestlich des Sempachersees drei mächtige Eiszungen, von denen die längste sich durch das Suhrental, die zwei andern durch kleine Seitentäler des Wiggertales schoben. Zur Zeit der größten Ausdehnung reichten sie bis Staffelbach, bzw. bis Dagmersellen und Schötz und schufen an diesen Orten Quer- und Seitenmoränen, die die Täler abriegelten. In weit ausholendem Bogen und in typischer Form zieht sich eine solche Moräne über Ettiswil, östlich an Schötz vorbei und stößt bei Egolzwil an den Südhang des Wauwilerberges. Sie besteht aus einem doppelten und dreifachen Walle, der sich im Westen bis zu 20 Meter und im Süden sogar bis zu 35 Meter über die heutige Mooroberfläche erhebt. Diese liegt auf einer durchschnittlichen Höhe von ca. 499 m ü. M. (Abb. 1, S. 8, und Abb. 2\*).

Hinter diesem mächtigen Walle sammelten sich die Schmelzwasser der zurückweichenden Gletscherzung; es entstand der Wauwilersee, ein flaches, wannenförmiges Becken, dessen maximale Tiefe zur Zeit des Gletscherrückganges höchstens 15 Meter betragen haben dürfte.

Ein zweites, kleineres Becken, der Egolzwilersee, ist zwischen Ausläufern der Endmoränenwälle eingeschlossen und weist nach Kaufmann (1872) eine Tiefe von 25 Fuß = ca. 8 Meter auf.

Nur die allernächste Umgebung des Wauwilermooses besteht aus reinen Glazialbildungen. So zieht sich ein Gürtel von Schottern und Moränen von Mauensee über Kottwil, Ettiswil, Schötz, Egolzwil über den Sandenberg ins Buchsertal hinüber. Im Westen und Süden erreicht er eine Breite von ungefähr 2 km. Im Süden weisen die Höhen von Kottwil bis hinüber in die Nähe des Entlebuchs ziemlich viel Glazialbildungen auf, zwischen denen aber auf größeren Flächen die Molasse zutage tritt. Einzig die Rückzugsstraße des Reußgletschers gegen Osten bis an den Sempachersee weist reine Glazialbildungen auf. Das übrige große Hinterland im Süden, Westen und Norden besteht aus Tertiär; denn diese Gebiete lagen außerhalb der letzten Vereisung.

\* Alle Höhenangaben beziehen sich auf den neuen Horizont Pierre de Niton = 373,60 m. Reduktion gegenüber dem alten Horizont = 3,26 m.



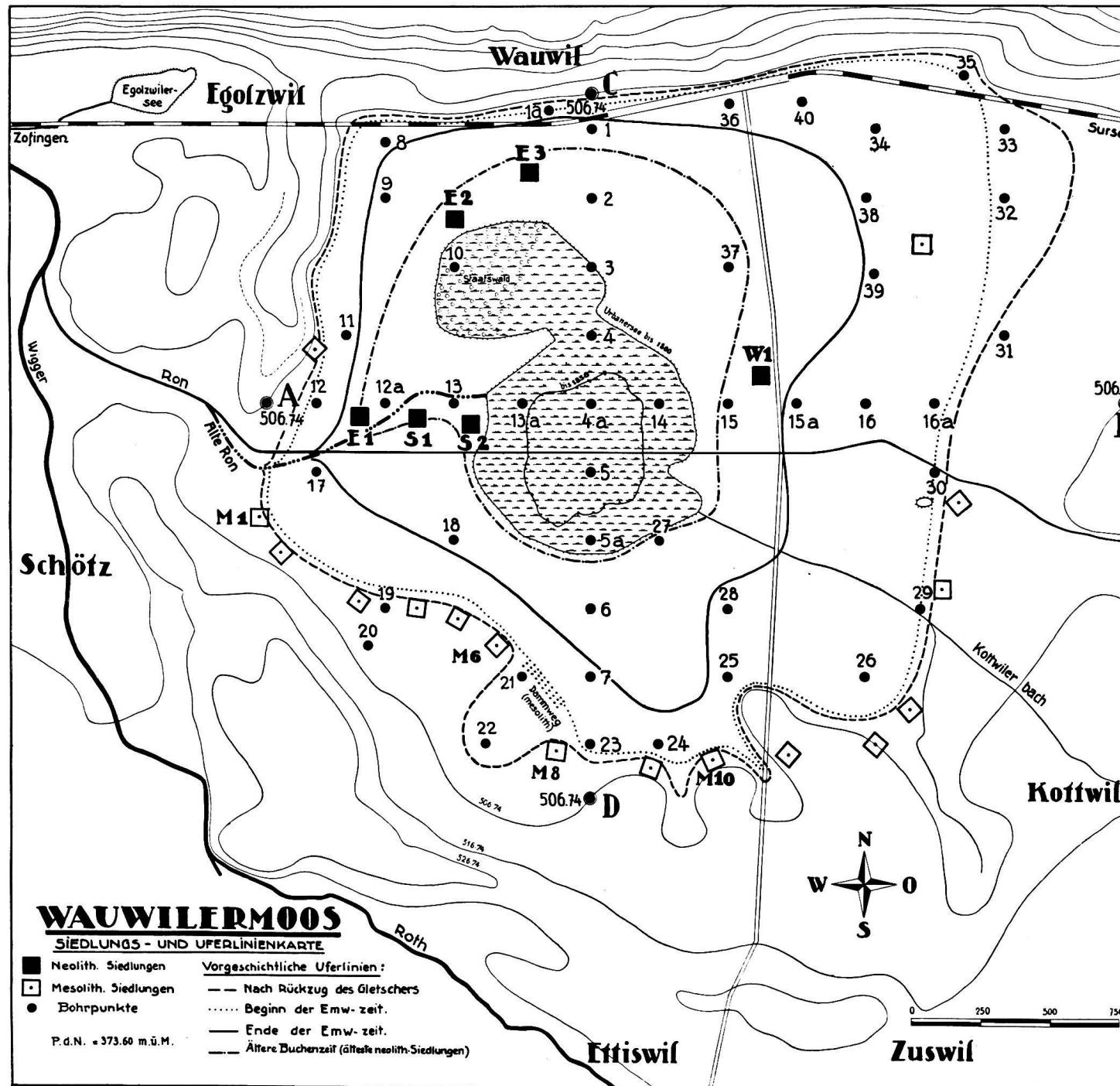


Abb. 2.

Jahrtausende waren seit dem Rückzug des Gletschers verflossen, als die ersten Menschen sich am Ufer des Sees ansiedelten; es war zur Zeit des Mesolithikums, als hauptsächlich im Westen und Süden auf den flachen und niedrigen Moränenkuppen in unmittelbarer Nähe des Sees eine größere Anzahl von Siedlungen entstand, die durch viele Feuersteinartefakte belegt sind.

Nach dem Wegzug dieser Leute blieb das Gebiet des Wauwilersees wiederum lange Zeit unbesiedelt, wenigstens soweit der Stand der heutigen Kenntnisse ein Urteil in dieser Frage erlaubt. Erst am Ende der Jungsteinzeit, etwa 2500 v. Chr., wanderten wieder Menschen ein. Inzwischen hatte sich das Landschaftsbild allerdings gründlich geändert. Große Teile des Sees waren unterdessen verlandet, die freie Wasserfläche war kleiner geworden und zwischen breiten Verlandungsgürteln eingeengt. Die Vegetation, insbesondere der Wald, wies eine andere Zusammensetzung auf. In mehreren Dörfern lebten die Leute der Jungsteinzeit in Pfahl- und Moorbauten im und am See. Die Kulturschichten dieser Zeit finden wir dementsprechend bald in Seekreide, bald in Gyttja oder in Torf. Man kennt heute sechs solche neolithische Steinzeitdörfer, die nach Reinert alle dem Spätneolithikum angehören; drei liegen im Gemeindebann Egolzwil ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ), zwei in Schötz ( $S_1$ ,  $S_2$ ) und eines in Wauwil ( $W_1$ ) (Abb. 2).

Die zu den früher gemachten Funden aus der Bronze- und Eisenzeit gehörenden Siedlungsplätze konnten nicht mehr aufgefunden werden, so daß eine sichere Verknüpfung der betreffenden Kulturschichten mit der Waldgeschichte nicht möglich war.

Die ersten Ausgrabungen im Wauwilermoos fanden in den Jahren 1859 und 1864 unter Leitung von Oberst Suter, Zofingen, statt, später wurden in den Jahren 1901 bis 1909 von Joh. Meyer, Schötz, ausgeführt. Einen zusammenfassenden Bericht über die Ergebnisse dieser Grabungen verdanken wir P. Dr. E. Scherer (†), Sarnen, der das ganze umfangreiche und zerstreute Aktenmaterial, ferner die einschlägige Literatur in den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern (1924) gesammelt und kritisch verarbeitet hat. Ein ausführliches Literaturverzeichnis enthält der 10. Pfahlbaubericht\*.

---

\* Mitt. Antiq. Ges. Zürich, 24 4. 1924.

Sehr viele Mitteilungen verschiedener Autoren über die Archäologie des Wauwilermooses finden wir zerstreut in den Jahresberichten der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte. Das General-, Orts- und Personenverzeichnis von K. Keller-Tarnuzzer (1935), das die Jahresberichte 1—25 (1908—1933) der genannten Gesellschaft umfaßt, ermöglicht eine rasche Orientierung.

Es ist begreiflich, daß durch die zahlreichen Grabungen und Sondierungen, dann auch durch das Torfstechen große Flächen der Kulturschichten ganz oder teilweise zerstört wurden. Zudem hat seit der Ronbachkorrektion eine fortschreitende Austrocknung des Bodens stattgefunden, was zur Folge hatte, daß heute große Flächen des Moores als Ackerland benutzt werden können. Das alles beschleunigte das Zerstörungswerk. Alle sechs neolithischen Siedlungsplätze liegen im Kulturland. Trotzdem konnten durch die neuesten Ausgrabungen in allen Siedlungen mindestens noch Reste der Kulturschichten in ungestörter Lagerung festgestellt werden, wodurch eine Verknüpfung der prähistorischen Epochen mit der Stratigraphie des Moores und den Pollendiagrammen ermöglicht wurde.

## Untersuchungsmethode

Die Grundlage für die moorgeologische und pollenanalytische Untersuchung des Wauwilermooses bilden 57 Bohrpunkte (Abb. 2). Davon stammen 16 aus Siedlungen, enthalten also Kulturschicht. Es entfallen: 3 auf Egolzwil 1, 1 auf Egolzwil 2, 1 auf Egolzwil 3, 1 auf Wauwil 1, 4 auf Schötz 1, 1 auf Schötz 2, 1 auf den Einbaum und je 1 auf die mesolithischen Stationen 1, 6, 10 und den Dammweg. Weitere 41 Punkte verteilen sich auf das übrige Moor, das durch ein rechtwinkliges Koordinatensystem von 250 m Maschenweite eingeteilt wurde. In den Koordinatenschnittpunkten oder in deren Nähe wurden die Bohrprofile für die Analyse entnommen. Diejenigen der Punkte 20 und 31 ergaben reinen Mineralboden ohne Torf, schieden also für die Pollenanalyse ohne weiteres aus. Punkt 1 fiel in ein Gebiet künstlicher Schuttauffüllung und wurde durch 1a ersetzt. Die Bohrpunkte 19, 22, 24, 30 und 32 ergaben wegen Pollenarmut ebenfalls keine Dia-

gramme. Die Gesamtzahl der angefertigten Diagramme beläuft sich auf 49\*.

Damit schien eine genügend breite Basis für die pollenstatistische Erforschung des Gebietes geschaffen zu sein. Auf den ersten Blick möchte es sogar scheinen, als ob die Zahl im Vergleich zum Areal der gesamten Moorfläche reichlich groß wäre. Man muß aber bedenken, daß scheinbar überflüssige Diagramme zur Kontrolle benachbarter Diagramme doch immer ihre Bedeutung haben. Zudem hat es sich bei der Fixierung der Uferlinien gezeigt, daß das Profilnetz an einzelnen Stellen eher zu weit- als zu engmaschig war.

Im Frühling und Herbst 1932 und im Herbst 1933 wurden die notwendigen Probenreihen entnommen, welche Arbeit ungefähr drei Wochen in Anspruch nahm. Die Proben vom Hangenden und Liegenden der Kulturschichten und diese selber wurden durchwegs an offenen Aufschlüssen entnommen, wie sie zu Sondierungszwecken angelegt wurden, so daß Verunreinigungen, die beim Arbeiten mit dem Bohrer vorkommen können, an diesen Stellen der Profile ausgeschlossen sind. Die Kulturschicht wurde jeweilen durch Prof. Reinerth diagnostiziert. Für die Bewertung der Diagramme in dem wichtigen Abschnitt der Kulturschicht sind diese Tatsachen von besonderer Bedeutung. An der betreffenden Profilwand wurde ein prismatisches Stück Torf oder Seekreide, einschließlich Kulturschicht, bis auf den Grund der Grube herausgeschnitten und in 20–25 cm lange Stücke zerlegt. Tieferliegende Proben entnahm man mit einem Kammerbohrer (Kammerlänge 25 cm \*\*), Für mehrere kurze Profile namentlich im nordöstlichen Teile des Moores wurden ebenfalls besondere Schächte hergestellt.

Trotz größter Sorgfalt können beim Arbeiten mit dem Bohrer Verunreinigungen vorkommen, die in der Arbeitsweise desselben begründet sind, indem die geschlossene Kammer beim Durchstoßen der oberen Schichten von diesen immer etwas Material, das an der Außenwand klebt, in die Tiefe verschleppt. Nach meinen Beobachtungen konnte das auch durch die spirale Bohrerspitze geschehen. Um wenigstens die letztgenannte nachteilige Wirkung möglichst herabzumindern, ließ ich die Spirale flach schlagen. Abweichungen im Kurvenverlauf der Diagramme, die vermutlich auf Verunreinigungen des Materials zurückzuführen sind, werden sich bei der großen Zahl von Diagrammen im allgemeinen durch Vergleichung herausfinden lassen.

Der pollenanalytischen Erforschung stellten sich in der Hauptsache drei Probleme zur Diskussion.

Einmal handelte es sich darum, durch Rekonstruktion des

---

\* Nicht publiziert wurden aus Gründen der Raumersparnis die Diagramme der Bohrprofile 17 und 35.

\*\* Der Kammerbohrer wurde von der Historischen Vereinigung Seetal in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Waldbildes und der Uferlinien der einzelnen prähistorischen und waldgeschichtlichen Epochen unsere Kenntnis von der Landschaft, in der der vorgeschichtliche Mensch lebte, zu bereichern. Zum andern bot sich eine sehr günstige Gelegenheit, an verschiedenen Siedlungen die Diagramme genau zu datieren, wodurch die Verknüpfung der Waldgeschichte mit dem Mesolithikum und dem Spätneolithikum ermöglicht wurde. Im weiteren ließen sich auch rein botanische Fragen beantworten. So durfte man von der großen Zahl von Diagrammen, namentlich von den randlichen, genaueren Aufschluß über Verschiedenheiten in der Bewaldung der näheren Umgebung des Sees erwarten.

### **Stratigraphie**

Die Bohrpunkte 1a, 12 und 29 weisen zuunterst Grundmoräne auf; im Punkt 16a ist Sand anstehend. Die tiefsten Schichten der Bohrpunkte 9, 11, 16, 23, 25, 26, 33, 34, 37, 39, 40 und der neolithischen Siedlung Wauwil 1 bestehen aus sandigem Ton oder Sand. Sie sind außerordentlich fest, so daß nur ihre obersten Horizonte durchstoßen werden konnten. Mit einem dünnen Sonderbohrer, der aber auch keine tiefern Aufschlüsse als der Kammerbohrer ermöglichte, wurden in der W—O- und N—S-Achse noch eine Anzahl Ergänzungsbohrungen durchgeführt. Sie ergaben im östlichen Teil des Beckens reinen Sand und im westlichen tonige Sande. Außerhalb des Moores, z. B. südlich von Punkt 30, aber auch in der Gegend von Punkt 39 tritt der reine Sand zutage. Am erstgenannten Orte ist ein alter Aufschluß (heute ein kleiner Teich) zu sehen. Hier wurde früher der sogenannte «Stocksand» für die Glasfabrikation in Wauwil gewonnen.

Die in den Molassefels eingeteufte Mulde ist vermutlich überall mit Grundmoräne ausgekleidet. Auf diese wurden die Abschwemmprodukte der umliegenden Moränen abgelagert. Der Hauptzufluß erfolgte durch die Ron von Osten her. In der Nähe des Ronbaches ergoß sich noch ein kleiner Bach aus der Gegend von Kottwil in den See. Der abnehmenden Stoßkraft des Wassers entsprechend wurde im östlichen Teile des Beckens Kies abgelagert, etwas weiter seewärts Sand, während die feinen Materialien, wie feinstter Sand und Ton, noch weiter nach Westen getragen wurden.

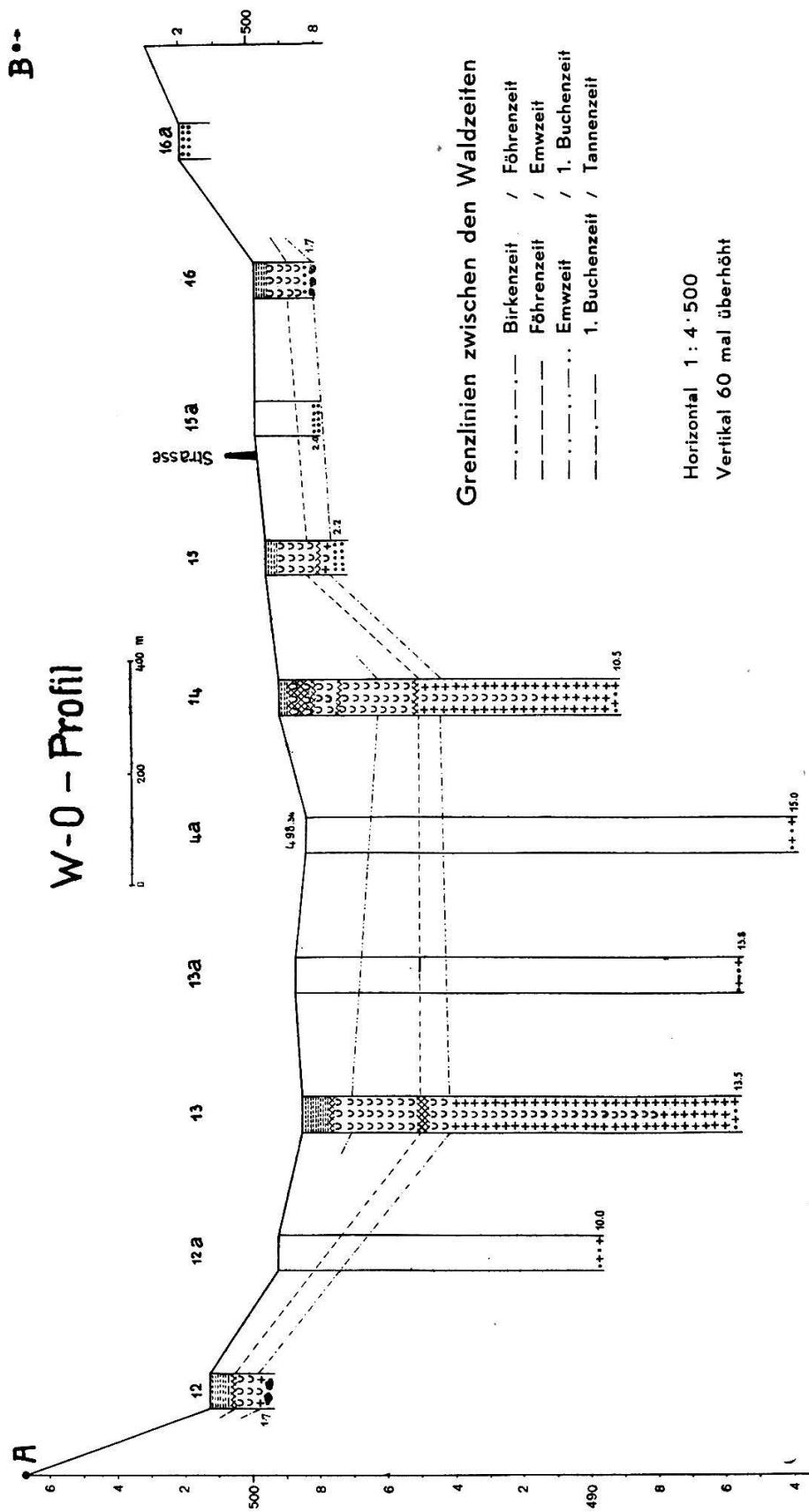


Abb. 3. Längsprofil durch das Wauwilermoos.  
(Zeichenerklärung S. 34)

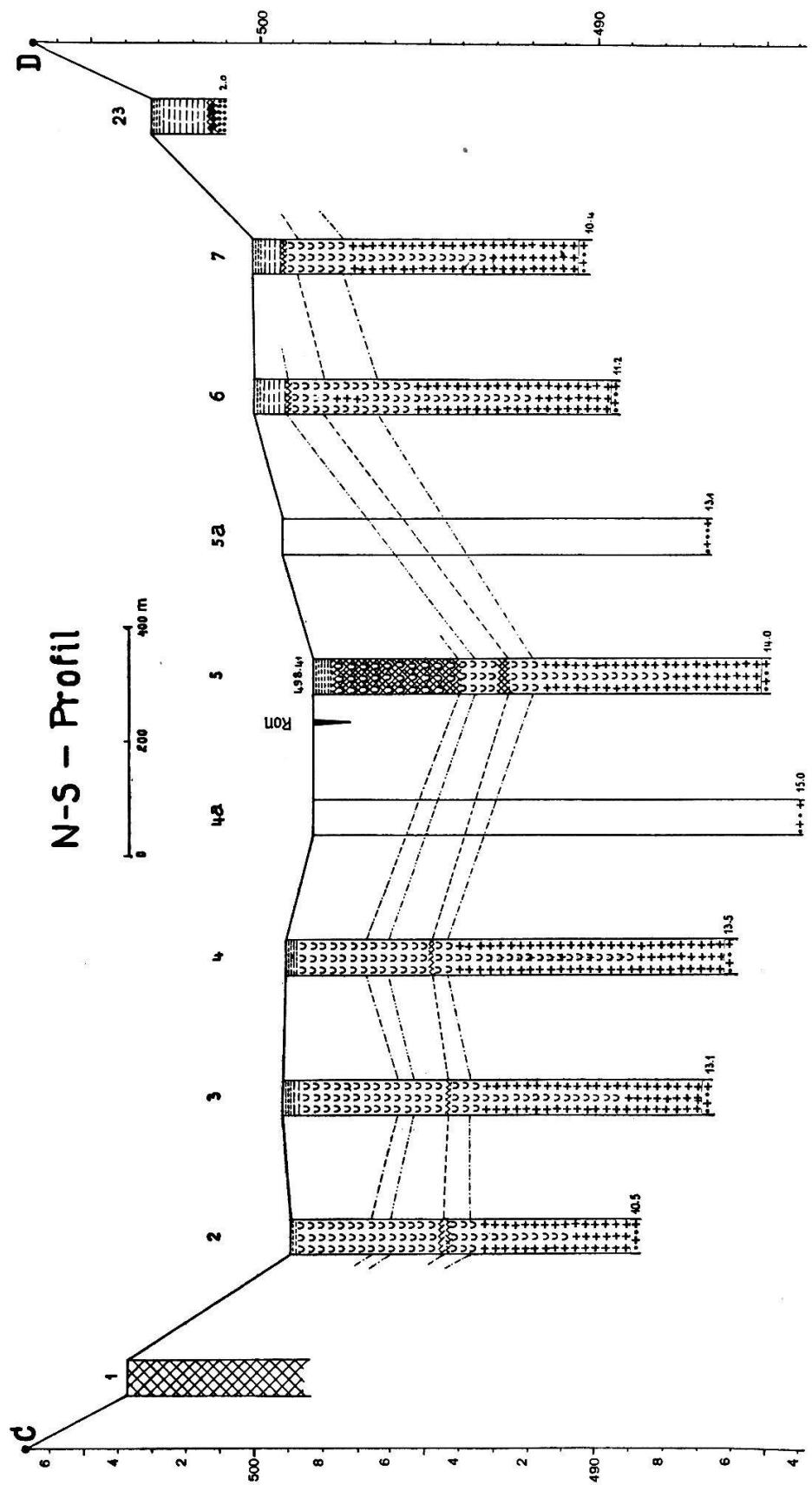


Abb. 4. Querprofil durch das Wauwilermoos.  
(Zeichenerklärung S. 13 und 34)

In dem Maße wie sich dann der Gletscher zurückzog, hörte die Zufuhr von Sand in den zentralen und westlichen Teilen des Sees auf. Demzufolge trat hier ein Wechsel in der Sedimentation auf, der mit dem Kammerbohrer an verschiedenen Stellen nachgewiesen werden konnte. Über dem Sand lagerte sich sandiger Ton ab und darüber ein äußerst feiner, blauer Mergel, der sich fettig anfühlt; es ist dies typische Gletschertrübe oder Gletscherton. Er wurde bei Punkt 10 in 8 m Tiefe erreicht. Wenn wir das benachbarte Bohrprofil 3, wo das Seebecken ungefähr gleich tief gewesen sein möchte, und wo der sandige Ton bei 13,10 m erreicht wurde, zum Vergleiche heranziehen, so dürfen wir die gesamte Mächtigkeit des reinen Glazialtones bei Punkt 10 auf etwa 5 m schätzen. Im Bohrpunkt 2 wurde bei 8,1 m Tiefe Gletscherton und bei 10,5 m sandiger Ton festgestellt, so daß sich hier eine 2,4 m dicke Schicht aus Gletscherton ergibt.

Ziemlich rasch geht der Gletscherton nach oben in einen blaugrauen Mergel über, der bei Profil 10 rund 2 m mächtig ist. Der Tongehalt desselben nimmt von unten nach oben langsam ab und dementsprechend der Kalkgehalt zu, was sich makroskopisch durch eine grauer werdende Farbtönung bemerkbar macht. Gelegentlich konnte in diesen Mergeln eine Wechsellagerung von dünnen, hellen, kalkreichen Bändchen mit blauen, tonhaltigen von etwa 1 mm Dicke festgestellt werden. Beim Einpressen des Materials in die Bohrerkammer waren diese freilich schlierenförmig verbogen. Möglicherweise handelt es sich dabei um eine jahreszeitliche Schichtung, indem im Sommer die durch organogene Ausscheidungen kalkreicher gewordenen Bändchen und zur Zeit der Schneeschmelze die tonreichen entstanden. Eine Schichtung der Seemergel weist Lüdi (1939) im Sihltal bei Einsiedeln nach.

Von den untern Teilen der Profile 10 und 2 wurde der Kalkgehalt bestimmt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 (S. 16) zusammengestellt\*. Die Zunahme des Kalkes von unten nach oben ist darin zahlenmäßig belegt. Im Profil 10 zeigte sich bei Probe 70 eine deutliche Sprungschicht im Kalkgehalt. Diese prägt sich bei der mikroskopischen Untersuchung durch die Än-

---

\* Die Kalkbestimmung wurde im Geobot. Institut Rübel in Zürich nach der Methode M. Passon ausgeführt.

Tabelle 1 und 2. Kalkgehalt, Pollenzahl, Pollenfrequenz und Waldzeiten  
links von Bohrprofil 10, rechts von Bohrprofil 2.  $\times$  Gyttja

derung im Fossilgehalt noch viel stärker aus. Die Proben 71—75 waren sehr arm an Pollen und anderweitigen organischen Resten, sowie an Pyrit, der nur in winzigen Körnern vorkam. Dadurch haben sie sich scharf von den jüngeren Schichten ab. Ungefähr gleich verhielt es sich mit den zwei untersten Proben im Profil von Bohrpunkt 2.

Bei diesen Horizonten haben wir es also mit einem Wechsel in der Entstehungsweise der Sedimente zu tun. Mit dem Rückzug des Gletschers in die Gegend östlich des Mauensees wurde im Wauwilersee weniger Gletscherton abgelagert, denn von jetzt an flossen die Schmelzwasser in den vorgelagerten Mauensee, der als Klärbecken diente. Nur bei zeitweise größeren Schmelzwassermengen mochte die Klärung des Wassers ungenügend sein, so daß ein Teil der Trübe noch in den Wauwilersee gelangte. Zur Zeit des Gletscherstandes bei Sursee (Zürichstadium) floß der Gletscherbach durch das Suhrental ab; denn der Querriegel westlich Sursee (Abb. 1, S. 8) gestattete einen Abfluß nach Westen nicht mehr. Einzig von der linken Gletscherflanke her konnte der Mauensee und damit auch der Wauwilersee noch Gletschertrübe empfangen. Die jüngsten Gletschertone des Wauwilersees sind also vermutlich mit dem Zürichstadium zu parallelisieren.

Die oberen Proben (70—48) des Profils 10 zeichnen sich durch größeren und nach oben zunehmenden Kalkgehalt aus. Die Pollenfrequenz ist bedeutend größer, die organische Substanz und Pyrit viel reichlicher.

Zwischen den Proben 47 und 48 erfolgt eine sprunghafte Zunahme des Kalkgehaltes von 43 auf 75 %. Die tonigen Einschwemmungen treten also von Probe 48 an aufwärts stark zurück. Wir sind damit in den Bereich der Seekreide gelangt, die der Volksmund «Ziegererde» nennt. Ihre Mächtigkeit schwankt stark. In den zentralen Teilen des Moores beträgt sie einige Meter, bei Punkt 2 mehr als 5 m, während sie am Rande oft nur ein oder zwei Dezimeter ausmacht (z. B. in den Bohrpunkten 33, 38, 39, 40) und schließlich langsam auskeilt. In Bohrpunkt 34 fehlen Mergel, Seekreide und Gyttja. Sie sind durch einen detritusreichen Sand ersetzt. Ganz ähnlich sind die weiteren randlichen Profile der Bohrpunkte 19, 22, 24, 30 und 32 aufgebaut.

Der Übergang der Mergel in Seekreide erfolgte vielfach am Anfang der Föhrenzeit, da und dort auch etwas früher, im Bohr-

punkt 2 (Tab. 2) schon am Ende der Birkenzeit, also früher als bei Punkt 10. Dieser liegt mehr in der direkten Richtung des Zuflusses, weshalb ihm auch mehr mechanische Sedimente zugeführt wurden. Als die Toneinschwemmungen hier spärlicher wurden, blieben sie im abseits gelegenen Punkt 2 ganz aus. Für die Annahme, daß die Gegend von Punkt 2 etwa durch eine Untiefe vom Hauptbecken teilweise abgetrennt gewesen wäre, liegen keine Anhaltpunkte vor. Aus dieser Verschiedenheit in der Sedimentation kann der Schluß gezogen werden, daß die Toneinschwemmungen vom Berghang her nur gering waren, andernfalls müßten sie im Punkt 2, der mehr bergwärts liegt, stärker gewesen sein als im 250 m weiter vom Abhang entfernten Punkt 10.

Makroskopisch wahrnehmbare Einschwemmungen von Sand und Ton sind im allgemeinen in der Seekreide spärlich, nur gelegentlich bilden sie dünne Bändchen, wie solche in einigen Bohrprofilen eingezeichnet wurden. Es sind dies Anzeichen für vermehrte Wasserzufuhr. Dagegen kommen Gyttjabändchen überall vor. Im Profil 5 ist die eigentliche Seekreide schwach vertreten. An ihrer Stelle finden wir eine an organischer Substanz reiche K a l k g y t t j a .

Die Seekreide variiert bezüglich Farbe, Konsistenz und Gehalt an Detritus. Nicht selten sind tieferliegende Schichten weicher und breiiger als höher liegende. Letztere ermöglichen Verlagerungen bei Änderung der statischen Verhältnisse, wie sie bei Tieferlegung, bzw. Absenkung des Sees stattfanden (siehe S. 95). Die Profile der Bohrpunkte 2 und 10 zeichneten sich durch öfters Farbenwechsel der Seekreide aus. Rötliche, gelbe, graue und olivgrüne Tönungen wechselten miteinander ab. Diese röhren nach Lundqvist (1927) von der Farbe des Feindetritus her.

Alle Seekreideproben waren verhältnismäßig reich an organischer Substanz, wie dies bei der geringen Tiefe und dem beschränkten Areal des Sees zu erwarten war.

Eine Anzahl von Diagrammen ermöglichte es, die Mächtigkeit der Schichten, die an verschiedenen Punkten während gleichen Zeiträumen abgelagert wurden, zu vergleichen. Berücksichtigt wurden Föhren- und Emw-Zeit,\* aber nur in denjenigen Profilen, wo die beiden oben und unten deutlich begrenzt sind. Die Maßzahlen sind in der Tab. 3 (S. 19) zusammengestellt.

\* Emw = Eichenmischwald (siehe auch Abb. 10 S. 34).

Waldzeiten	Profilpunkte														
	2	3	4	5	9	10	14	18	27	37	S <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	W <sub>1</sub>	
Emw-Zeit	152	102	122	103	163	86	125	58	188	149	194	172	130	88	cm
Föhrenzeit	82	60	52	80	110	70	70	99	50	132	115	77	75	61	cm
Emw-Z. + Pin-Z.	234	162	174	183	273	156	195	157	238	281	309	249	205	149	cm
Emw-Z. : Pin-Z.	1.8	1.7	2.3	1.3	1.5	1.2	1.8	0.6	3.8	1.1	1.7	2.2	1.7	1.4	

Tab. 3. Mächtigkeit der föhren- und Emw-zeitlichen Seekreideschichten im Wauwilermoos.

Im allgemeinen wurde während der Emw-Zeit mehr Seekreide abgelagert als in der Föhrenzeit. Einzig beim Punkt 18 ist es umgekehrt. Die zentralen Bohrpunkte 3, 4, 5, 10, 14 weisen in der Emw-Zeit geringere Schichtmäßigkeit auf als die peripheren. Es sind diejenigen, die im Bereiche des alten Urbanersees (ehemaliger Besitz des Klosters St. Urban) liegen (vgl. Abb. 2). Der Grund für diese Erscheinung wird darin zu suchen sein, daß in der Uferregion der Prozeß der Kalkausscheidung infolge reicherer Pflanzenlebens reger war als bei größerer Wassertiefe. Dabei ist zu beobachten, daß ursprünglich zentraler gelegene Punkte infolge der Verlandung nach und nach in Ufernähe rückten, so daß die Sedimentation an ein und derselben Stelle nach und nach rascher wurde. Bildet man die Summe der Emw- und föhrenzeitlichen Ablagerungen, so ergibt sich wieder ungefähr dieselbe Zonierung wie oben.

In der dritten Linie der Tab. 3 wurde der Verhältniswert zwischen den Emw- und föhrenzeitlichen Schichten angegeben. Bei sechs von den zwölf Bohrprofilen ergeben sich Werte, die zwischen 1,5 und 1,8 liegen. Am größten ist er mit 3,8 bei Punkt 27. Nicht sehr weit davon entfernt, beim Punkt 18, finden wir das andere Extrem mit nur 0,6.

Diese Ungleichheit in den Sedimentationsvorgängen kann auf lokale und zeitlich schwankende Faktoren zurückgeführt werden, wie Wasserzufuhr, Art des Planktons und Zusammensetzung der Uferflora, Temperatur und Strömung des Wassers, Einschwemmung von Detritus und Wellenwirkung. Für oberflächliche Schichten kommen auch Dislokationen in Betracht (Seite 94).

Um gewisse, nicht im Bereiche von Kulturschichten liegende Kurvenpunkte der Pollendiagramme datieren zu können, mußte der jährliche Zuwachs des Sedimentes berechnet werden.

Dazu eigneten sich die Bohrprofile 3, 4, 5, 10, 14. Als unterer Fixpunkt, der zeitlich als gesichert gelten kann, wurde jeweilen der 1. Buchengipfel angenommen; dieser fällt, wie Seite 86 gezeigt wird, ungefähr ins Jahr 2500 v. Chr. Die genannten Profile liegen alle innerhalb des ehemaligen Urbanersees, der bis um 1800 existierte. Hier kann keine Abtorfung stattgefunden haben; denn nennenswerte Torfschichten haben sich in der kurzen Zeit seit der Trockenlegung nicht bilden können. Die heutige Oberfläche bietet also einen zweiten, relativ guten Fixpunkt. Immerhin hat eine kleine nachträgliche Senkung der oberen Schichten sicher stattgefunden. Durch die Entwässerung wurde eine Durchlüftung des Bodens und damit eine Zersetzung der organischen Substanz ermöglicht, die eine Volumenverminderung zur Folge hatte. Ähnliches beobachtete Lüdi (1935) im Großen Moos. Da es sich aber im Wauwilermoos nur um wenig mächtige Gyttjaschichten handelt, kann die Niveauänderung nicht groß sein. Sie verliert bei der Berechnung der jährlichen Zuwachswerte ihre Bedeutung im Vergleich zu den darunter liegenden drei und vier Meter mächtigen Seekreideschichten.

Für die jährlichen Zuwachsschichten der Sedimente ergaben sich folgende Mittelwerte: Punkt 3 0,9 mm; Punkt 4 0,7 mm; Punkt 5 1,1 mm; Punkt 10 1,0 mm; Punkt 14 0,7 mm; was einen Durchschnitt von rund 0,9 mm ausmacht. Vergleicht man die Profile der Bohrpunkte 3 und 10, die wenig Gyttja aufweisen, mit Profil 5, das beinahe nur aus Kalkgyttja und reiner Gyttja besteht, so ergibt sich, daß die Seekreideschichten etwas weniger rasch wuchsen als die Gyttja. Für das Profil von Egolzwil 3 ergaben sich bloß 0,4 mm. Hier bestehen aber mehr Unsicherheiten. Einmal kann nicht als absolut sicher angenommen werden, daß hier noch nie abgetorft worden ist, und zudem hat in den oberflächlichen Torfschichten eine starke Verwitterung stattgefunden, die sich bei der Pollenanalyse bemerkbar machte. Nimmt man, um diese Fehlerquellen auszumerzen, als oberen Fixpunkt das La Tène-Töpfchen an, so ergibt sich tatsächlich ein etwas größerer Wert, nämlich 0,6 mm.

Das letzte Glied der Sedimentserie bildete die Gyttja. Sie

ist eine Bildung des seichten Wassers. In der typischen Ausbildung, wie ich sie früher am Federsee in Oberschwaben gesehen hatte, konnte sie im Wauwilermoos nirgends festgestellt werden. Hier handelt es sich im allgemeinen um ein Gemisch von Grob- und Feindetritus mit völlig zersetzen organischen Stoffen in den verschiedensten Mischungsverhältnissen. Je stärker ersterer überwiegt, desto weniger schwindet beim Eintrocknen die Masse. Nach oben geht sie meistens in Seggentorf über, der mehr oder weniger zersetzt ist, beim Trocknen aber doch weniger schwindet als die Gyttjaen.

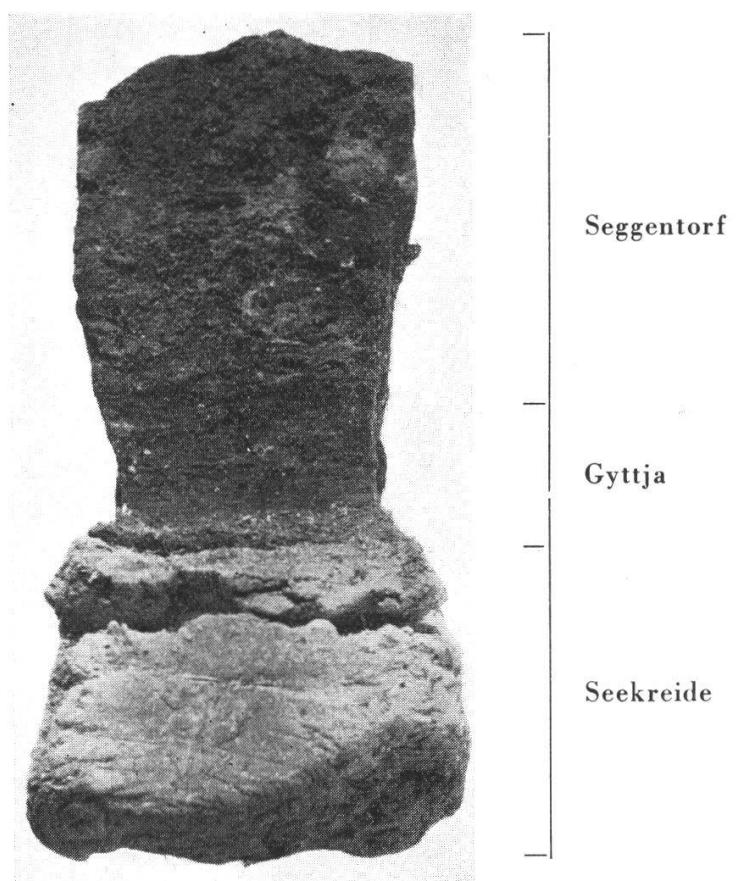


Abb. 5. Schichtfolge bei Schötz 2.

Länge: Bergfeucht 23 cm  
Trocken 16 cm

Phot. H. Härry

In Abb. 5 zeigt sich über der Seekreide eine deutliche Einschnürung, die durch das Schrumpfen der Gyttja verursacht wurde. In dem Maße wie nach oben gröbere Bestandteile ein stützendes Gerüst bilden, verlor die Substanz weniger an Volumen.

Ist der Übergang von Gyttja in Torf plötzlich, so hebt sich beim Trocknen der Torf sehr scharf ab. Früh und Schröter (1904) nennen ihn «Käppchentorf».

Eine viel feinere Struktur weist die Gyttja in Abb. 6 auf. Im untersten Teil derselben hat sich ein lederartiges Blatt losgelöst und stellt noch die letzte Verbindung mit der Seekreide her. Dieses Material weist mehr Feindetritus auf. Eingetrocknet, ist es viel schwerer, es durch Aufkochen mit Kalilauge zu lösen, als

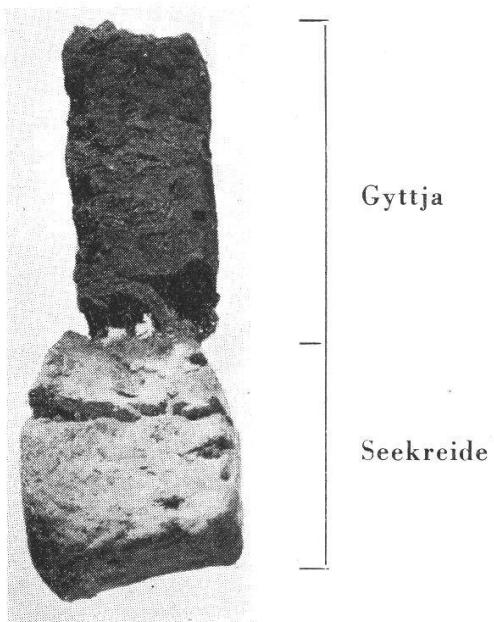


Abb. 6. Uebergang von Seekreide in Gyttja bei Punkt 40.

Länge: Bergfeucht 20 cm  
Trocken 16 cm

Phot. H. Härry

dasjenige von Abb. 5. Sehr schön lässt sich an beiden Proben erkennen, wie die Seekreide nach oben reicher an Gyttja wird und durch das Schwinden derselben beim Trocknen Risse bekommt.

Fast von einem Profil zum andern ergaben sich Unterschiede im Aufbau dieser Übergangsschicht. Nach unten kann gelegentlich die Zunahme des Kalkes eine ganz allmähliche sein, so daß man in Zweifel kommt, ob die betreffende Schicht als Gyttja oder Kalkgyttja zu bezeichnen ist.

Dem Archäologen sollten die vier Begriffe Mergel, Seekreide, Gyttja, Torf genügen. Sie bedeuten gewissermaßen die Hauptlebensstadien unserer Seen und schließen das Wesentliche der Verlandungsvorgänge in sich. Bei Grabungen ist es wichtig,

entscheiden zu können, ob die Kulturschicht im tieferen oder seichteren Wasser oder auf dem festen Land (Torf) abgelagert wurde.

Die endgültige Abgrenzung zwischen Gyttja und Torf, die für die Bestimmung der Uferlinien wichtig ist, wurde erst nach der mikroskopischen Untersuchung der Proben vorgenommen. Es liegt natürlich auch die Möglichkeit vor, daß echte Gyttja nachträglich von zahlreichen Seggenwurzeln durchwachsen wird, wodurch makroskopisch unter Umständen ein Seggentorf vorgetäuscht werden kann. Ähnliches hat Lüdi (1932) für die Grim selmoore nachgewiesen. Tatsächlich konnte ich vielfach, sogar bei den eingetrockneten und in Blätter aufgespaltenen Gyttjaschichten, Wurzeln beobachten, die vom Torf bis in die Seekreide hinunter reichten. Die mikroskopische Untersuchung wird aber auch eine solche torfähnliche Gyttja als Bildung des offenen Wassers ausweisen.

Der Uferstreifen, der im Bereich der zeitweisen Überschwemmungen lag, wird jeweilen Reste der Verlandungsbestände, daneben aber auch reine Sedimentation aufweisen. Der Übergang zum reinen Torf machte sich in der Abnahme der Pollenfrequenz in der meistens schlechteren Erhaltung des Pollens, besonders aber im allmäßlichen Zurückbleiben der Cladocerenreste bemerkbar.

Die Mächtigkeit der Gyttjaschichten ist schwankend und variiert gewöhnlich von 1 bis 30 cm. Im Profil von Egolzwil 3 erreicht sie 40 cm. Sie sind von Flachmoortorf von wechselnder Mächtigkeit überlagert. Die ursprüngliche Oberfläche desselben ist wohl nur noch an ganz wenigen Stellen vorhanden. Die starke Abtragung, die vielfach bloß noch die für die Anpflanzung notwendige Schicht von ca. 30 cm übrig gelassen hat und heute durch die Bearbeitung in Moorerde umgewandelt ist, erschwert an verschiedenen Stellen eine genauere Festlegung der Uferlinien. Gelegentlich war nicht nur der Torf, sondern auch die Gyttjaschicht zerstört und aufgearbeitet. Speziell bei Punkt 27 hatte das Fehlen der Gyttja und des Torfes eine Unsicherheit in der Fixierung der spätneolithischen Uferlinie zur Folge. Die Moorerde konnte für die pollenanalytische Untersuchung nicht mehr in Betracht kommen, da die Schichtfolge durch die Bearbeitung gestört war. Dagegen dürfen wir die obersten Seekreideschichten als intakt betrachten, weil sich Seekreide ihrer Unfruchtbarkeit wegen nicht

zu Kulturboden eignet und deshalb nicht aufgearbeitet wird. Bei der Fixierung der Uferlinien wurden bei Profilen mit fehlender Gyttja benachbarte Bohrpunkte zum Vergleich herangezogen.

Nennenswerte Torfschichten befinden sich heute nur noch an lokal beschränkten Stellen, so südlich von Wauwil, in der Umgebung von Egolzwil 3, ferner im Ettiswiler- und Kottwilermoos. Es handelt sich meistens um Seggen-, dann aber auch um Hypnaceentorf. Die Profile der Bohrpunkte 1a und 35 weisen Bruchwaldturf auf. Unweit der Station Wauwil fanden Früh und Schröter (l. c.) noch 3,6 m Flachmoorturf, der von einer 0,5 bis 1 m dicken Schicht abgeschwemmter Erde bedeckt war. Solch schöne Profile sind heute verschwunden oder doch zum mindesten auf kleine Reste zusammengeschmolzen; denn während und nach dem Weltkrieg fand ein Torfabbau im Großen statt, der die mächtigen Torfsockel in kurzer Zeit zum Verschwinden brachte. Die bronze-, hallstatt- und La Tène-zeitlichen Schichten fehlen infolgedessen auf großen Flächen und leider auch die zugehörigen Kulturschichten, so daß eine sichere Grundlage für eine Verknüpfung der Diagramme mit diesen vorgeschichtlichen Epochen unmöglich war. Ein einziger Anhaltspunkt bietet sich im Areal der Siedlung Egolzwil 3 dar, wo in einer Tiefe von 115 cm ein La Tène-Töpfchen gefunden wurde. Darüber befinden sich zwei Horizonte aus lehmigem Torf oder reinem Lehm, die aber nicht durchgehend sind, sondern auskeilen. Ihr Verlauf ist nicht mehr einwandfrei festzustellen, da die betreffenden Torfschichten zum größten Teil abgestochen sind. Die oberste Lehmschicht liegt 20 cm unter der Oberfläche und hat eine Mächtigkeit von 10 cm; der zweite lehmige Horizont besteht aus lehmigem Torf und ist stellenweise 20 cm dick. Das im Profil von E 3 eingezeichnete Lehmband von 7 cm gehört diesem untern Horizont an. Es handelt sich um einen außerordentlich feinen, gelben Lehm, der stark mit Radizellen und Moosblattresten durchsetzt ist. Die darin enthaltenen wenigen Pollen waren korrodiert. In einem Präparat konnten drei Rhizopodengehäuse und 7 Pollen festgestellt werden, während Diatomeen fehlten. Dieser Befund spricht am ehesten dafür, daß es sich um Abschwemmungen vom benachbarten Berghang handelt. Dem Alter nach fallen diese Lehmschichten in den Bereich der aufsteigenden Fichtenkurve, im absoluten Zeitmaß wahrscheinlich in das Mittelalter.

In Punkt 35, in unmittelbarer Nähe des alten Ufers, überlagert eine Lehmschicht von 0,4 m Mächtigkeit den Torf. Hier hat der Lehm ein weiteres Torfwachstum verhindert.

Fröh und Schröter (l. c.) halten es für wahrscheinlich, daß nach der Tieferlegung der Ron zu Beginn des 19. Jahrhunderts sich stellenweise Kolonien von Hochmoor pflanzen bildeten. Sie fanden im Torf ein Blatt von *Andromeda polifolia*, an einer andern Stelle kleine Bestände von *Sphagnum cymbifolium*, *Drosera rotundifolia* und *Oxycoccus palustre*. Über den Zustand nach der endgültigen Trockenlegung des Sees (1856) berichtet Fischer-Sigwart (1911). Darnach wurde der weiche Seegrund zuerst von Seggenpolstern besiedelt, denen sich später Schilf und Moose zugesellten.

An dieser Stelle sei noch an eine Eigentümlichkeit im Schichtenaufbau einiger Profile aufmerksam gemacht.

Schon bei der Feldarbeit zeigten sich bei tiefern Proben der zentralen Bohrprofile in der Seekreide dunkle Stellen, die je nach dem Gehalt an organischer Substanz alle Übergänge von grau bis schwarz aufwiesen. Erst nach dem Aufzeichnen der Diagramme und Profile ergab sich, daß ein besonders gut entwickeltes Band ein und derselben zusammenhängenden Gyttjaschicht angehören mußte, denn es fiel durchwegs in die Zeit des Anstiegs der Hasel- bzw. Emw-Kurve. Festgestellt wurde es in den Profilen von Egolzwil 2, Egolzwil 3, Schötz 1, Wauwil 1, dann in den Profilen der Bohrpunkte 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16 und 27. In den Bohrpunkten 3 und 4 ist es in zwei Bändchen aufgespalten, die durch eine dünne Seekreideschicht voneinander getrennt sind. Im Fossilgehalt unterschied sich diese Gyttja- nicht von den sie einschließenden Seekreideschichten. Sie enthält neben Grob- und Feindetritus Diatomeen, Cladocerenreste und Kieselnadeln. In den Profilen von Egolzwil 3 und Punkt 6 ist sie schwach tonig, bei Punkt 15 enthält sie sogar ziemlich viel Ton, was wohl auf die Wirkung der naheliegenden Einmündung der Ron zurückzuführen ist.

Da diese Gyttjaschicht über einen ziemlich großen Teil des ehemaligen Seeareals verbreitet ist, muß es sich um eine Bildung handeln, für deren Entstehung eher an Ursachen regionaler Art zu denken ist (geringere Wasserzufluhr und demzufolge schwä-

chere Kalkausscheidung, Verstärkung der Eutrophie durch reichlicheres Pflanzen- und Tierleben).

Ähnliche Gyttjabändchen fanden sich auch in föhrenzeitlichen Schichten, doch ist ihre Lage nicht ganz so einheitlich wie beim Emw-zeitlichen. In den Bohrpunkten 3, 13, 14, 15, 28 fiel es in den Beginn der Föhrenkurve und in Punkt 5 etwas unter den Gipfel derselben.

Zum Schluß sei noch kurz auf den Fossilgehalt im allgemeinen hingewiesen.

Trichoblasten und Pollen der Nymphaeaceen konnten nur in acht Profilen nachgewiesen werden. Im Profil 10 kamen Trichoblasten in vielen Spektren vor und waren in den betreffenden Präparaten häufig. Nymphaeaceen-Pollen war spärlich. Im Profil 9 fand ich ihn erstmals am Ende der Emw-Zeit und in den Profilen 5 und 36 am Ende derselben. Die Untersuchungen der früheren Ausgrabungen ergaben nach Neuweiler (in Scherer, 1924) Samen von *Nymphaea* und *Nuphar* in den Kulturschichten von Egolzwil 2 und Schötz 2, also aus dem Spätneolithikum. Keller (1928) erwähnt ohne genauere Angabe über die Lage der Fundschicht Pollen und Blattfragmente von *Nymphaea* und *Nuphar* in der Seekreide.

Die Seekreide war meist reich an Mollusken, besonders an Schnecken, aber auch an Pisidien und Muscheln. Reste von Cladoceren wurden im Mergel, in Seekreide und Gyttja gefunden. Es handelte sich dabei um die Abdomina, die Schalen und Endkrallen. Besonders letztere eignen sich gut für die Artbestimmung (*Rossolimo* [1927]). Häufig waren: *Sida crystallina*, *Eurycercus lamellatus* und *Alona quadrangularis*; fraglich ist *Acroperus harpae*.

Von weitern Mikrofossilien seien noch erwähnt: Wassermilben, Nachschieber von Trichopterenlarven, Klauen von Chironomiden und Unterlippen von Chironomidenlarven, Eikapseln von Rhabdocoeliden und Oligochaeten, verschiedene Arten von Rhizopoden und Kieselnadeln. Diatomeen kamen nicht überall vor, sondern waren lokal verbreitet und gelegentlich sehr häufig. Sie waren in vielen Arten vertreten. Überall fand ich Pediastren und stellenweise Lyngbiascheiden.

Bohrpunkt 35 wies in birkenzeitlicher Gyttja massenhaft

Reste von *Scorpidium scorpioides* auf, denen wenig *Calliergon trifarium* beigemischt war.

In den tiefern Schichten kam regelmäßig ein Pollen vor, dessen sichere Bestimmung bis jetzt nicht gelang. Im Bohrpunkt 10 trat er von den birkenzeitlichen Proben an abwärts bis hinab zum Gletscherton regelmäßig auf, also in den Spektren 50—70. Weiter unten fand ich ihn nicht mehr und höher oben nur noch sehr vereinzelt. Im Profil 2 war sein Vorkommen an die gleichaltrigen Schichten gebunden wie bei 10. Die Frequenz pro Spektrum betrug meistens weniger als 30% des Waldbaumpollens, ein einziges Mal erreichte er den stark exponierten Wert von 47%.

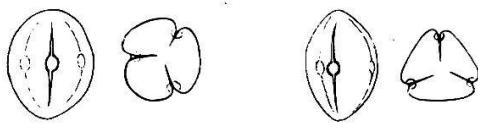


Abb. 7. Pollen cf. *Gentiana pneumonanthe* in Seiten- und Polansicht.

Kennzeichen (vgl. Abb. 7): Spindelform oder ellipsoidisch, mit drei Längsfalten und drei runden Poren in der Äquatorialebene. In der Polansicht dreieckige Grundform mit den Falten in den Ecken, diese verlaufen bis nahe zum Pol, Dreiecksseiten gerade oder gekrümmmt. Oberfläche bei schwacher Vergrößerung glatt, bei stärkerer fein warzig oder körnig von gelber Farbe. In den Dimensionen sehr verschieden. Es wurden folgende Längenmaße notiert: 42, 37, 35, 32, 27, 25  $\mu$ . Auch das Verhältnis zwischen Länge und Breite variierte stark. Ein mehr rundliches Pollenkorn maß 40/35  $\mu$ . Der Pollen war durchwegs gut erhalten und leicht erkennbar.

Unter einer größeren Anzahl verschiedener in Betracht kommender Pollenformen glich derjenige von *Gentiana pneumonanthe* dem fraglichen Pollen am besten\*.

In den untern Mergelschichten der Bohrpunkte 10 und 2 fand ich regelmäßig auch Pollen von Gramineen, allerdings lange nicht in so großer Menge wie er gelegentlich anderwärts angegeben wird, ferner verschiedene Fossilien, die als Sporen gedeutet wurden. Der Pollen von Hippophaë war sehr selten.

Auf eine Erscheinung, die ich in der Literatur noch nirgends erwähnt fand, möchte ich als Ergänzung zu diesem moorgeologischen

\* Für Überlassung von einschlägigem Herbarmaterial bin ich der Leitung des Geobot. Inst. Rübel zu Dank verpflichtet.

schen Abschnitte noch kurz hinweisen. Es betrifft knollenförmige Gebilde, die im folgenden kurz Torfknollen genannt werden.

Von Anton Graf erhielt ich im Herbst 1934 eine Torfprobe aus der Gegend von Punkt 17, in der Gebilde von meistens ovaler oder kugeliger Form und 1—3 cm Durchmesser eingebettet waren. (Abb. 8, Nr. 1.) Neben dieser häufigsten Form kamen aber auch verzweigte vor (Abb. 8, Nr. 2). Die meisten dieser Torfknollen

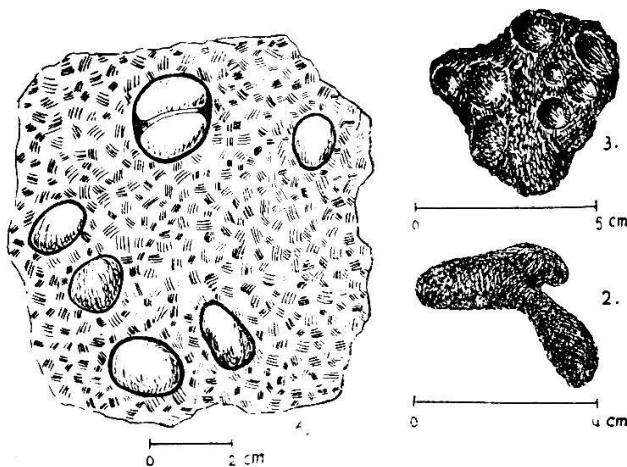


Abb. 8. 1. Torfstück mit Torfknollen *in situ*.  
2. Abnorm geformte Torfknolle.  
3. Torfstück mit herausgefallenen Torfknollen.

lagen einzeln und lose in einer Höhlung, waren aber von der umgebenden Torfmasse durch einen schmalen Zwischenraum scharf abgegrenzt. Gelegentlich fand ich auch zwei in einer Höhlung. An einzelnen Stellen waren die Knollen nesterweise beisammen. Dabei waren dann die Zwischenwände durchbrochen. Die meisten waren von einer weißen Schicht überzogen und hoben sich scharf von der sie umgebenden Torfmasse ab. An einzelnen Knollen konnten Eindrücke von benachbarten beobachtet werden. Abb. 9 gibt den Schichtenaufbau des betreffenden Aufschlusses.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß der weiße Überzug ein Pilzmyzel war, das auch das Innere der Knollen selber sowie den umgebenden Torf durchzog. Die Hyphen waren verzweigt. Es konnten septierte und nichtseptierte beobachtet werden. Ihre Dicke betrug  $2,5 \mu$ . Die Knollen unterschieden sich in ihrer Zusammensetzung und im Gehalt an Mikrofossilien nicht vom umgebenden Seggentorf. Mehrmalige Untersuchungen ergaben Radizellen, Hyphen, Sporangien, Annuli und massenhaft Sporen

von *Dryopteris thelypteris* sowie Pollen von Hasel, Linde, Ulme, Erle und Föhre.

Wie Abb. 9 zeigt, ist die betreffende Torfknollenschicht, die eine maximale Mächtigkeit von 28 cm erreichte, auf der linken Seite ziemlich scharf und geradlinig begrenzt. Im Spätherbst des-

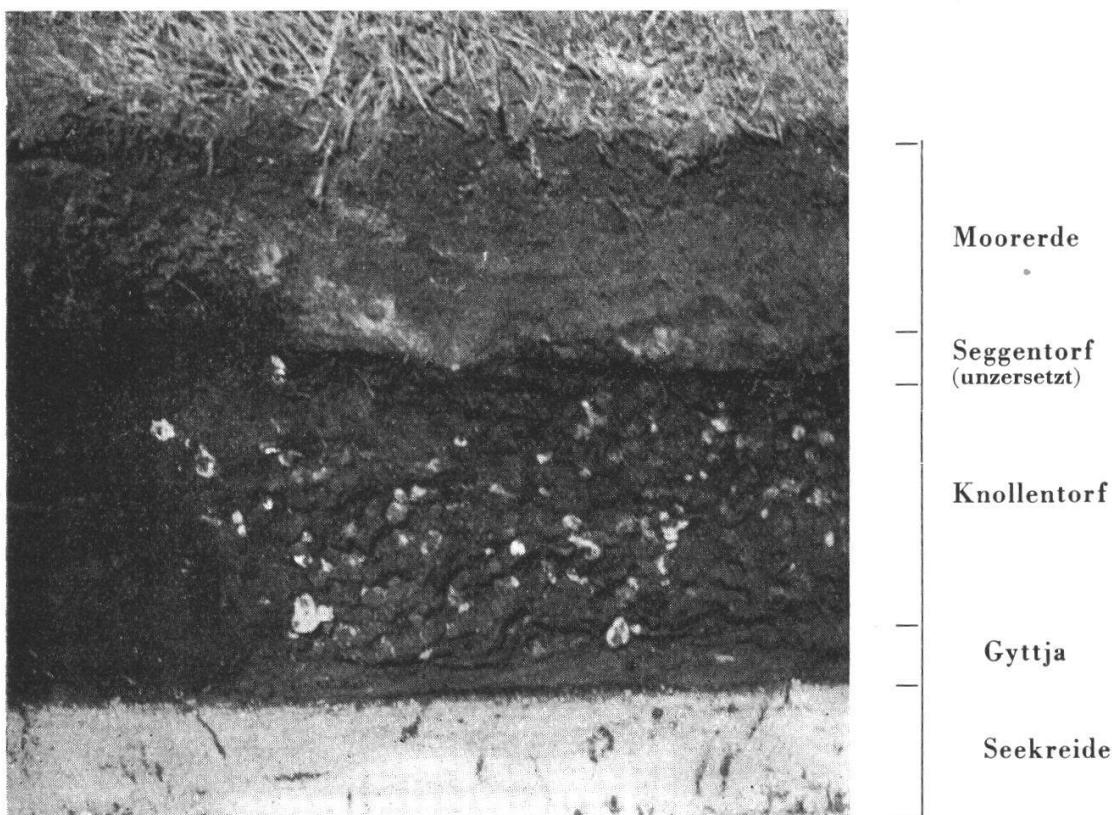


Abb. 9. Torfknollenprofil aus der Nähe von Punkt 17.  
Phot. A. Graf (†)

selben Jahres besuchte ich in Begleitung von Graf die Fundstelle und beobachtete an einem neuen Aufschluß folgendes Profil:

- a) 20 cm Moorerde,
- b) 23 cm Seggentorf, stark zersetzt, mit Torfknollen,
- c) 5 cm Gyttja, in ihrem obersten Teile noch mit vereinzelten Torfknollen,
- d) 10 cm Seekreide.

Die knollenführende Schicht war also an dieser Stelle etwas weniger mächtig als in Abb. 9.

Den Torfstechern ist dieser «Knollentorf» schon lange bekannt, und zwar ihrer Aussage nach hauptsächlich von solchen Stellen, die mehr peripher liegen und früher mit Gebüsch bewachsen waren. Es betrifft dies stärker ausgetrocknete Moorteile.

Möglicherweise handelt es sich bei der Absonderung dieser Knollen vom übrigen Torf um die Wirkung eines Pilzes, dessen Gedeihen erst nach der Abtorfung und Austrocknung der oberen Schichten möglich wurde. Weitere Untersuchungen, namentlich bezüglich Bestimmung des Pilzes sind bis jetzt keine gemacht worden\*.

## **Wald- und Klimageschichte**

Um die nötige Grundlage für das Verständnis des Durchschnittsdiagramms und der Verknüpfung desselben mit den Kulturschichten der mesolithischen und neolithischen Epochen zu schaffen, wird es am zweckmäßigsten sein, an Hand der einzelnen Diagramme die gemeinsamen Züge aus der Geschichte jeder Baumart zusammenzufassen. Dabei ist dann auch Gelegenheit gegeben, auf Abweichungen und Besonderheiten der betreffenden Baumkurven im einen oder andern Diagramm hinzuweisen, ohne daß die Übersicht verlorenginge.

In mehreren Profilen wurde die Analyse nach oben nur so weit ausgeführt, als sie für die Festlegung der Uferlinien notwendig war.

Die absoluten Pollenzahlen der Hasel wurden in Prozenten des Waldbaumpollens ausgedrückt.

### **I. Waldfreie Zeit**

Durch den größeren Gehalt an Nichtbaumpollen und Sporen in den Gletschertonen und in den untern Mergelschichten heben sich die vorbirkenzeitlichen Abschnitte (im Diagramm 2 von 5,8 m und im Diagramm 10 von 6,5 m an abwärts) von den jüngern Horizonten ab. Es handelt sich bei diesen ältesten Diagrammabschnitten um die **waldfreie Zeit**, wie sie Firbas (1935) im Federseemoor und Lüdi (1939) am Genfersee nachgewiesen haben. Zur Hauptsache mögen Strauchbirken und Zwergweiden

---

\* Nach Mitteilung von Herrn Dr. E. Schmid, Zürich, könnte es sich um Tierlosung handeln. Herr Prof. Dr. Gams, Innsbruck, berichtet mir von ähnlichen Funden aus dem Tirol und vermutet, daß Hirschlosung in Betracht kommen könnte. Ich verdanke diese beiden Hinweise. Der Mikrofossilgehalt der Knollen widerspricht aber wohl dieser Deutung.

das Gebiet des Wauwilersees besiedelt haben. Wahrscheinlich belebten auch kleinere Föhrenbestände das Landschaftsbild.

Übereinstimmend ergibt sich ferner aus den beiden Diagrammen eine zeitliche Gliederung dieser waldfreien Zeit, in einen oberen Abschnitt mit den Pollen wärmeliebender Baumarten und einen untern, in dem diese fehlen. Im untersten Abschnitt des Diagramms 2 tritt die Vorherrschaft der Weide klar hervor. Sie setzt sich in den tiefen Spektren (57—66) fort (Tab. 4). Diese wurden wegen Pollenarmut nicht im Diagramm auf-

Nr. des Prof.	Nr. d. Probe	Tiefe in cm	Betula	Salix	Pinus	Corylus	Abies	Picea	Zahl d. Präp.
10	71	795	—	3	10	—	—	—	9
	72	803	—	8	4	—	—	—	6
	73	812	—	—	4	—	—	—	4
	74	819	—	—	1	1	—	—	4
	75	827	1	—	1	—	—	1	5
2	57	672	2	9	6	—	—	—	3
	58	684	5	7	3	—	—	—	3
	59	697	1	12	3	—	—	—	3
	60	708	3	10	6	—	—	—	3
	65	827	—	5	6	—	—	1	3
	66	852	—	8	6	1	1	—	3

Tab. 4. Pollenzahlen in den untersten Spektren der Bohrprofile 10 und 2.

genommen. Die Dominanz der Weide in den Spektren 52—66 des Diagramms 10 (Abb. 21) braucht nicht unbedingt als Beweis für arktisches Klima angesehen zu werden, sondern lässt sich durch lokale Verschiedenheiten in den Beständen erklären. Auch bei erhöhter Konkurrenz vermochte sich die Weide an ihr zusagenden Stellen, etwa an den Hängen des westlichen Moränenzuges noch lange zu halten, während der Abhang des Wauwilerberges mehr Birken- und Föhrenbestände trug. Der Einfluß derselben machte sich beim Diagramm 2, das näher am Berge liegt als Diagramm 10, bemerkbar.

Der fossile Weidenpollen war deutlich kleiner als rezenter Pollen von *Salix caprea*, *S. fragilis*, *S. nigra*, *S. purpurea* und *S. triandra* nach Behandlung mit Schwefelsäure. Diese Pollenarten konnten freilich auch nicht erwartet werden, dennoch schien mir ein Vergleich angezeigt zu sein. Im fossilen Material wurden nach Oberflächenstruktur, Umrißformen und Größe zur Hauptsache drei verschiedene Typen unterschieden. Genauere Untersuchungen mußten wegen Zeitmangel unterbleiben.

Der Pollen der Föhre ist in allen Horizonten der waldfreien Zeit verhältnismäßig reichlich vertreten, gelegentlich dominiert die Föhrenkurve sogar. Es liegt die Vermutung nahe, daß im Diagramm 2 das Föhrenmaximum unter der Birkenkurve nicht zufällig sei, sondern einer stärkern Ausbreitung der Föhre entspreche. Auch Diagramm 10 weist im entsprechenden Abschnitt hohe Föhrenwerte auf.

In der Tabelle 5 sind Größenmessungen von Föhrenpollen aus den neun untersten Spektren vom Diagramm 10 angegeben. Wenn sie auch statistisch nicht ausgewertet werden kann, so gibt sie doch Aufschluß über das Vorhandensein der Pinusarten.

Nr.	45.0	47.5	50.0	52.5	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0	67.5	70.0	72.5	75.0
64	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
65	1	1	.	.	.	1	3	3	.	1	.	.	.
66	1	.	.	2	1	3	.	5	.	1	.	.	.
67	.	.	1	.	3	3	3	3	.	2	.	.	.
68	.	.	2	2	1	.	3	3	1	.	.	1	1
69	.	.	.	.	.	1	1	2	1	1	.	1	.
70	.	.	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
71	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
72	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Total	3	1	7	4	6	10	10	17	4	5	.	2	2

Tab. 5. Länge der Pinuspollen in  $\mu$  aus den untersten Schichten des Bohrprofils 10.

Soweit die Pollengröße einen Rückschluß erlaubt, war in allen Spektren *Pinus silvestris* und in einigen auch *Pinus montana* vertreten. In den Proben 68—71 sind die vier größten Pollen vielleicht *Pinus cembra* zuzuweisen.

Das obenerwähnte Vorkommen von Pollen wärmeliebender Bäume bedarf einer besondern Erörterung.

In einer größeren Anzahl von Spektren ergaben sich Pollen von Hasel, Eiche, Ulme, Linde, Erle, Buche, Tanne und Fichte. Nach der Analyse des ersten Profils hielt ich Verunreinigung der Proben für wahrscheinlich. Nachdem dann aber im zweiten Profil dieselben Pollenarten wieder auftraten, lag die Vermutung nahe, daß es sich um autochthonen Pollen handle. Indirekt spricht für die Richtigkeit dieser Ansicht auch der Umstand, daß in den Schichten der Weidenzeit der Pollen der genannten Bäume sozusagen vollständig fehlt, so im Diagramm 2 von Spektrum 54 an abwärts und im Diagramm 10 von Spektrum 70 an (siehe auch Tab. 4). In über fünfzig Präparaten, die aus mehreren Bohrproben stammten, ergaben sich nur zwei Hasel-, drei Tannen- und ein Fichtenpollen.

Im weiteren ist zu sagen, daß der Pollen wärmeliebender Bäume auch in den birkenzeitlichen Schichten wieder fast vollständig fehlt.

Es müßte großer Zufall sein, wenn in gleichaltrigen Schichten zweier verschiedener Profile Verunreinigungen vorgekommen sein sollten, während sie in ältern und jüngern Horizonten ausblieben

Die Annahme, daß die fraglichen Pollen sich an primärer Lagerstätte befanden, ist deshalb wohl berechtigt.

Am wahrscheinlichsten scheint mir eine Verknüpfung der jüngern waldfreien Zeit mit der ersten Föhrenzeit des Diagramms von Urbis in den Vogesen möglich, wo Oberdorfer (1937) den Pollen wärmeliebender Bäume angibt. Bemerkenswert ist auch das Auftreten der Pollen von Tanne, Fichte, Erle, Ulme, Hasel und Buche in den Schichten der Birken- bzw. der ausklingenden Weidenphase, wie sie neuestens Lüdi (1939) im Hintern Geißboden (Zugerberg 930 m) nachweist. Für Buche hält er eine Verwechslung mit Hippophaë als möglich. Doch sind die andern Pollen für sich allein schon beweiskräftig genug für das Vorhandensein dieser Baumarten in nicht allzu großer Entfernung. Die Vermutung auf Verunreinigung erwies sich als unbegründet, da neue Aufschlüsse dasselbe Resultat zeigten.

Bei der Erklärung dieser Erscheinung neigt Lüdi (l. c.) zur Ansicht von Iversen hin, wonach es sich im Geißboden um umgelagerten Pollen älterer Herkunft handle (nach Lüdi zit.). Im Wauwilermoos könnte es sich um interglazialen oder tertiären Pollen handeln. In diesem Falle müßte man erwarten, daß er Kor-

rosionserscheinungen aufweisen würde. Einmal hätte die Möglichkeit bestanden, daß er zeitweiser Austrocknung ausgesetzt war, sodann müßte der Transport auf sekundäre Lagerstätte ebenfalls zerstörend gewirkt haben. Übrigens beobachtete ich [1937], daß sogar in einer autochthonen, interglazialen Gyttja die meisten Pollen stark korrodiert waren.

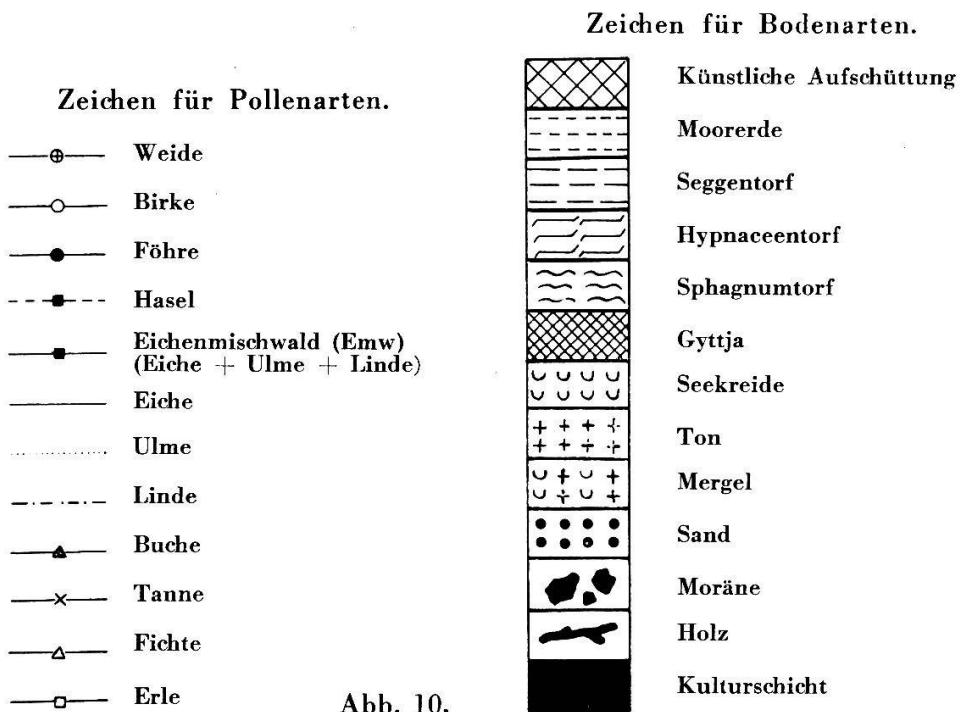


Abb. 10.

Nach meinen Beobachtungen war aber der Pollen in beiden Profilen nicht korrodiert, sondern ebensogut erhalten wie in den jüngeren Schichten. Im weitern spricht der Umstand, daß die betreffenden Pollenarten auch anderwärts und ungefähr in gleicher Lage in den Diagrammen auftreten, also in Schichten, die unter gleichen klimatischen Bedingungen entstanden sind, ebenfalls gegen eine Verlagerung des Pollens. Viel günstiger Zufall wäre notwendig gewesen, um überall eine Umlagerung in gleiche Waldzeiten zu gewährleisten. Die Annahme einer Klimabesserung scheint näherliegend und auch ungezwungener zu sein.

Zum Schluß sei noch die Verknüpfung dieses Abschnittes der Waldgeschichte mit den Rückzugsstadien des Reußgletschers versucht.

Wenn, wie auf Seite 17 vermutet wurde, die obersten Horizonte des Gletschertons gleichaltrig sind wie die Moränen von Sursee, so könnte die Weidenzeit mit dem Zürichstadium, die

Zeit des Vorstoßes wärmeliebender Bäume mit dem darauffolgenden Zwischenstadium und die Birkenzeit mit dem Bühlstadium parallelisiert werden.

## II. Verbreitung der einzelnen Baumarten in der Waldzeit.

### Birke (Betula).

Eine größere Anzahl von Diagrammen beginnt mit einem deutlichen Birkenmaximum. Der Durchschnitt aus sechs Diagrammen ergibt 90 %. Von ihrem Maximum fällt die Birkenkurve rasch auf wenige Prozente, um bis ans Ende der längsten Diagramme meistens unter 10 % zu bleiben; hier ist vielfach die Birke nur noch mit 5 % oder noch weniger vertreten, gelegentlich ist die Kurve sogar ganz unterbrochen. In den Diagrammen 2 und 10 ist die Birkenzeit in ihrem vollen Umfange erfaßt.

Wenn man die Holzfunde von Egolzwil 2 während der Grabung durchmusterte, so fiel die große Menge der Birkenstämme auf. Die Außenpalisade bestand zum weitaus größten Teil aus Birkenstämmen, woraus man den Schluß ziehen könnte, die Birke wäre zur Zeit der neolithischen Siedlungen massenhaft, in überwältigender Dominanz, repräsentiert gewesen, was aber nach den Ergebnissen der pollenanalytischen Untersuchung nicht möglich sein kann. Zweifellos waren es Gründe der Bequemlichkeit und Zweckmäßigkeit, die den Neolithiker veranlaßten, Birke zu bevorzugen. Die meist in nächster Nähe wachsenden schlanken und geraden Stämme mit leicht schneidbarem und im Wasser verhältnismäßig gut haltbarem Holz stachen den Bewohnern des Moores sicherlich sofort in die Augen.

Gibt so das Holzinventar kein klares Bild von der damaligen Waldzusammensetzung, so bewahrt es uns anderseits doch davor, ins andere Extrem zu verfallen und etwa, wie mehrere Diagramme vermuten lassen könnten, anzunehmen, daß die Birke zeitweilig sogar ganz gefehlt habe oder doch mindestens recht spärlich vorgekommen sei. Durch niedrige Birkenprozente in den mit den Siedlungen gleichaltrigen Schichten zeichnen sich besonders aus: Schötz 1 mit nur 1—2 %, Egolzwil 3 mit 3—5 %, Punkt 5 mit 3 %. Es läßt sich kaum beurteilen, wieweit die Nutzung der Birkenbestände durch den Menschen die Pollenkurve beeinflußte.

Aus den Diagrammen geht aber jedenfalls hervor, daß schon am Ende der Emw-Zeit die Birkenwerte auf die oben angegebenen niedrigen Minima abgesunken waren.

Auf eine in verschiedenen Diagrammen auftretende Besonderheit der Birkenkurve sei noch aufmerksam gemacht. In den Diagrammen von Schötz 1, Egolzwil 2, Egolzwil 3, Wauwil 1 und von den Punkten 2, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 37, 40 tritt unter dem Haselanstieg deutlich wieder eine Zunahme der Birkenprozente auf. Nur angedeutet ist diese Abweichung in den Diagrammen 13, 21, 25, 27 und 36. Die erstgenannten Punkte liegen alle mit Ausnahme von Punkt 5 auf dem nördlichen Teil des Gebietes. Bei der großen Zahl der Diagramme, die diese Abweichung aufweisen, kann nicht gut angenommen werden, daß es sich um eine Zufälligkeit in der Pollenstreuung oder der Bewaldung handle, sondern um eine gesetzmäßige, aber nur kurz andauernde und auch nicht tief eingreifende Änderung im Waldbilde, die auch anderwärts nachgewiesen wurde.

Infolge des Auftretens dieses sekundären Birkenanstieges in ganz verschiedenen Höhenlagen hält ihn Firbas (1935) nicht in einer Temperaturerniedrigung begründet, sondern als Folge «vermehrter Niederschläge und geförderter Versumpfungsprozesse». Doch liegen für diese Annahme im Wauwilermoos keine Anhaltspunkte vor; denn vermehrte tonige Einschwemmungen in den be-

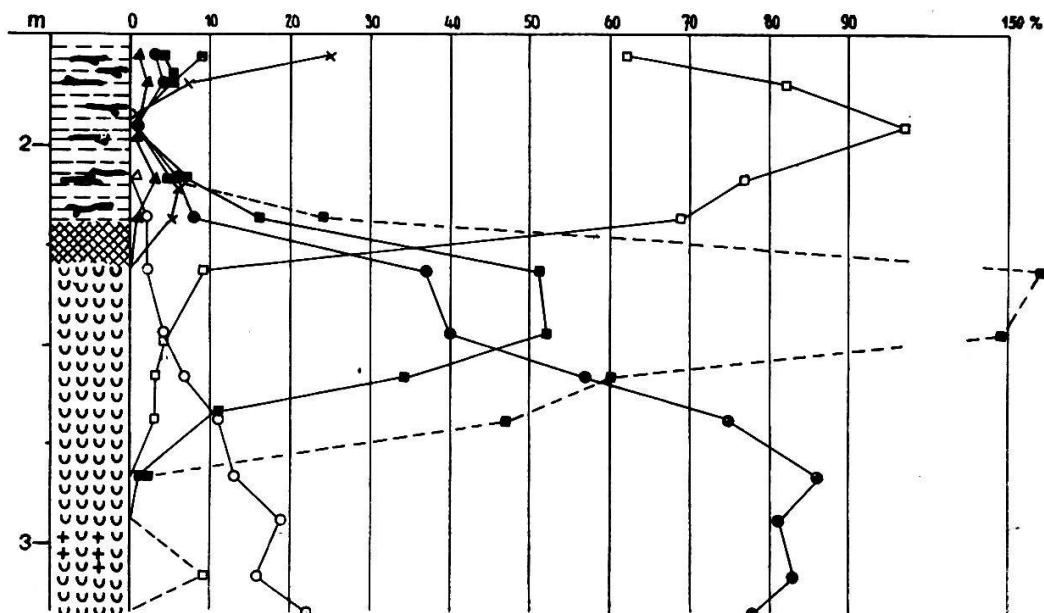


Abb. 11. Pollendiagramm von Punkt 1a.

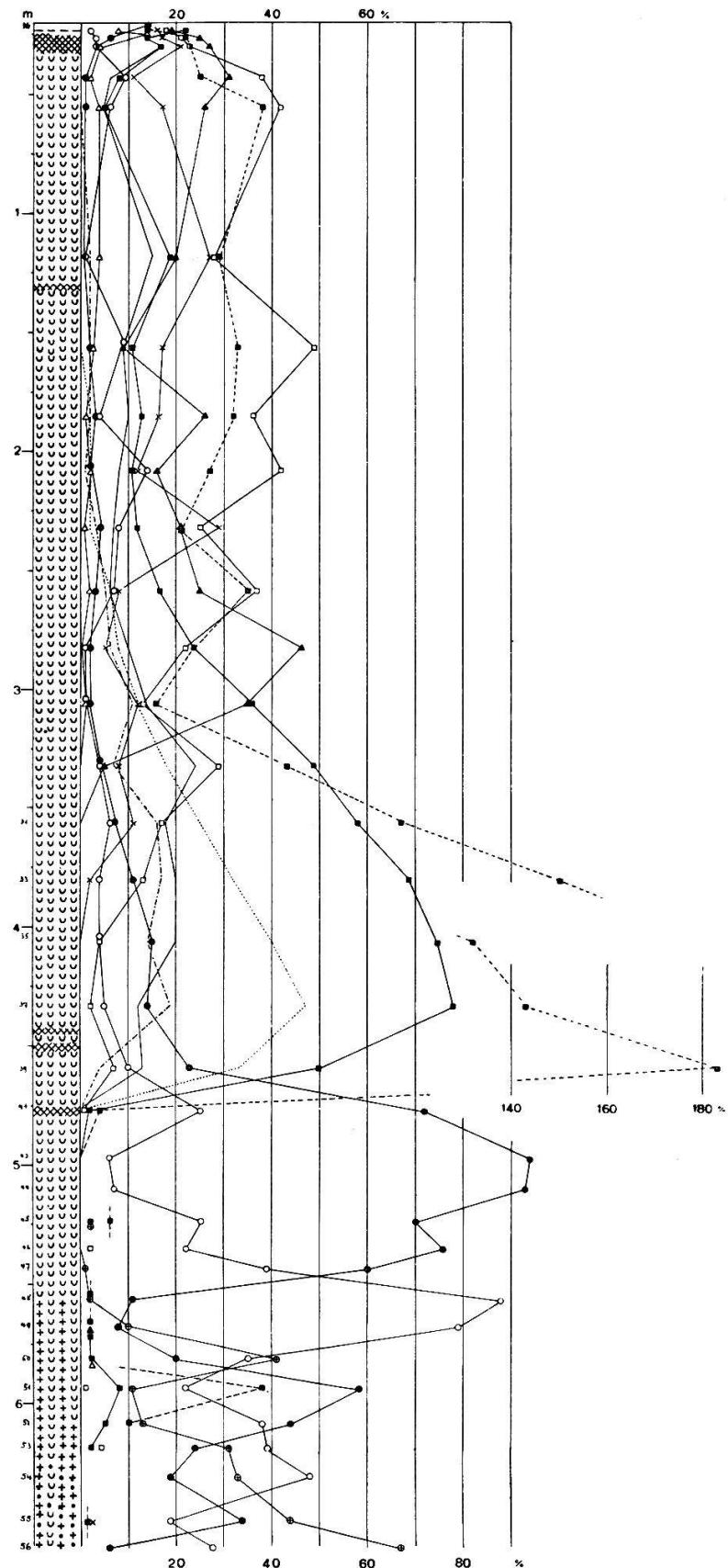


Abb. 12. Pollendiagramm von Punkt 2.

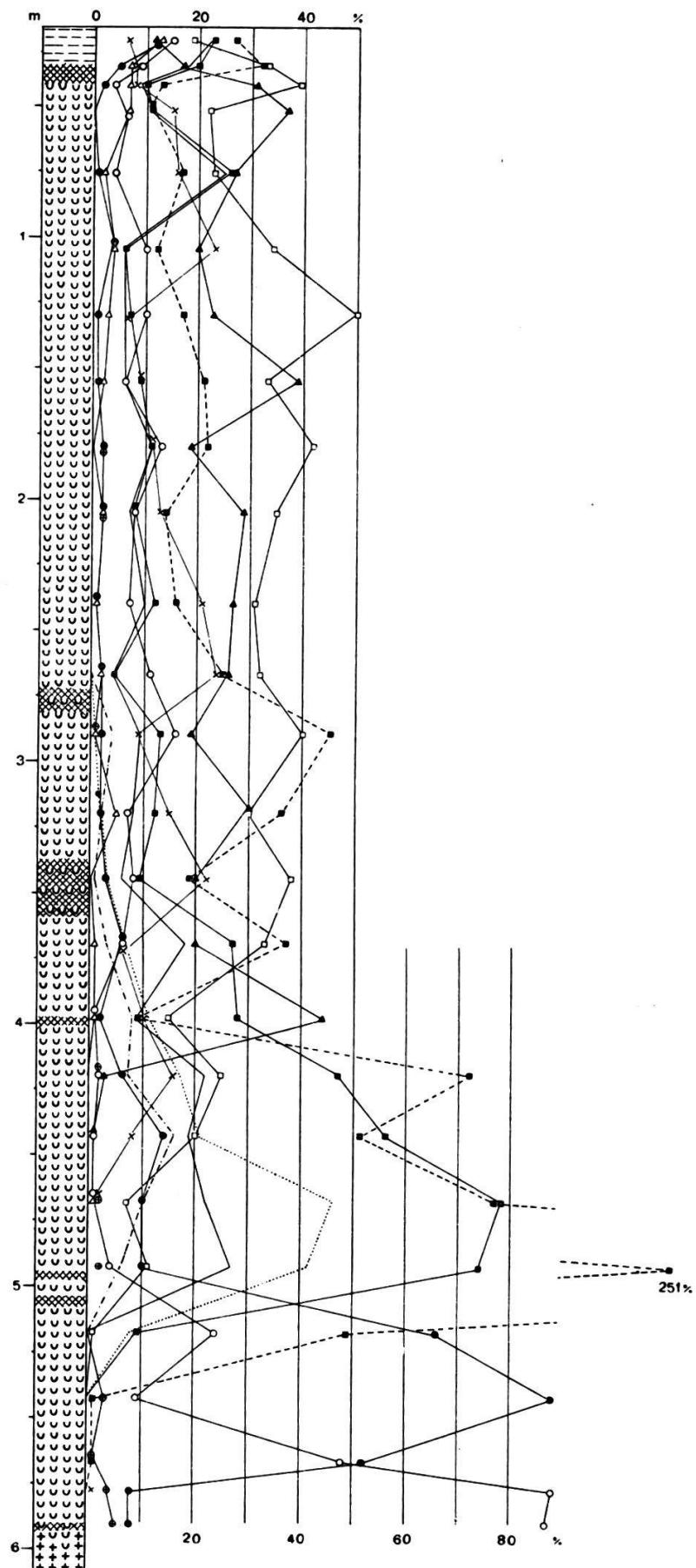


Abb. 13. Pollendiagramm von Punkt 3.

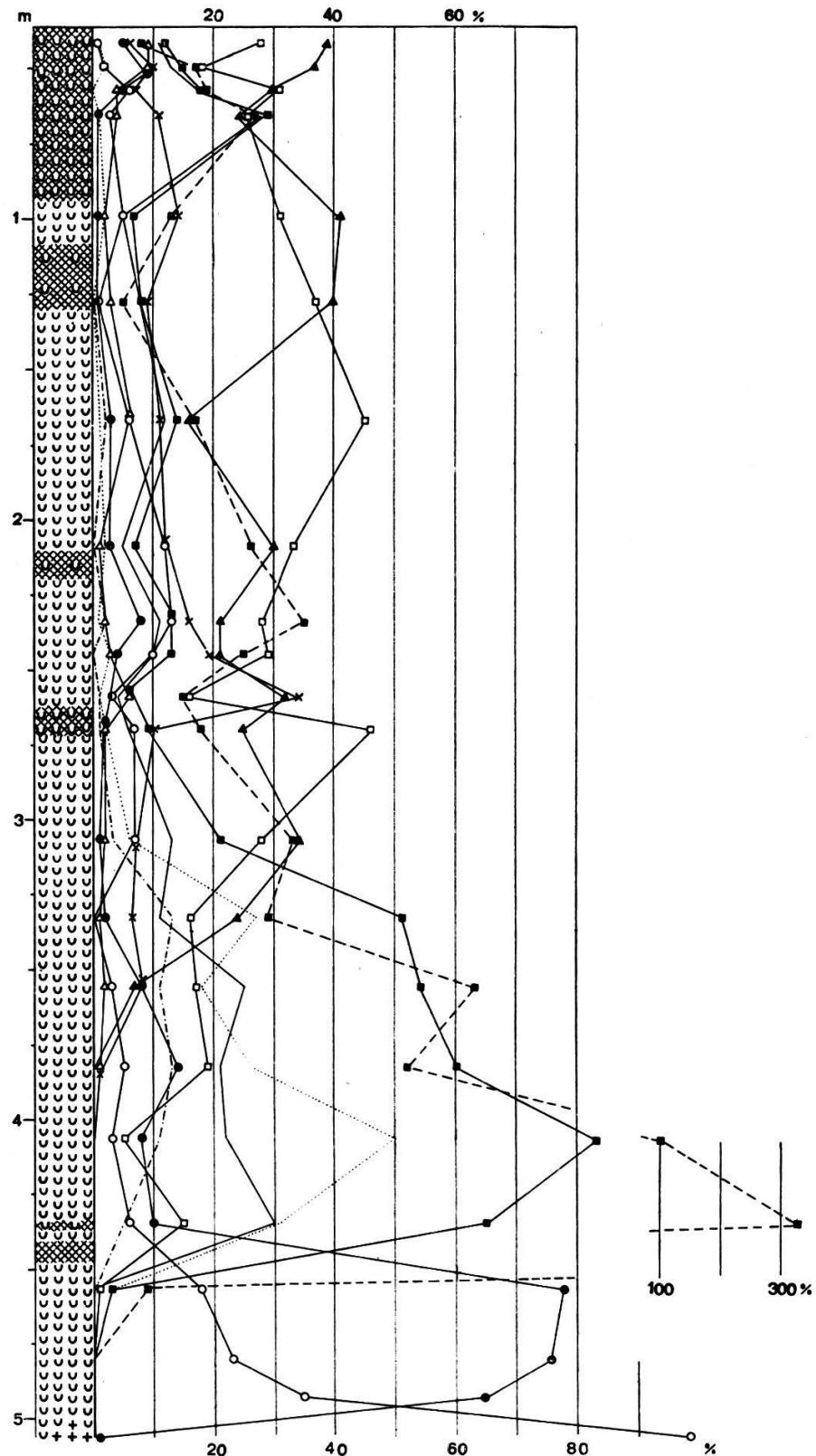


Abb. 14. Pollendiagramm von Punkt 4.

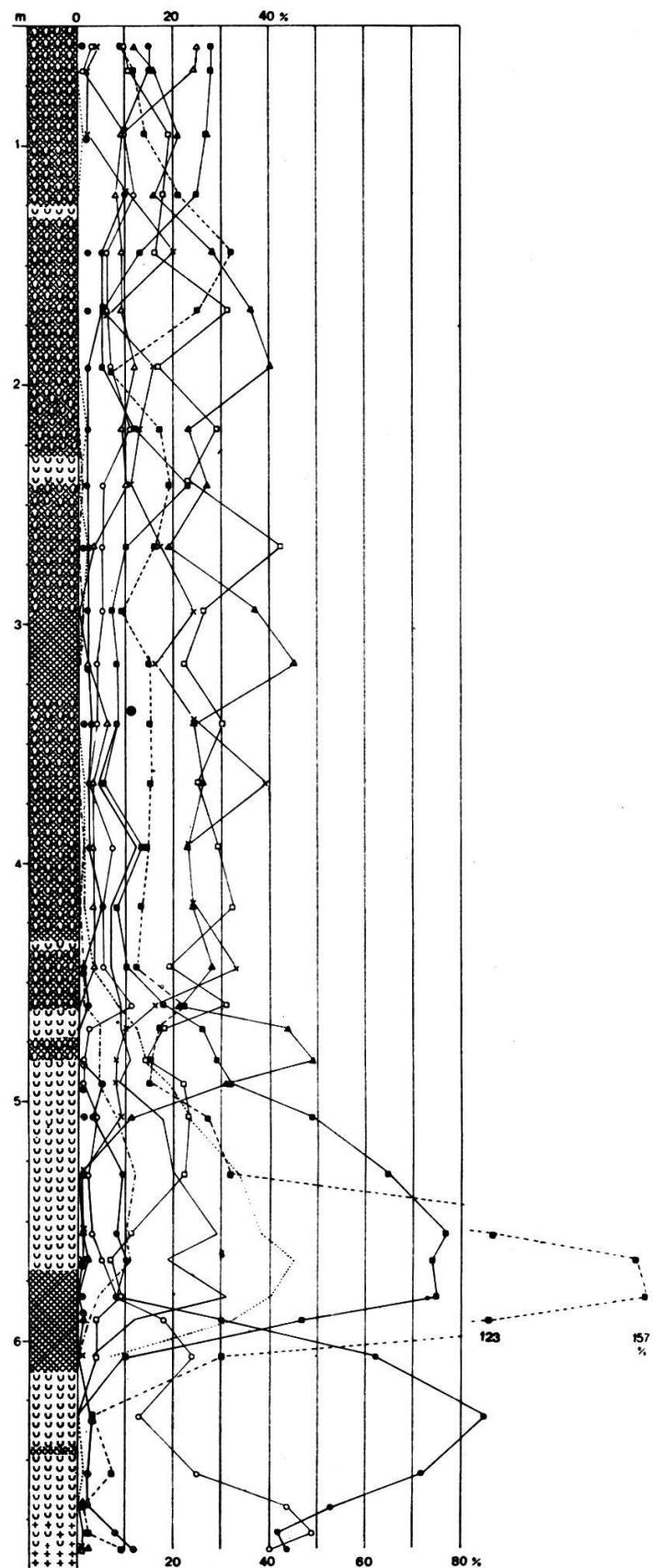


Abb. 15. Pollendiagramm von Punkt 5.

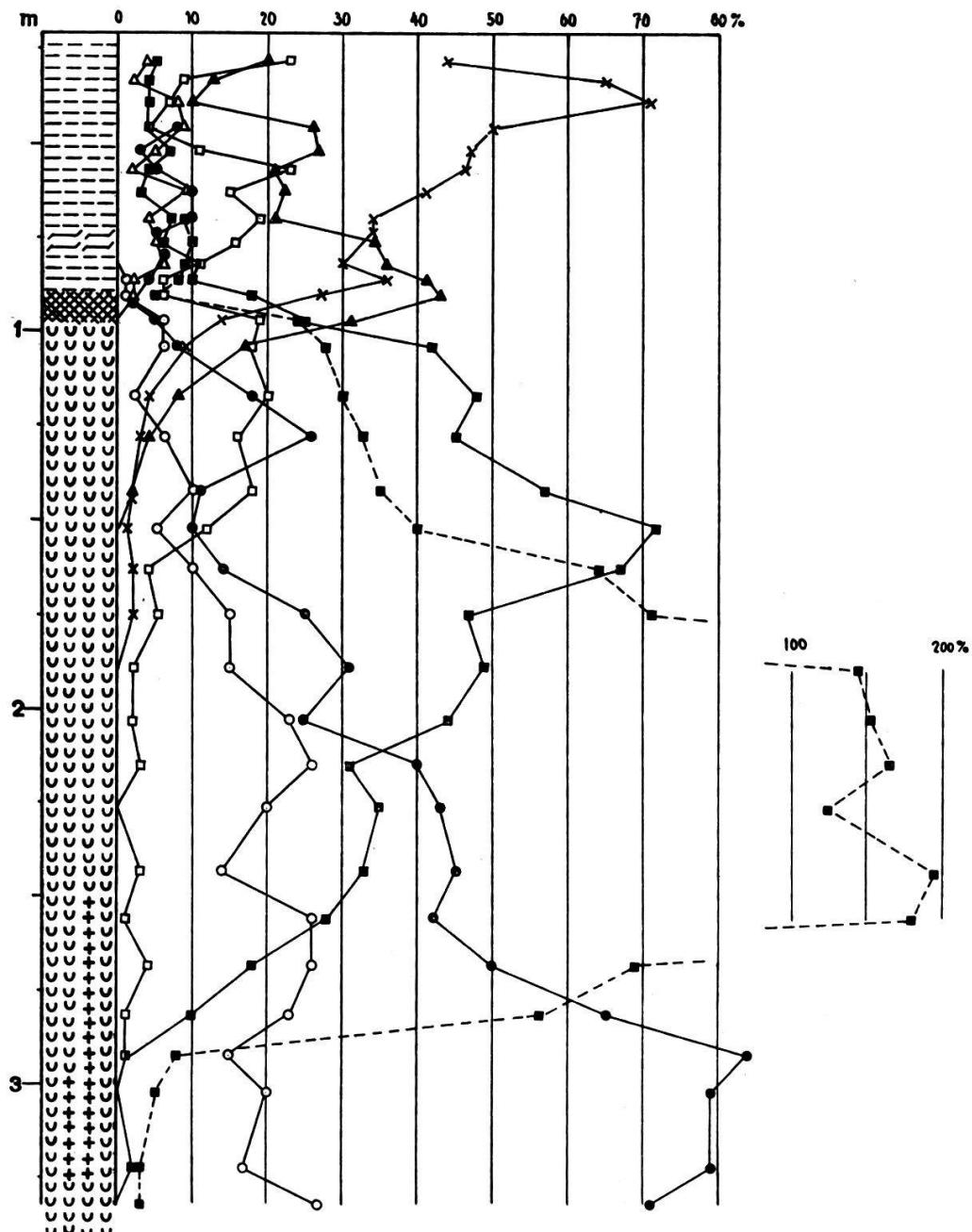


Abb. 16. Pollendiagramm von Punkt 6.

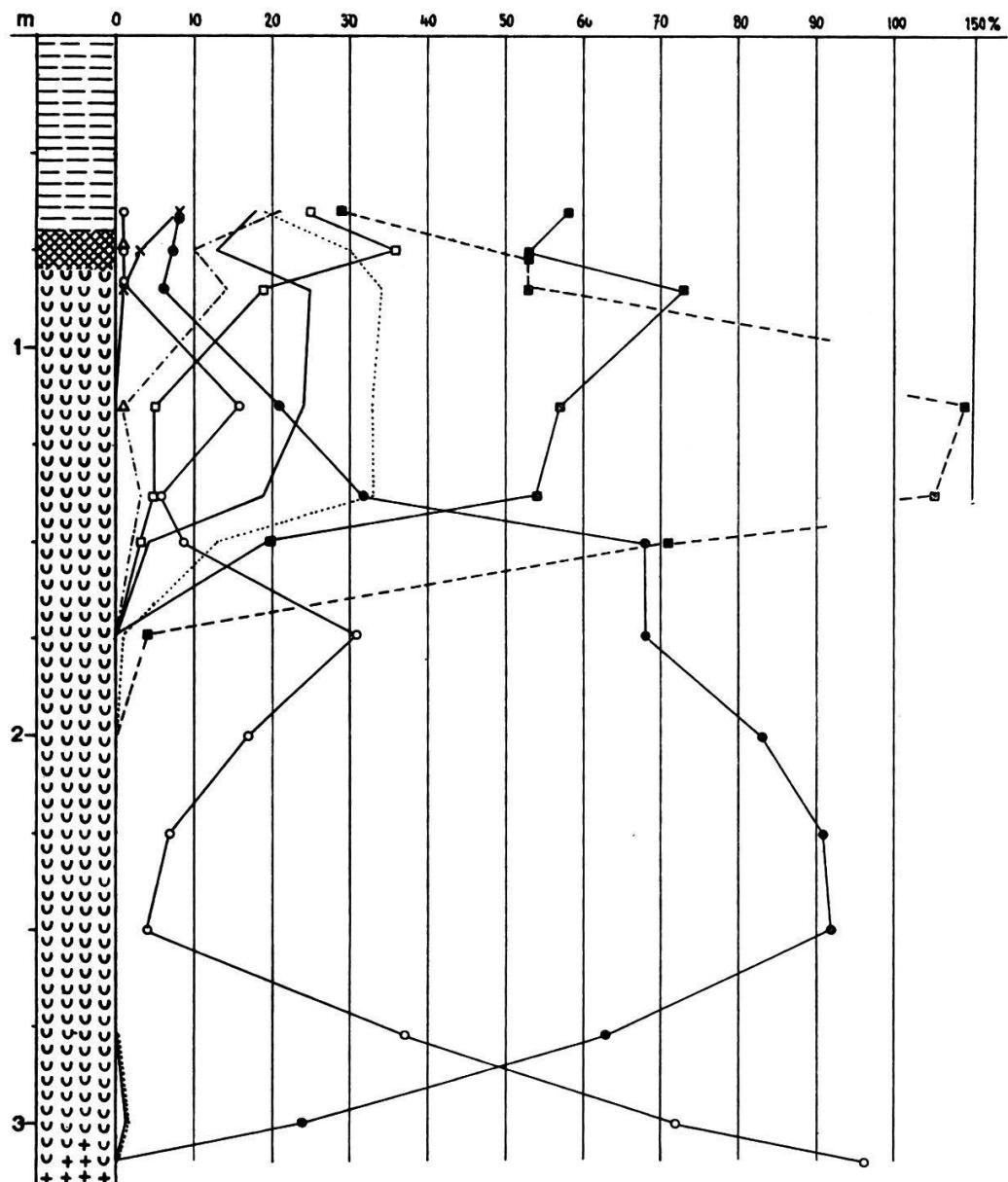


Abb. 17. Pollendiagramm von Punkt 7.

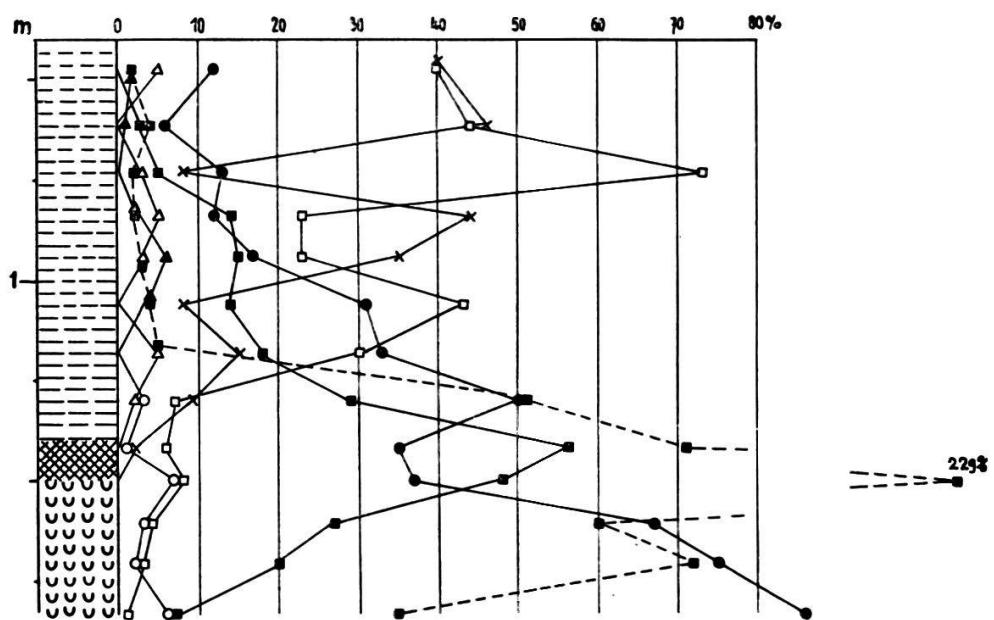


Abb. 18. Pollendiagramm von Punkt 8.

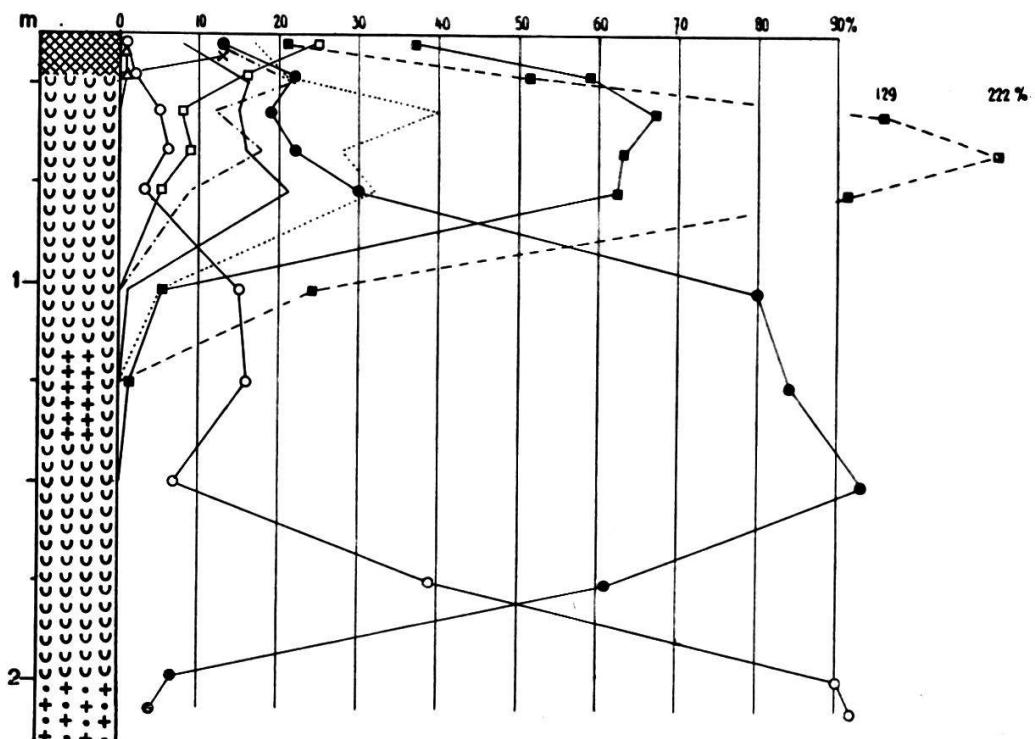


Abb. 19. Pollendiagramm von Punkt 11.

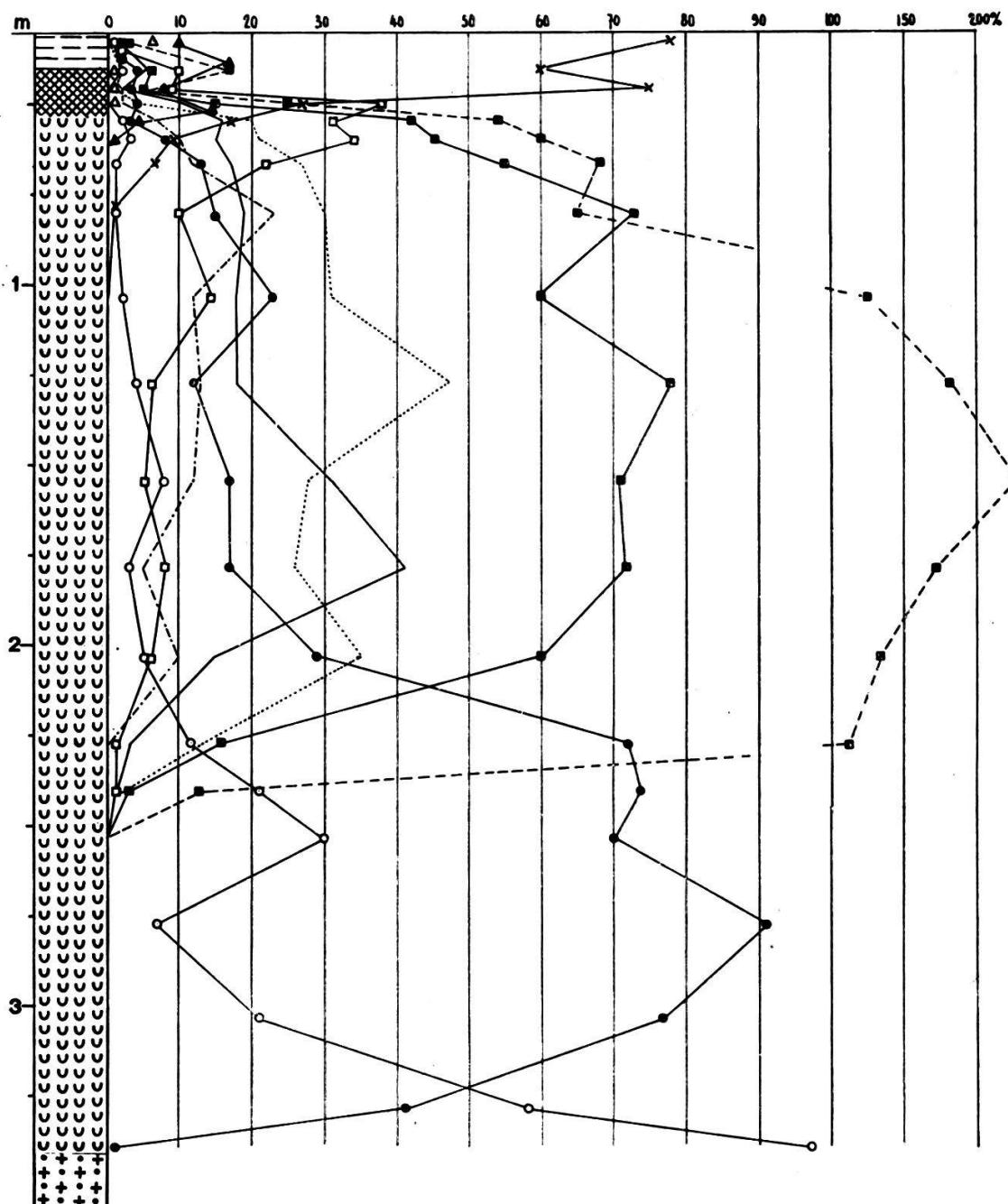
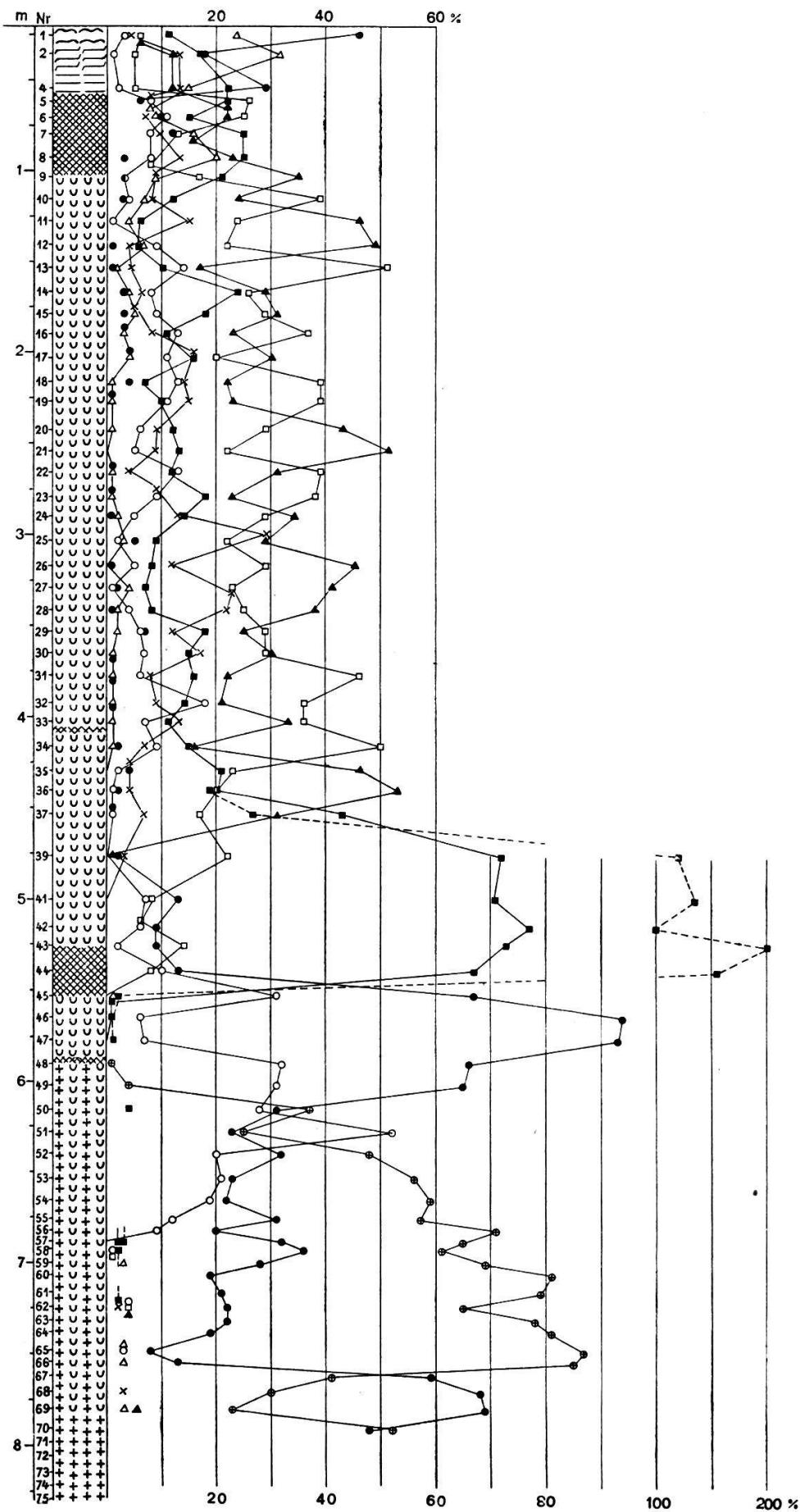


Abb. 20. Pollendiagramm von Punkt 9.



**Abb. 21. Pollendiagramm von Punkt 10.**

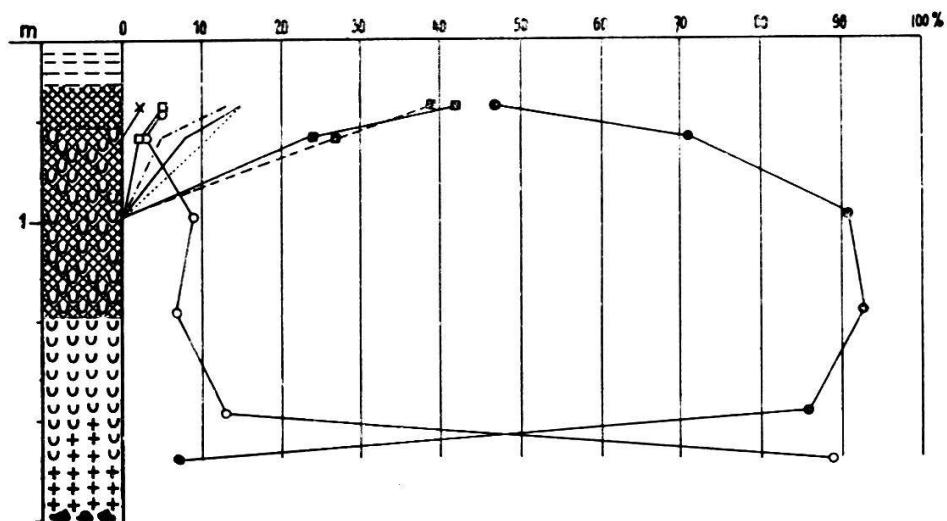


Abb. 22. Pollendiagramm von Punkt 12.

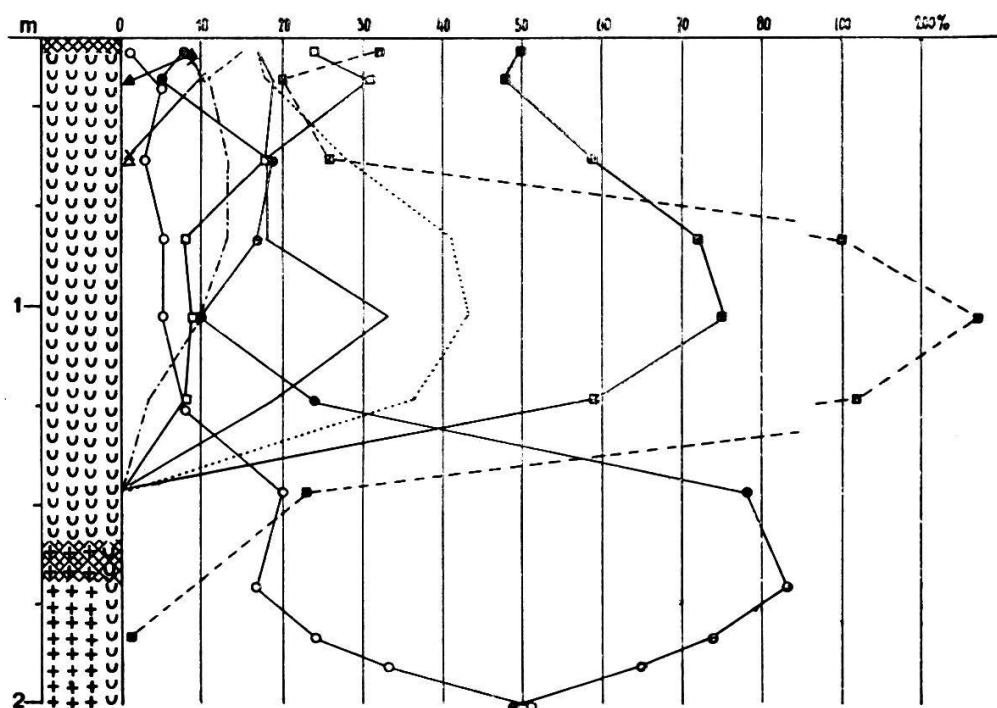


Abb. 23. Pollendiagramm von Punkt 15.

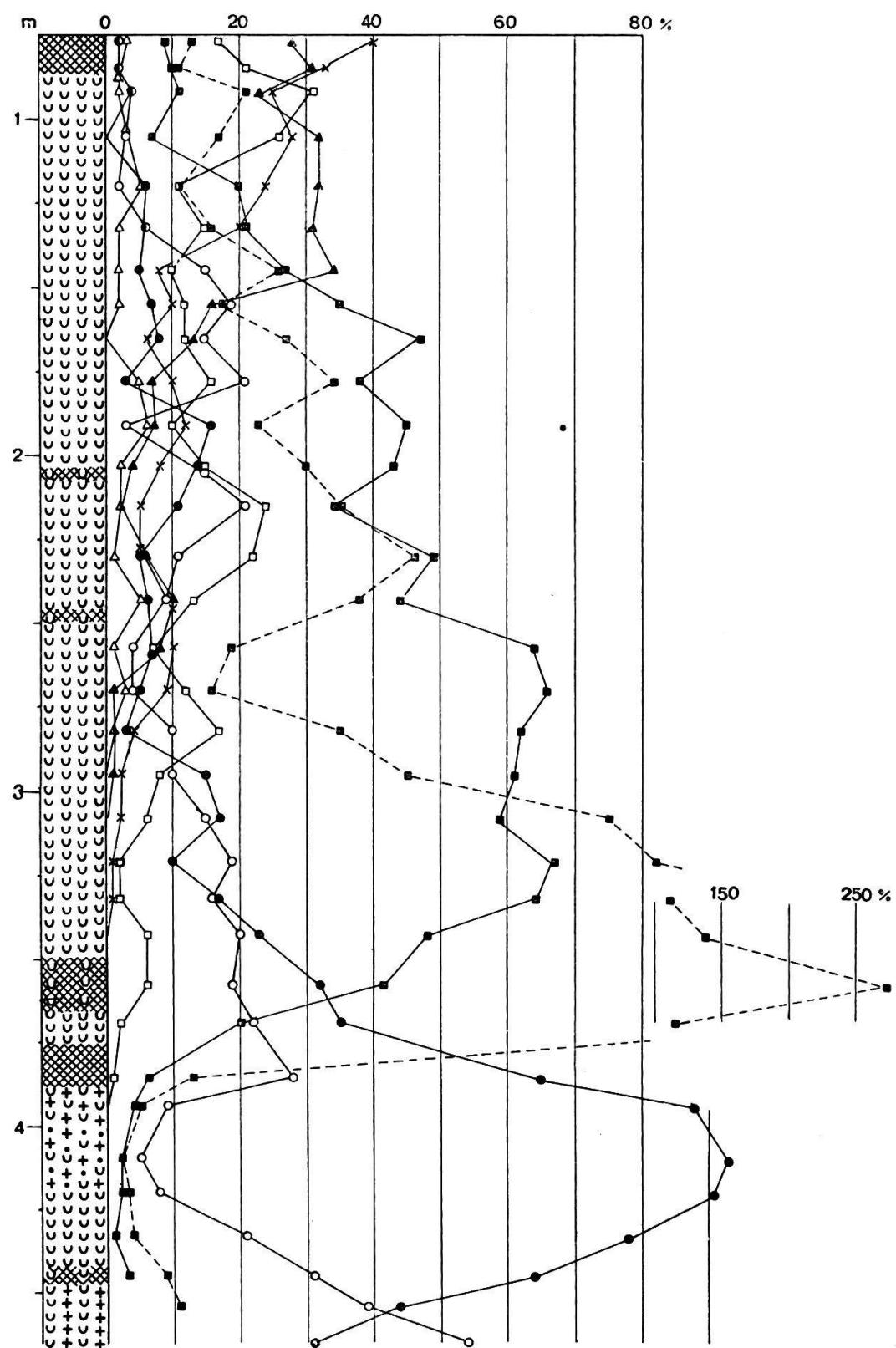


Abb. 24. Pollendiagramm von Punkt 13.

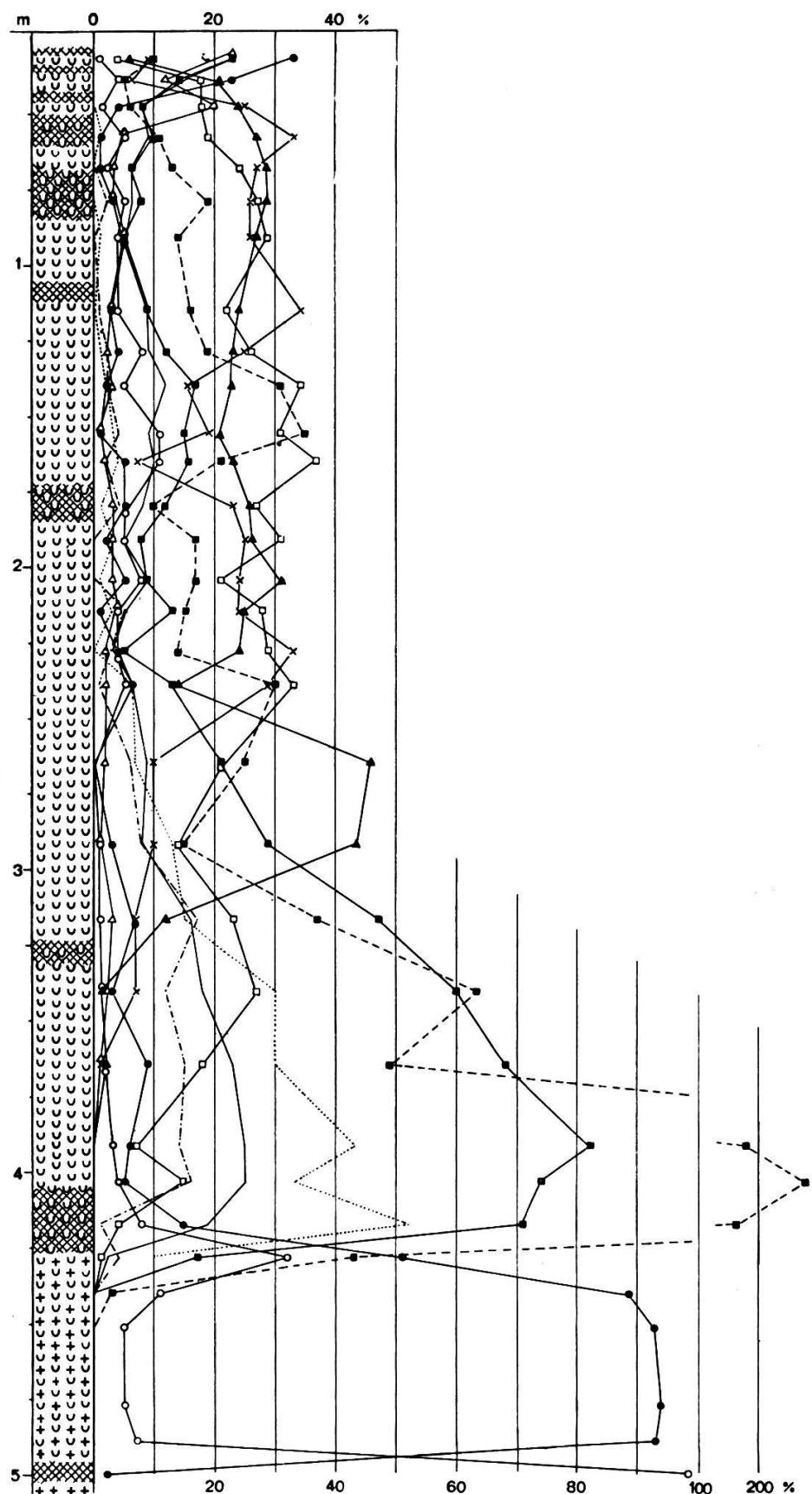


Abb. 25. Pollendiagramm von Punkt 14.

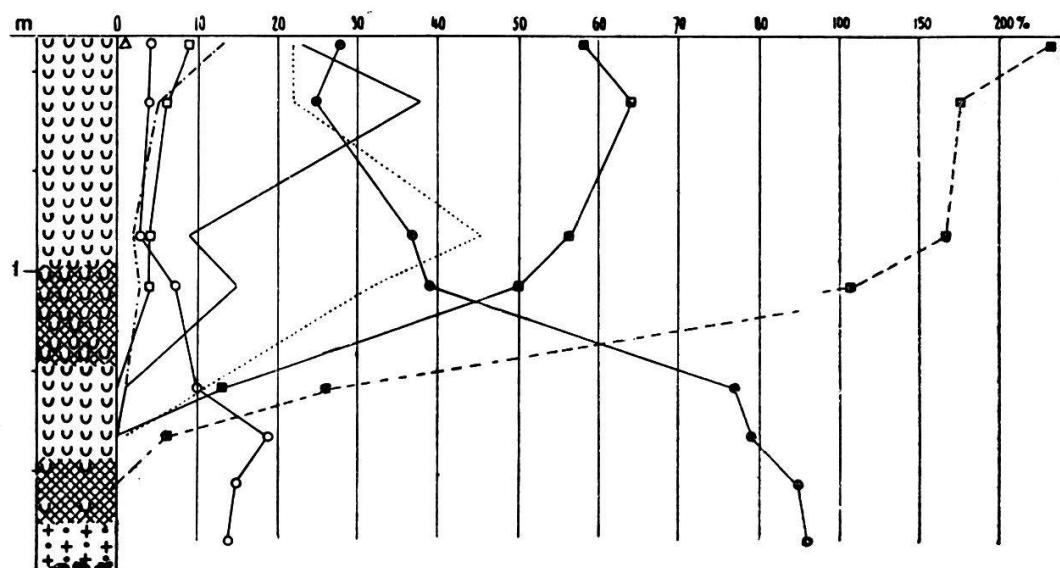


Abb. 26. Pollendiagramm von Punkt 16.

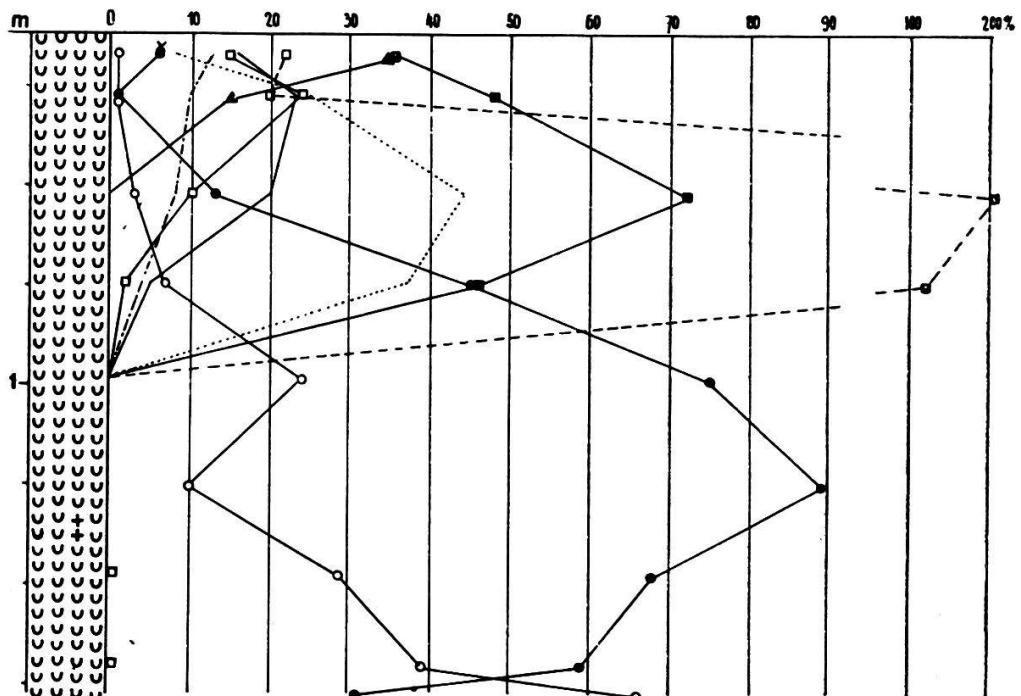


Abb. 27. Pollendiagramm von Punkt 18.

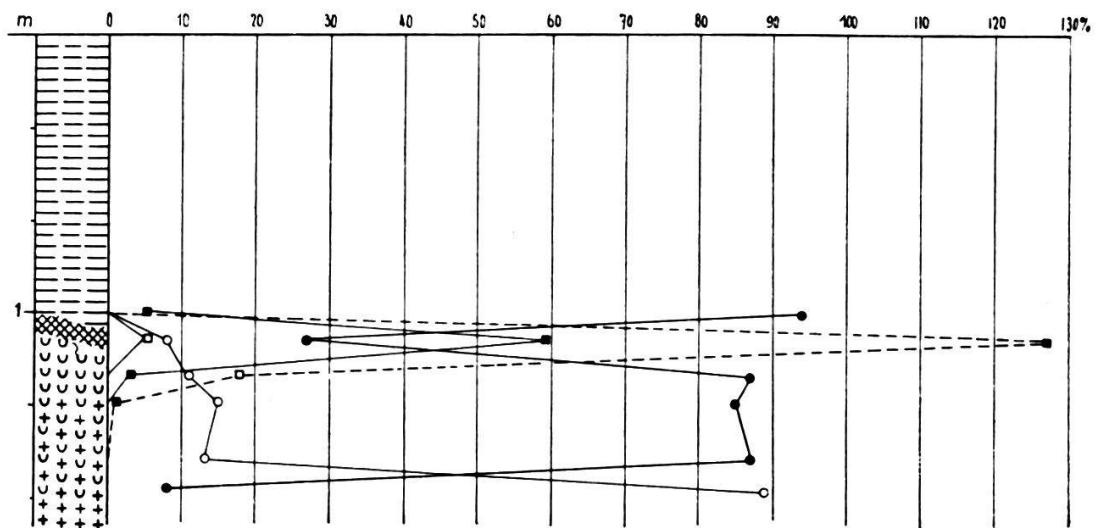


Abb. 28. Pollendiagramm von Punkt 21.

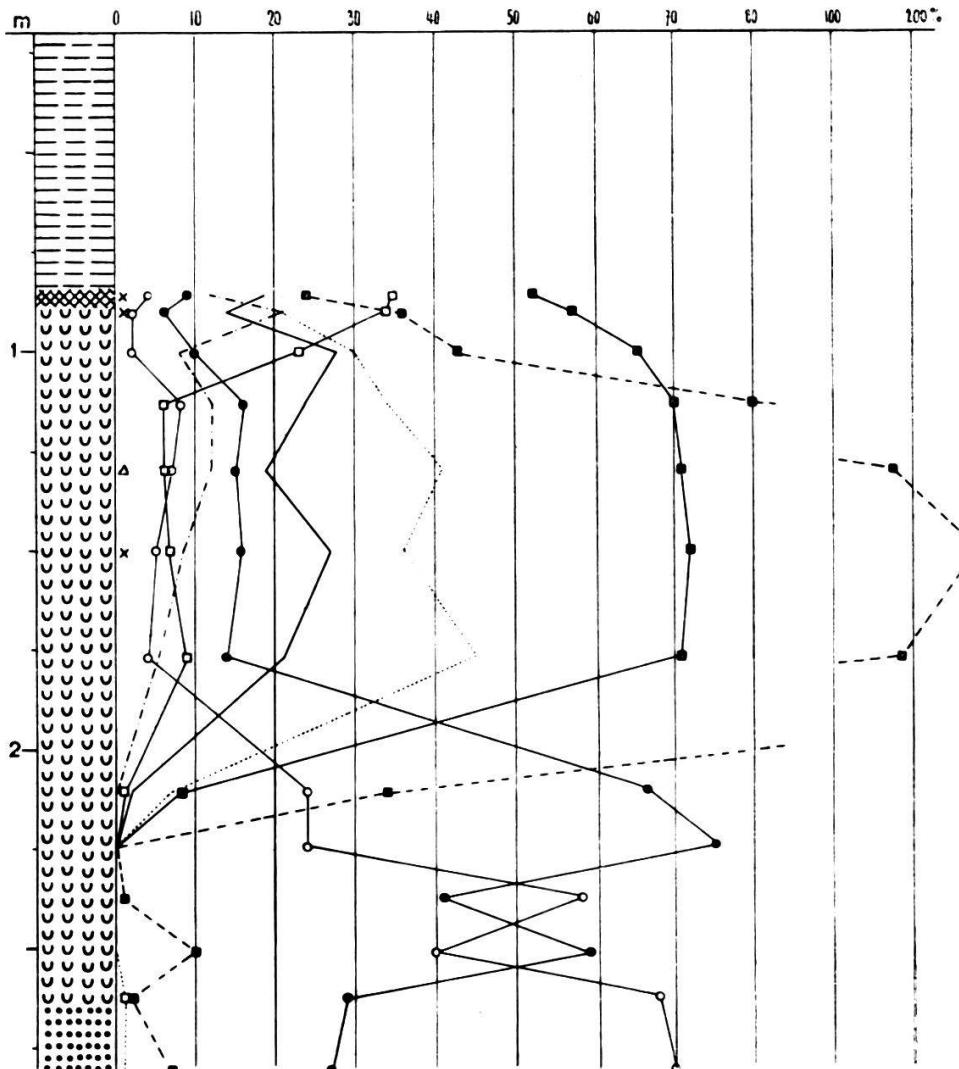


Abb. 29. Pollendiagramm von Punkt 25.

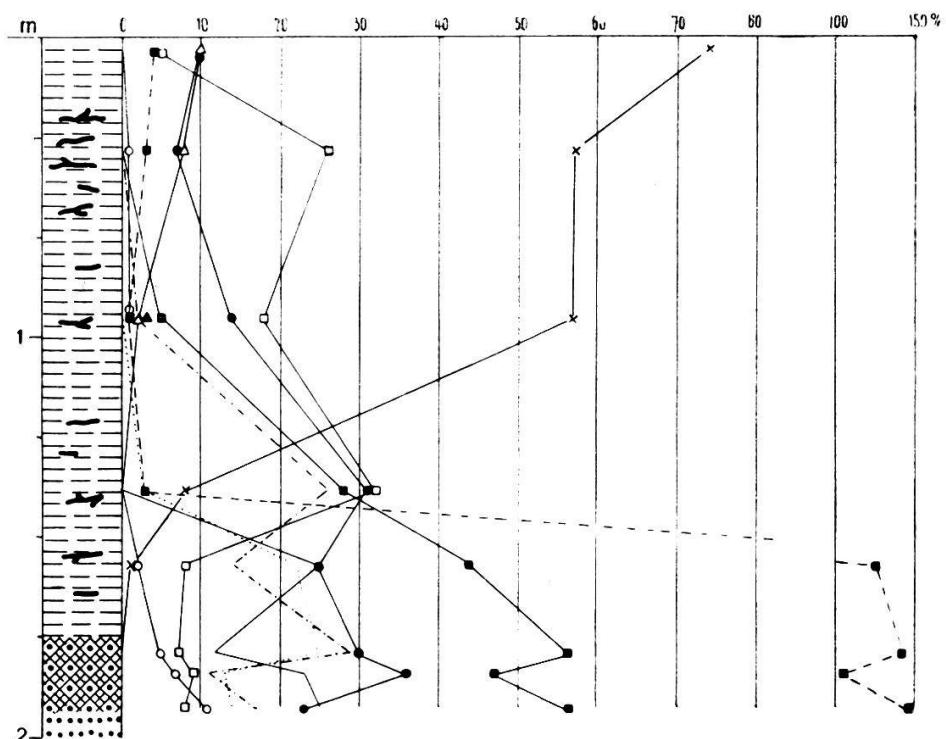


Abb. 30. Pollendiagramm von Punkt 23.

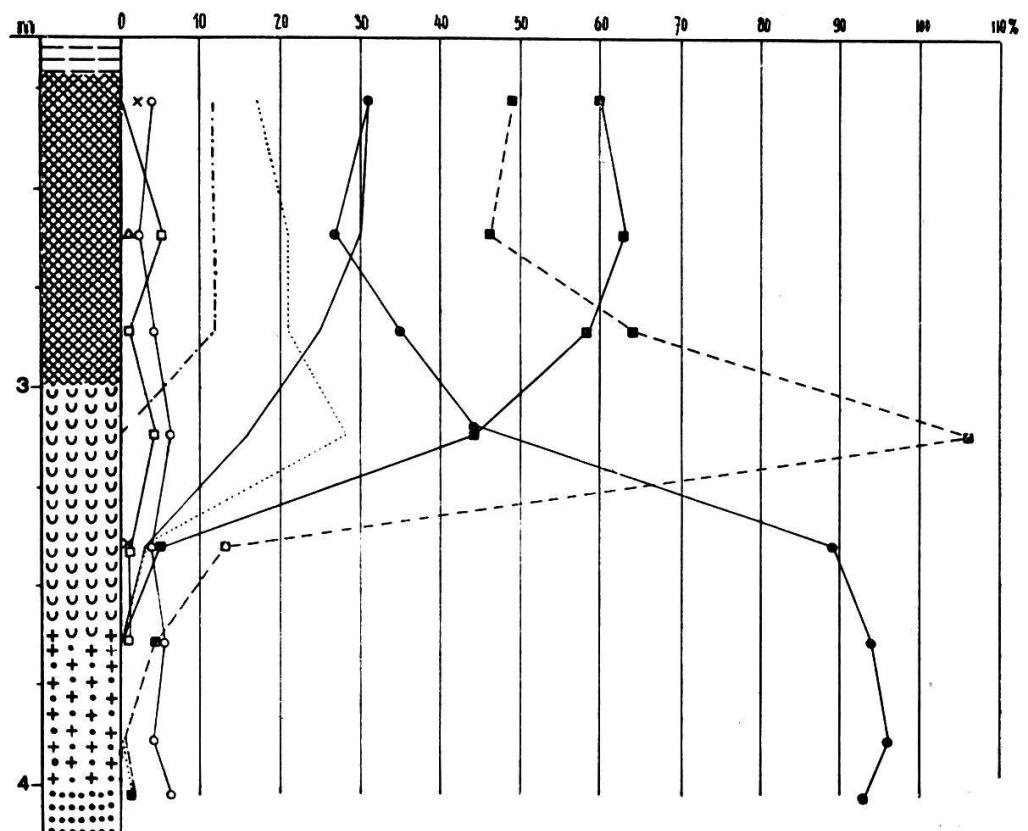


Abb. 31. Pollendiagramm von Punkt 26.

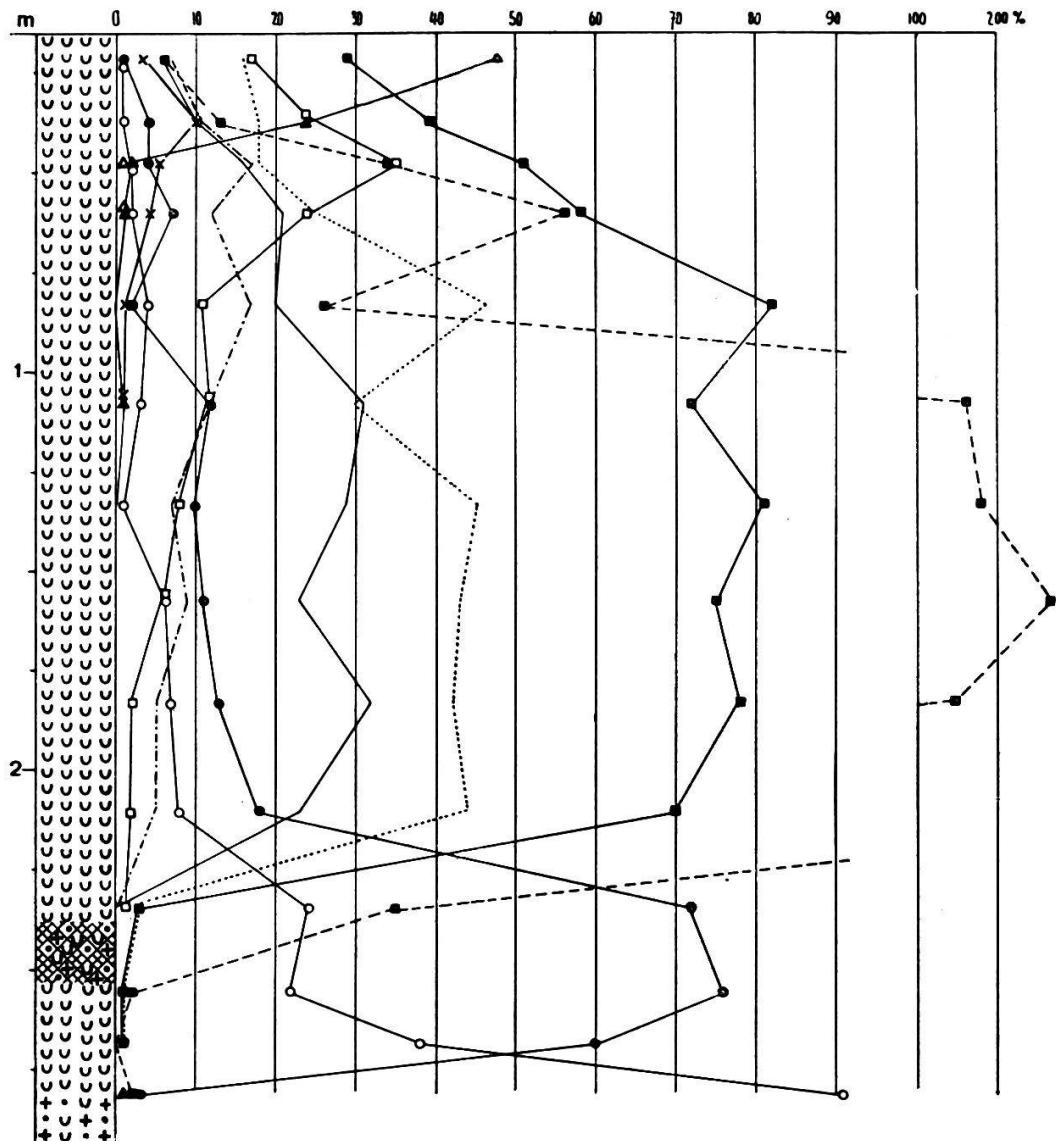


Abb. 32. Pollendiagramm von Punkt 27.

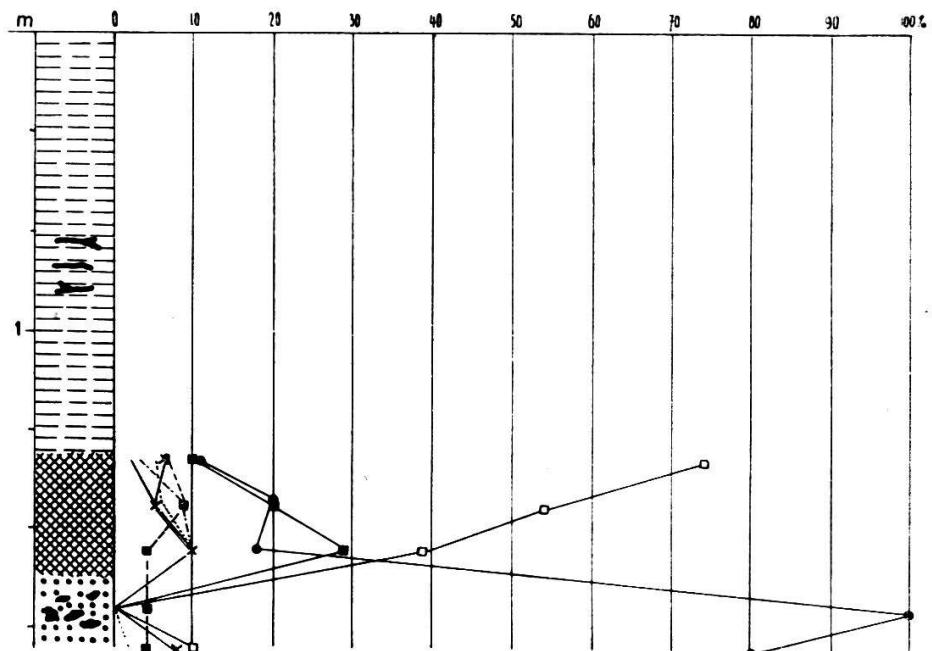


Abb. 33. Pollendiagramm von Punkt 29.

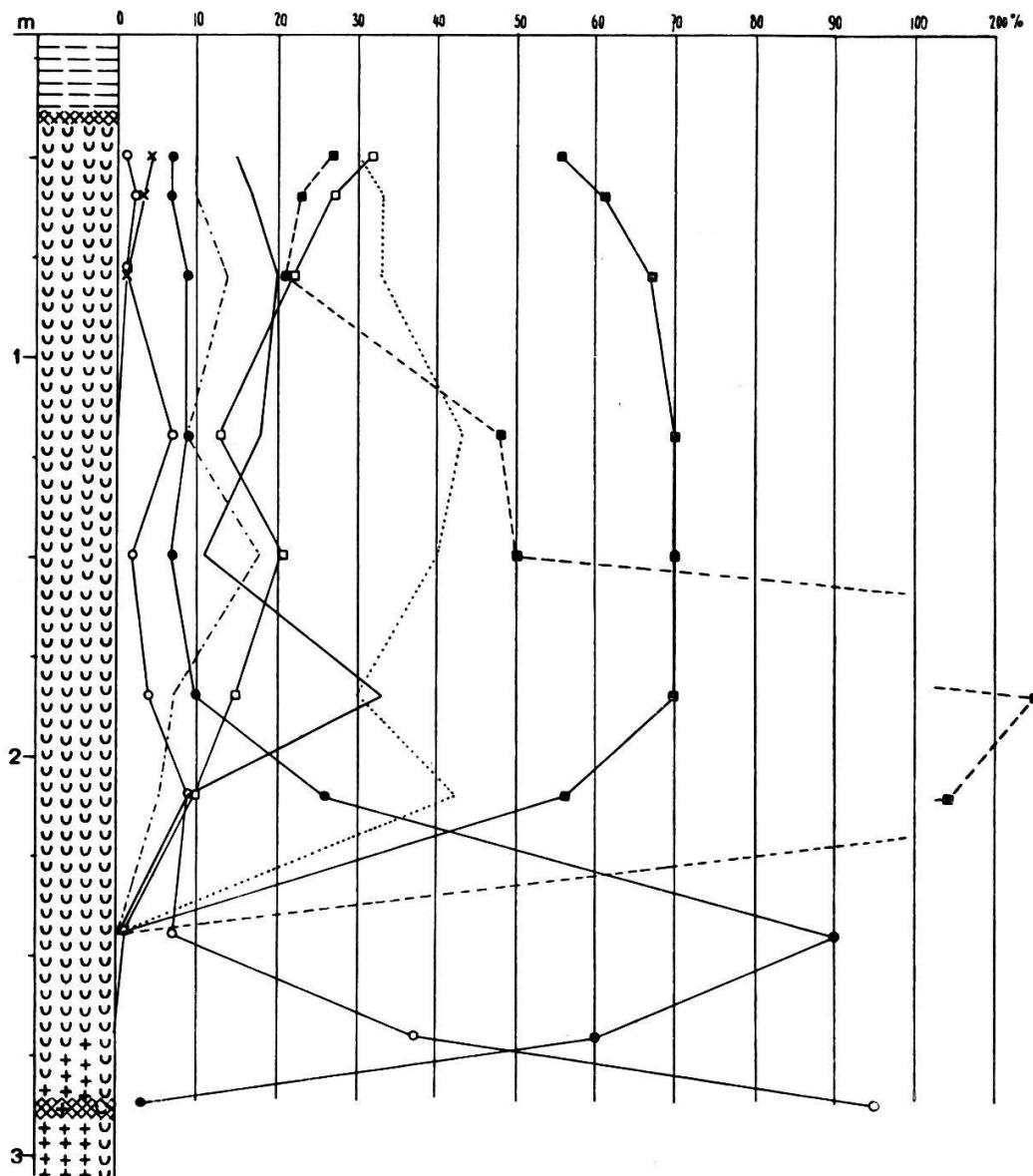


Abb. 34. Pollendiagramm von Punkt 28.

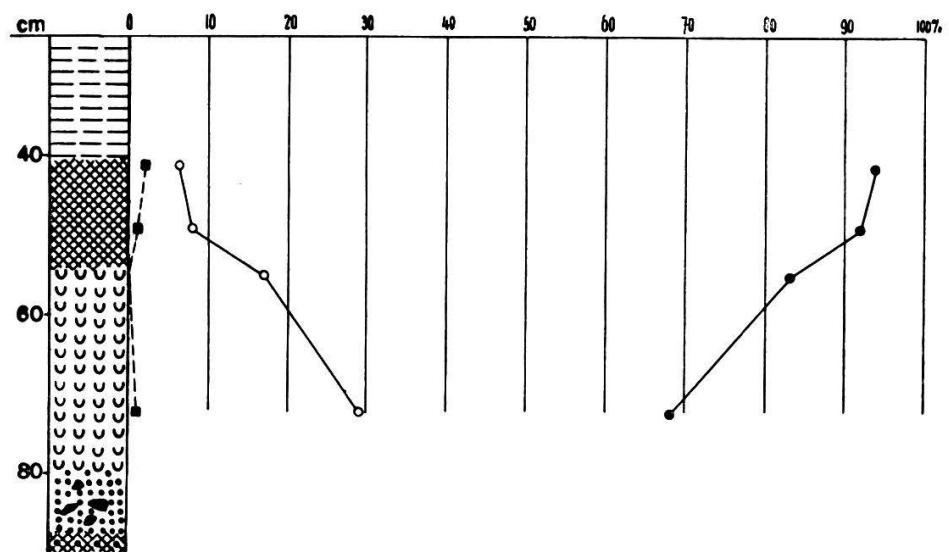


Abb. 35. Pollendiagramm von Punkt 33,

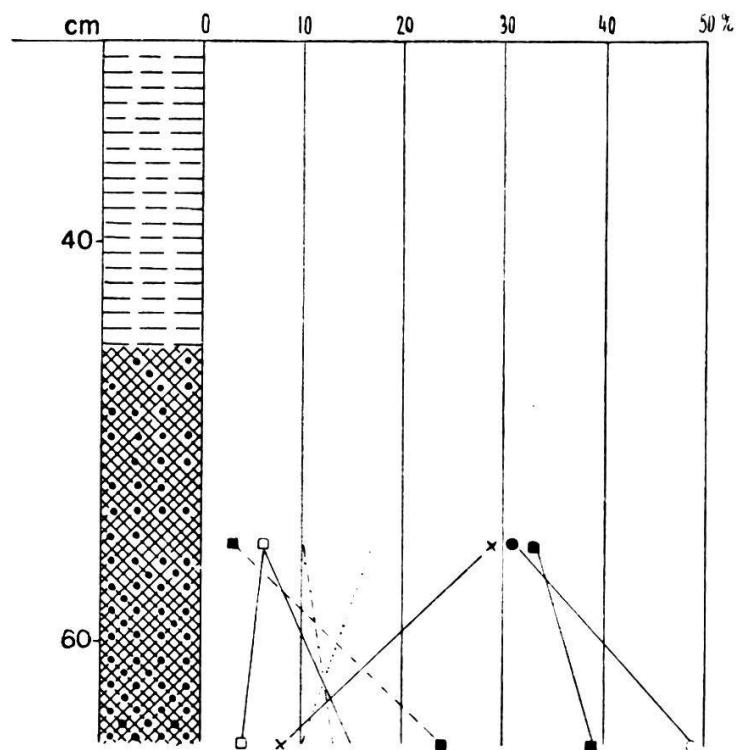


Abb. 36. Pollendiagramm von Punkt 34.

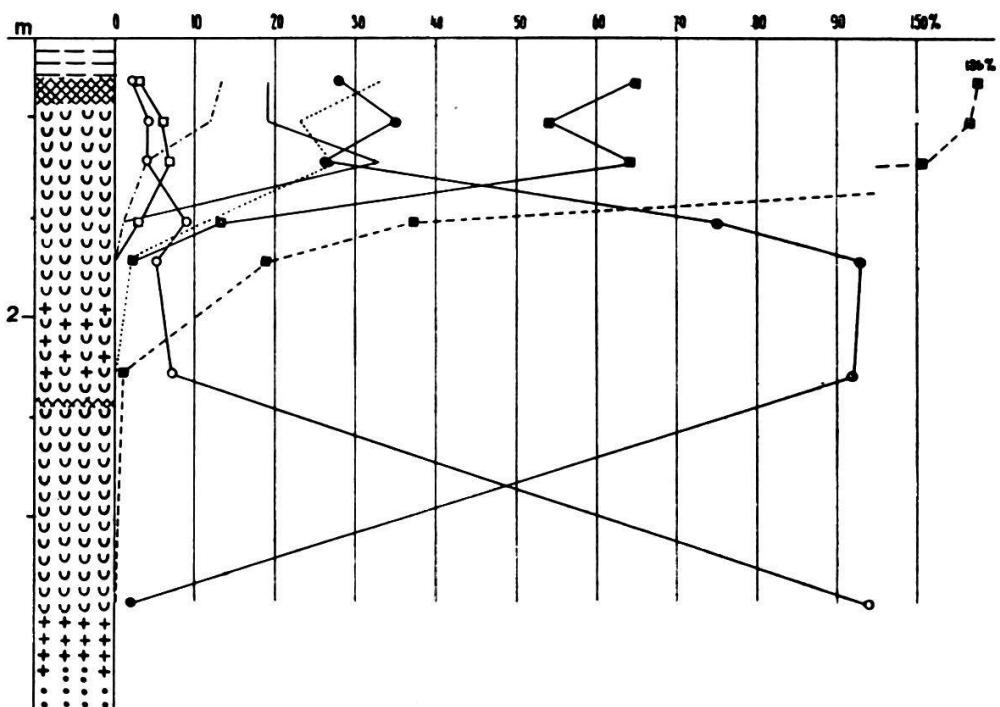


Abb. 37. Pollendiagramm von Punkt 36.

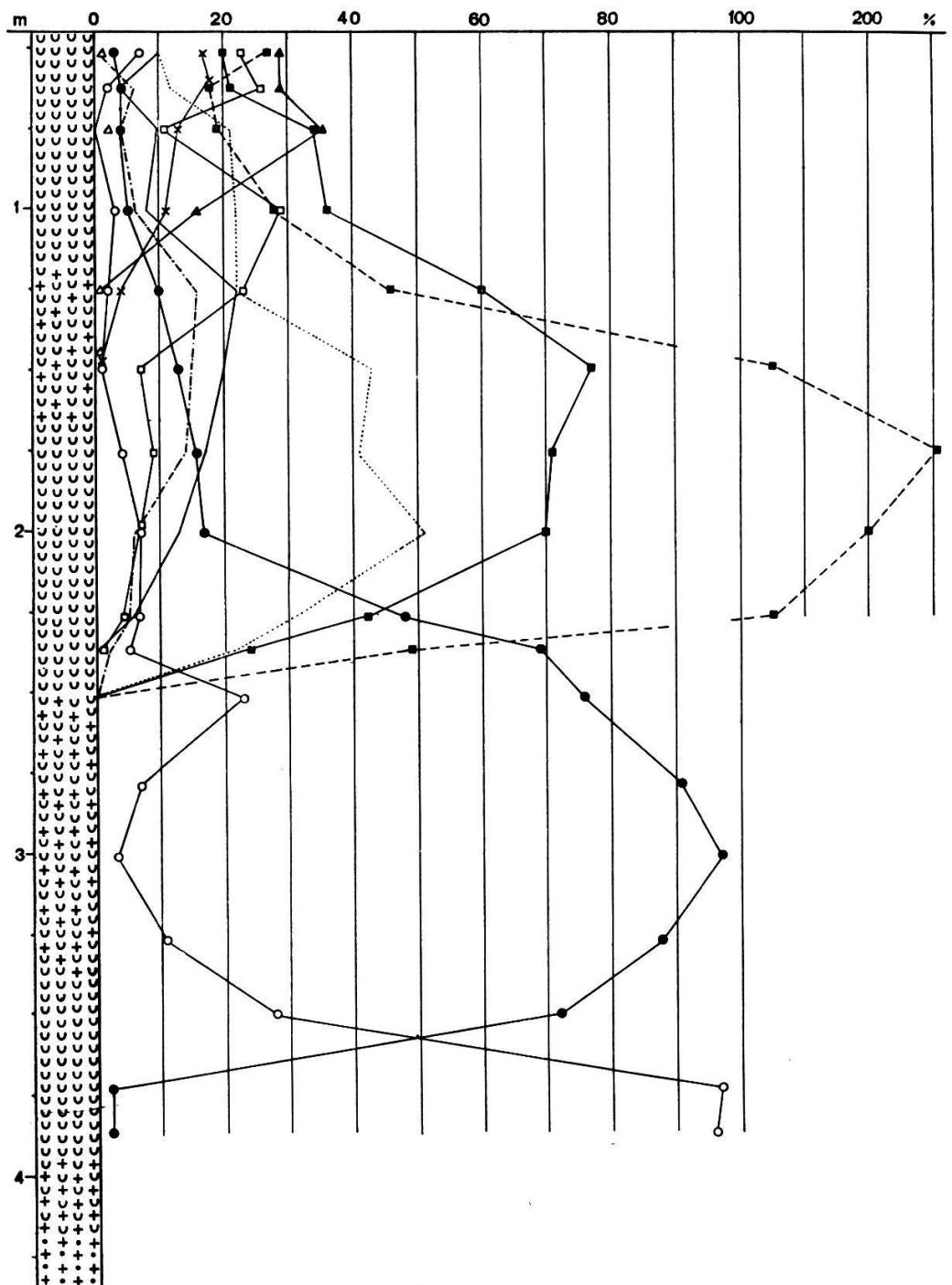


Abb. 38. Pollendiagramm von Punkt 37.

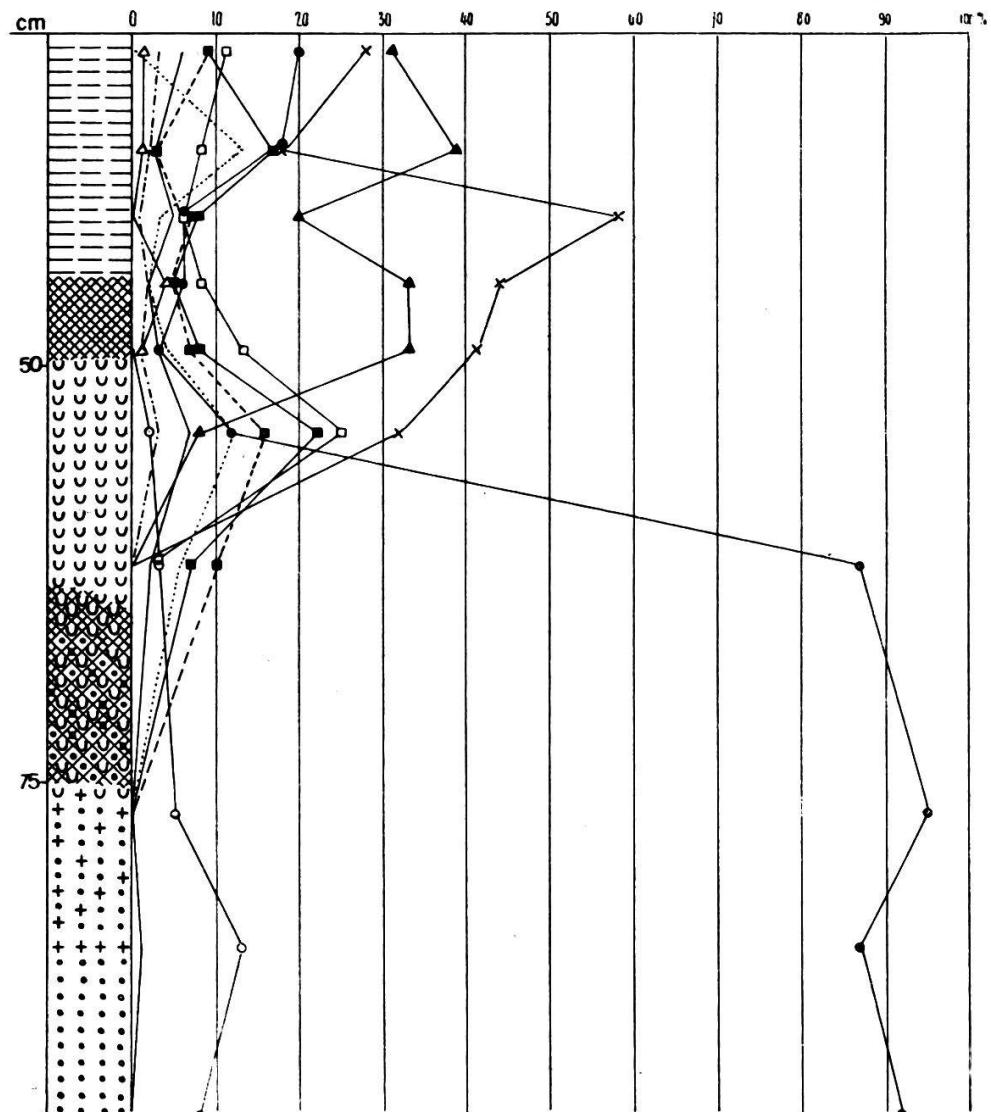


Abb. 39. Pollendiagramm von Punkt 38.

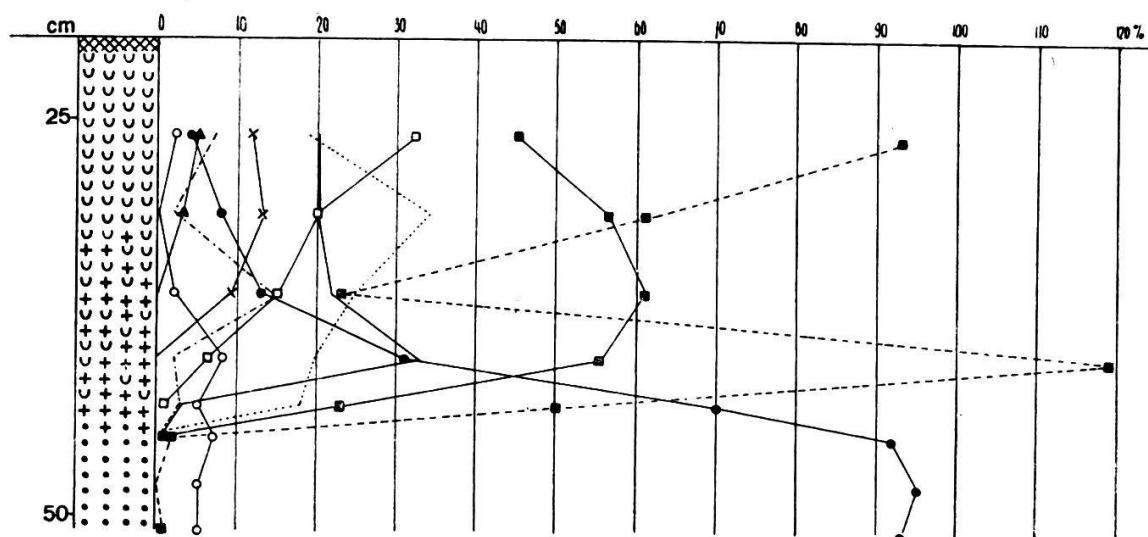


Abb. 40. Pollendiagramm von Punkt 39.

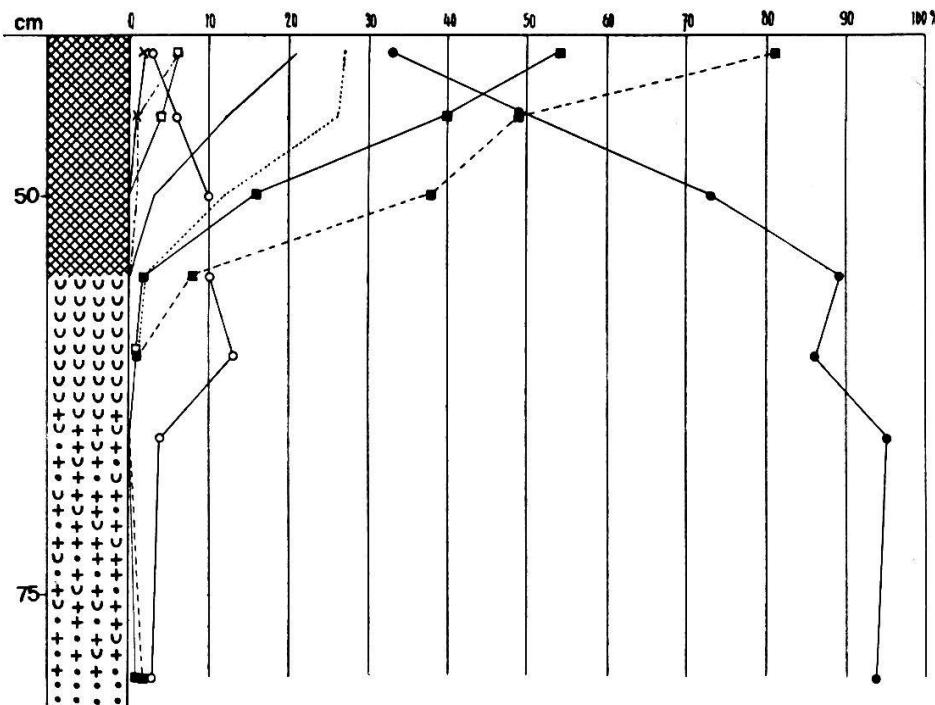


Abb. 41. Pollendiagramm von Punkt 40.

treffenden Horizonten fehlen. Meistens liegt dieser sekundäre Gipfel in reinen Seekreideschichten. In den Profilen, in denen an dieser Stelle noch etwas Ton beigemischt ist, handelt es sich nicht um einen deutlichen Wechsel im Charakter der Sedimentation in dem Sinne, daß nach tonfreien Schichten wieder tonreiche auftreten, oder daß der Tongehalt zunähme oder Sandeinlagerungen sich zeigten. Das plötzliche Ansteigen der Hasel- und Emw-Kurve nach dem Birkenvorstoß erweckt eher den Eindruck, als ob diese Bäume durch zu niedrige Temperaturen in ihrer Entwicklung bis jetzt hintangehalten worden wären und nun bei verbesserten klimatischen Bedingungen mit beispieloser Raschheit sich ausbreiteten.

Die Vermutung liegt nahe, daß dieser letzte Birkenvorstoß als eine stadiale Wirkung des Gletschers aufzufassen ist.

#### Föhre (*Pinus*).

Mit dem Niedergang der Birkenkurve beginnt der Aufstieg der Föhrenkurve. Sie erreicht vielfach Maxima von 80—90 %. Der betreffende Kurvenast verläuft ziemlich konkordant mit der Emw-Kurve. Gegen das Ende der Föhrenzeit treten in den meisten Diagrammen wieder Pollen wärmeliebender Baumarten auf, zur Hauptsache Hasel, Eiche, Ulme und Linde.

Der Pollen der Föhre war vielfach nicht gut erhalten. Gelegentlich war die Hälfte, ja sogar noch mehr, der Körner zerbrochen. Meistens fehlte der eine der Luftsäcke, oft zeigte auch die eigentliche Pollenzelle Beschädigungen. Größenmessungen waren dadurch sehr erschwert und konnten namentlich in den untern Horizonten nicht in genügender Anzahl ausgeführt werden, so daß eine statistische Verarbeitung unmöglich war.

#### Hasel (*Corylus*).

Ihr Pollen wurde in allen Horizonten der Föhrenzeit und sogar in der ausgehenden Birkenzeit gefunden. Die rationelle Pollengrenze fällt in vielen Diagrammen in das gleiche Spektrum wie diejenige des Emw, bei einigen etwas tiefer. Die Haselkurve steigt rascher zu hohen Prozentwerten an als die Emw-Kurve. Sie erreicht ihr größtes Maximum mit 365 % im Diagramm von Punkt 4; daneben weisen aber noch mehrere Diagramme Maxima von über 200 % auf. Aus neun zentral gelegenen Profilen wurde ein Durchschnittsmaximum von 249 % berechnet. Der Abstieg der Kurve ist etwas ungleich, am Anfang rasch, so daß der absteigende Ast denjenigen der Emw-Kurve schneidet. Später verlangsamt er sich allgemein etwas. Die Hasel weist in den nach-Emw-zeitlichen Schichten fast durchwegs höhere Werte auf als der Emw.

Die großen Maxima der Hasel sind auffällig, und man könnte an lokale Zusammenschwemmungen ihres Pollens denken. Da sie aber durch mehrere Diagramme belegt sind, oder im selben Diagramm verschiedene Spektren hohe Werte aufweisen, so dürfen sie doch nicht als Zufälligkeiten bezeichnet werden. Vielmehr müssen wir annehmen, daß die Hasel eine gewaltige Ausbreitung erlangt hatte.

In seinem Diagramm vom Wauwilermoos verzeichnet Keller (1928) maximal nur 154 %. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß weitere, die großen Abstände von 25 cm überbrückende Spektren auch höhere Werte ergeben hätten. Ein *Corylus*-Maximum von 221 % fand ich früher schon am Hallwilersee und ein solches von 149 % im Sumpf bei Zug (1929), wobei auch hier der Abstand zwischen den analysierten Schichten viel zu groß war, so daß ebenfalls noch ein größeres Maximum erwartet werden dürfte.

Eiche (*Quercus*), Ulme (*Ulmus*), Linde (*Tilia*).

Eiche, Ulme und Linde bildeten in der Zeit ihrer größten Verbreitung den Eichenmischwald (Emw). Die Emw-Kurve stellt die Summe der Prozentwerte aller drei Baumarten dar. Doch sind in den meisten Diagrammen die Kurven auch gesondert zur Darstellung gebracht.

Der Anfang der rationalen Emw-Kurve hebt sich scharf ab gegenüber den tiefer liegenden Spektren mit mehr oder weniger vereinzeltem Vorkommen der Emw-Komponenten. Die Emw-Kurve steigt beinahe so steil an wie die Haselkurve und erreicht Maxima von 70—80 %. Diese werden aber etwas später erreicht als bei der Hasel.

In seinem Profil vom Wauwilermoos fand Keller (1928) ein Emw-Maximum von 72 %, was mit meinen Resultaten gut übereinstimmt. Auch an andern Orten des schweizerischen Mittellandes wurden Maxima in ungefähr gleicher Höhe festgestellt, so erwähnt Lüdi (1935) in seinem regionalen Diagramm vom Großen Moos ein solches von 81 %. Im Sumpf bei Zug (1929) und im Breitsee bei Möhlin fand ich 73 % und 86 %.

Auf den Kurvenverlauf der einzelnen Komponenten des Emw wurden 19 Diagramme untersucht. In 13 davon erreichte die Ulme zuerst das Maximum und in 5 die Eiche; in einem Diagramm fallen die Maxima von Ulme und Linde zusammen. Daraus geht hervor, daß sich die Linde weniger rasch ausbreitete als die Eiche und diese wiederum etwas langsamer als die Ulme. Letztere erreicht im Profil Schötz 1 (12/4)\* mit 53 % den Höchstwert aller Diagramme, während die Eiche nirgends über 41 % hinausgeht. Die Ulmenkurve steigt also mehrheitlich am raschesten an und überflügelt diejenige von Eiche und Linde von Anfang an deutlich, was mit den Beobachtungen Kellers (1932) übereinstimmt.

Während die Ulme in der eigentlichen Emw-Zeit fast durchwegs über die Eiche und Linde dominiert, tritt sie am Schluß derselben zurück und sinkt, wie die Linde, auf wenige Prozente. In den jüngern Schichten, d. h. etwa seit der Bronzezeit, behauptet die Eiche als hauptsächlichster Repräsentant des Emw das Feld.

---

\* Schötz 1 (12/4) bedeutet: In der Siedlung Schötz 1, in der 12. Reihe der Sondierlöcher, das 4. Loch.

In den Profilen 13 und 23 treffen wir die höchsten Lindenwerte mit 23 % und 26 %. Meistens liegt das Maximum der Linde in der Nähe von 20 %, bald etwas darüber, bald etwas darunter. Eine Ausnahme zeigte sich bei der mesolithischen Siedlung 6, wo für die Linde ein Maximum von 85 % gefunden wurde. Es handelt sich dabei wohl um den Einfluß eines lokalen Lindenbestandes.

Die Komponenten des Emw, sowie auch die Hasel, begannen im Gebiete des Wauwilermooses zu gleicher Zeit ihren Vormarsch (vgl. Diagr. 2, 3, 4, 5, 10 u. a.). Daß die Ulme den Emw eingeleitet habe, wie Keller (1932) meint, kann, sofern er dieses Einleiten im Sinne eines zeitlichen Voraneilens der Ulme auffaßt, wohl nicht aus den Diagrammen herausgelesen werden.

Die Hasel erreicht ihre Gipfelwerte früher als die Komponenten des Emw. Dies ist aber wahrscheinlich nur eine Folge ihrer früheren Blütfähigkeit, vermöge derer sie sich am Anfang in der Geschwindigkeit der Ausbreitung einen deutlichen Vorsprung zu sichern vermochte. Da die Haselkurve die Emw-Kurve in den meisten Diagrammen größtenteils umschließt, und mit Rücksicht auf den einheitlichen Klimacharakter des ganzen Zeitabschnittes schien es mir angezeigt, von einer Hasel-Eichenmischwald-Zeit zu sprechen.

In den Profilen, welche die jüngeren Zeiten erfassen, kann in den oberen Diagrammabschnitten wieder ein Anstieg der Eichenkurve beobachtet werden. Die errechneten fünf Daten für den Beginn desselben schwanken zwischen 600 bis 1000 n. Chr., wobei vier Werte sich um 700 gruppieren. Diese Zahl wurde im Durchschnittsdiagramm zugrunde gelegt. Wahrscheinlich hängt die Zunahme der Eiche schon mit künstlichen Maßnahmen des Menschen zusammen. Nach Großmann (1926) sind Flurzwang und Dreifelderwirtschaft bereits aus dem Jahre 771 urkundlich belegt. In die zweite Hälfte des 6. Jahrhunderts ist nach demselben Autor das erste Auftauchen privaten Waldes anzusetzen. Für die Umgebung des Großen Mooses weist Lüdi (1935) nach, daß während des 18. Jahrhunderts die Buche weggehauen und die Eiche bevorzugt wurde. Nach Meyer (1937) drängten im Kanton Neuenburg namentlich vom 6. Jahrhundert an Äcker und Rebland den Wald stark zurück. Eichengruppen hielten sich auf Feldern und in Hecken und in den von den Siedlungen entfernteren La-

gen. Die Eiche wurde als wertvoller Fruchtbaum geschont. Beizufügen ist, daß die Eiche auch aus kultischen Gründen bevorzugt wurde, und zwar bis in die christliche Zeit hinein.

### Buche (Fagus).

Betrachten wir zuerst das Diagramm von Bohrpunkt 10. Hier liegen die Spektren am dichtesten beisammen, und es ist deshalb unwahrscheinlich, daß wesentliche Änderungen im Verlaufe der Buchenkurve nicht erfaßt wurden; es darf deshalb bis zu einem gewissen Grade als Standarddiagramm fürs Wauwilermoos gelten.

Nach der Emw-Zeit erscheint nach steilem, gleichmäßigem Anstieg der Kurve ein ausgesprochener Gipfelwert der Buche von 53 %. Dann sinkt die Kurve bis 46 % und von hier bis zur Probe 34 auf 16 % hinunter. Im Spektrum 33 steigt die Buchenkurve gleich wieder auf 43 %, so daß ein Nebengipfel entsteht. Ziehen wir aber andere Diagramme zum Vergleiche herbei, wie Egolzwil 1 (6/2) oder Egolzwil 2, wo die Buchenkurve unmittelbar über die Emw-Kurve ganz gleichmäßig auf- und absteigt, so müssen wir annehmen, daß der Doppelgipfel der Buche im Diagramm 10 keineswegs auf eine zeitweilige Abnahme der Buche im Waldbild zurückzuführen ist, sondern auf andern Ursachen beruht. Wir haben es also mit einem ersten, einheitlichen Buchenmaximum zu tun, das die ältere Buchenzeit repräsentiert.

In einigen Diagrammen (vgl. Abschnitt Tanne) tritt nach dem ersten Buchenmaximum (= ältere Buchenzeit) ein deutlicher Tannengipfel auf, der in Diagramm 10 nur schwach zum Ausdruck kam. Die drei darüber liegenden Buchengipfel dieses Diagramms, die in den Spektren 26, 21 und 12 liegen, entsprechen dann der jüngeren Buchenzeit.

Wie fällt ein Vergleich von Diagramm 10 mit den andern Diagrammen aus?

Der erste Buchengipfel ist leicht zu parallelisieren. Er erscheint nach der Emw-Kurve, ist also überall synchron. Die Lage der andern Buchengipfel ist so, daß sie mit großer Wahrscheinlichkeit als ebenfalls gleichaltrig angesehen werden können. Wenn da und dort ein Buchengipfel nicht oder nur ganz schwach ausgeprägt ist, so mag das in einer Unregelmäßigkeit des Pollenregens, in ungleicher Sedimentation (infolge Konvektionsströmung)

gen oder Wellenwirkung) oder auch zu großen Abständen der Spektren zu suchen sein.

Man kann versucht sein, die Buchengipfel der jüngern Buchenzeit auf klimatische Einflüsse zurückzuführen. Doch läßt ein Vergleich der Buchen- und Tannenkurven, die bald parallel, bald wieder divergierend verlaufen, keinen eindeutigen Schluß auf merkliche Änderungen im Allgemeinklima zu, dagegen können wohl Schwankungen im Lokalklima in Frage kommen.

Durch Verkleinerung des Seeareals infolge Verlandung und die damit Hand in Hand verlaufende Verringerung des Wasservolumens hat der Wauwilersee seine Bedeutung als Wärmeregulator nach und nach verloren. Wenn es sich dabei auch nur um kleine Änderungen handeln wird, so können diese doch auf engbegrenztem Raume die eine oder andere Baumart zeitweise begünstigt oder benachteiligt haben. Ich denke dabei an die Entstehung oder das Verschwinden von frostfreien Lagen oder Frostlöchern.

Vielleicht darf hier auch an rein edaphische Faktoren erinnert werden. Seit der Jungsteinzeit bis ins frühe Mittelalter hinein herrschte die Buche im Gebiete des Wauwilersees vor. Durch einen so anspruchsvollen Baum wird der Boden aber stark ausgenutzt, und es kann zeitweise zu Erscheinungen kommen, die mit Bodenmüdigkeit bezeichnet werden. Dadurch wird die Konkurrenzfähigkeit vermindert, was sich bei zwei Baumarten mit ähnlichen klimatischen Ansprüchen, wie Buche und Tanne es sind, auszuwirken vermag.

Eine Zusammenstellung der Diagramme nach ihrer topographischen Lage ergab, daß im allgemeinen die zentralen Diagramme nach der Emw-Zeit gut dominierende Buchenkurven aufweisen, daß in ihnen aber die Tannenkurve mit geringen Werten vertreten ist. So ist es in den Diagrammen 3, 4, 5, 10, 14, 27. Bei den ausgesprochen peripheren Diagrammen tritt dagegen die Buche ganz zurück, z. B. in den Diagrammen 8, 9, 23. Dafür bildet hier die Tanne direkt nach der Emw-Zeit ausgesprochene Maxima von über 70 %. Dazu kommt noch eine Anzahl randlicher Profile, wo die Kurven wegen Pollenarmut oder Abtorfung früh abbrechen, bei denen man aber aus einzelnen Spektren am Ende der Emw-Kurve doch herauslesen kann, daß die Buche stark zurücktrat, z. B. bei den Diagrammen 7, 11, 12, 25,

26, 28. Bei diesen ergaben Stichproben aus dem Torf sehr wenig oder gar keinen Buchenpollen. Die Tanne war dagegen immer vertreten. So fand ich im Diagramm 25, Spektrum 58 cm, ungefähr an der Stelle, wo der Buchengipfel erscheinen sollte, unter 34 Waldbaumpollen keinen einzigen von der Buche, dagegen 16 von der Tanne. Im Diagramm 34 fehlt die Buche fast ganz. In zwei Spektren aus dem Torf ergaben sich 22 Pollen, aber nur zwei davon gehörten der Buche an.

Die Ursachen für die erwähnten Unregelmäßigkeiten im Kurvenverlauf der Buche und Tanne können verschiedener Art sein.

Einmal könnte durch selektive Zerstörung des Buchenpollens im Torf die Tanne überrepräsentiert sein. Nun zeigten aber alle Pollenarten sowie auch andere Fossilien teilweise starke Korrasion. Anderseits weisen die Diagramme der Bohrprofile 9 und 38 im Torf hohe Buchenprozente auf. Es läßt sich also kaum beweisen, daß die Korrasion sich einseitig zuungunsten der Buche ausgewirkt hat.

Als weiterer Grund für das rasche Ansteigen der Tannenkurve nach dem Emw könnte Pollendrift in Betracht kommen. Diese vermochte sich bei hohem Wasserstande sogar im Torf bemerkbar zu machen. Die Diagramme der Punkte 38, 39 und von W 1, wo die Tannenkurve die Buchenkurve teilweise überdeckt, können zu dieser Annahme führen. Wenn diese aber zu Recht bestehen soll, so geht daraus hervor, daß eben schon nach der Emw-Zeit Tannenbestände vorhanden gewesen sein mußten.

Die genannten drei Diagramme lassen sich noch anders deuten. Bei Nr. 38 und 39 besteht die Möglichkeit, daß ältere und jüngere Sedimente durch Wellenschlag miteinander vermischt wurden, und bei W 1 könnte der Mensch durch das Betreten des Moores jüngere Schichten in ältere hineingetreten haben.

Alle diese Erklärungen befriedigen aber nicht ganz, deshalb sei noch auf eine weitere Möglichkeit hingewiesen.

Die Umgebung des Wauwilermooses ist orographisch reich gegliedert und weist die verschiedensten Expositionen und Bodenarten auf, wie lehmige Grundmoräne, trockene Hänge aus Molasse mit schwächerer oder stärkerer Bedeckung aus Glazialbildung, Schotterbildungen mit allen Übergängen von gut durchlässigen bis ganz undurchlässigen Schichten und wechselnden Feuchtigkeitsgraden. Immer sind, oft auf engem Raume, Stellen

vorhanden, wo eine durch das Allgemeinklima benachteiligte Baumart durch lokalklimatische oder edaphische Faktoren, die zu ihren Gunsten wirken, konkurrenzfähig gemacht werden kann.

Diese verschiedenartigen Verhältnisse scheinen mir der Hauptgrund für die oben angeführten Abweichungen im Aufbau der Diagramme zu sein.

Da Buche und Tanne gleichzeitig einwanderten, wie unten gezeigt wird, vermochte letztere sofort an den ihr zusagenden Stellen gegenüber der Buche aufzukommen oder sogar die Oberhand zu gewinnen. Besonders im Nordwesten und im Süden, dann aber auch im Nordosten konnte sie sich erfolgreich behaupten.

Lüdi (1935 a) ist der Ansicht, die Reihenfolge der Ausbreitung von Buche und Tanne nach der Emw-Zeit könne «durch Zufall oder durch lokale Ursachen bewirkt worden sein, da die Bäume annähernd zugleich einwanderten». Nach den vorigen Ausführungen möchte ich das Hauptgewicht auf die «lokalen Ursachen» verlegen und darunter sowohl klimatische als auch edaphische Faktoren verstehen.

Keller (1928) nimmt die Reihenfolge Emw→Buche→Tanne als Norm für die untere Stufe des schweizerischen Mittellandes an. Furrer (1927) fand sie am Katzensee.

Eine Reihe anderer Untersuchungen stellte aber die Reihenfolge Emw→Tanne→Buche fest, so: Troll (1925) am Hallwilersee, Lüdi (1935) im Großen Moos und (1939) am Genfersee, Höhn (in Lüdi 1935 a) in einem Moor bei Wädenswil und Messikommer (1927) in Robenhausen. Am Zugersee (1929), am Hallwilersee (unveröffentlicht) und am Breitsee, südlich Rheinfelden, stellte ich sie ebenfalls fest.

Die Reihenfolge Emw→Buche→Tanne kann also nicht als Norm für die untere Stufe des schweizerischen Mittellandes gelten.

Die Gründe für diese Verschiedenheiten sind wohl dieselben, wie sie eben fürs Gebiet des Wauwilersees angeführt wurden.

In 3 von 23 Diagrammen wurden Buchenpollen schon in der aufsteigenden Emw-Kurve gefunden. In 4 Diagrammen fiel die absolute Pollengrenze der Buche in den Emw-Gipfel und in 15 Diagrammen in die absteigende Emw-Kurve oder noch später.

Wie auf Seite 91 gezeigt wird, ist der erste Buchengipfel der jüngeren Buchenzeit bronzezeitlich und somit gleichaltrig mit dem Buchengipfel des Großen Mooses. Das drängt zur Annahme, daß

in dieser Zeit eine allgemeine und etwas schärfere klimatische Änderung stattgefunden habe und lokale Verschiedenheiten in Klima und Boden überdeckt habe. Lüdi (1935) nimmt, gestützt auf waldgeschichtliche, stratigraphische und archäologische Befunde an, daß die Bronzezeit bedeutend trockener gewesen sei als die vorhergehende und die nachfolgende Periode. Im Gebiet des Wauwilermooses, das klimatisch wohl schon von jeher diesem trockeneren Klimatypus nahe stand, machte sich eine solche Änderung, soweit meine Untersuchungen zeigten, nicht besonders bemerkbar.

### Tanne (Abies).

Wesentliches über diesen Baum wurde schon im vorigen Abschnitt gesagt.

Ein erster und meistens auch der kräftigste Tannengipfel erscheint, abgesehen von den bei der Buche erwähnten Ausnahmen (siehe S. 62), nach der ältern Buchenzeit, so in den Diagrammen der Siedlungen S 1 (19/5), S 1 (17/3), S 1 (14/2), S 2, E 1 (9/5) sowie vom Einbaum und von den Bohrpunkten 2, 4, 5. Dieser entspricht der eigentlichen Tannenzeit des Untersuchungsgebietes. Aus sechzehn Diagrammen ergab sich ein durchschnittliches Maximum von 52 %. Da hiebei auch die randlichen Profile einbezogen wurden, die stark von lokalen Tannenbeständen beeinflußt sind, so darf diesem Durchschnitt keine allzu große Bedeutung zugemessen werden. Jedenfalls deuten die zentralen Diagramme darauf hin, daß der Tanne keine, dem oben berechneten hohen Mittelwert entsprechende Verbreitung im Waldbilde zugekommen sein kann. Auch während der ganzen nachfolgenden jüngern Buchenzeit spielte sie im Gebiete des Wauwilermooses kaum die Rolle wie nach Lüdi (1935) im Großen Moos, wo ihre Kurve in der Hallstattzeit wieder einen deutlichen Gipfel aufweist. Eine schwache Parallele dazu finden wir im Diagramm 10 des Wauwilermooses, wo die Tanne nach dem zweiten Buchengipfel nochmals ein Maximum von 29 % erreicht.

Immerhin soll auch hier auf die Wahrscheinlichkeit hingewiesen werden, daß Abiespollen von der Seemitte uferwärts abgedriftet wurden, wodurch in den zentralen Diagrammen die Tanne unterrepräsentiert ist.

Im Diagramm von E 3 zeigt die Tanne nach einem gleichmäßigen Anstieg, der etwa in der Bronzezeit beginnt und bis in die römische Zeit hineinreicht, ein Maximum von 83 %. Die Diagramme 8, 23 und 26 ergeben ebenfalls eine ständige Tannendominanz während der jüngeren Buchenzeit. Diese hohen Prozente können aber wohl auf lokale Tannenbestände zurückgeführt werden, wie sie auch gemäß den Diagrammen 8 und 9 als wahrscheinlich angenommen werden dürfen.

Keller (1928) gibt in seinem Wauwiler-Diagramm als Höchstwert 61 % an, Furrer (1927) vom Katzensee (ohne Hasel) 56 %, Lüdi (1937) in seinem regionalen Diagramm fürs Große Moos 50 %, Müller (1937) vom Etzelwilermoos (753 m, 10 km nordöstlich des Wauwilermooses) 75 %. Am Hallwilersee fand ich ein Maximum von 49 %. Alle diese Angaben beziehen sich auf den ersten Tannengipfel der Emw-Zeit.

In den obersten Abschnitten der bis in die jüngere Zeit reichenden Diagramme sinken die Tannenwerte rasch. Im Diagramm 10 geht dieser Abstieg parallel zur Buchenkurve.

Bezüglich der absoluten Pollengrenze wurden 30 Diagramme untersucht. Das Ergebnis war folgendes: In einem Diagramm fiel sie in die beginnende Föhrenzeit, in dreien in die aufsteigende, in vierzehn in die kulminierende und in zwölf in die absteigende Emw-Kurve. Somit ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die Tanne schon während der Emw-Zeit in der Umgebung vorkam. In den Mooren des Jura weist die Tanne nach Keller (1928) bereits in der Föhrenzeit merkliche Prozentwerte auf.

Vergleichen wir die Reihenfolge des ersten Auftretens ihres Pollens in den genannten Diagrammen mit demjenigen von Buche und Fichte, so ergibt sich, daß die Tanne 17mal allein an erster Stelle steht.

Nach Lüdi (1935 a) erschienen Buche und Tanne im Großen Moos, ungefähr gleichzeitig, in der mittleren Emw-Zeit.

#### Erle (Alnus).

Dieser Baum tritt mit den Komponenten des Emw schon in tiefen Schichten auf und breitet sich dann im ältern Teil der Emw-Zeit schwach aus. Erst gegen das Ende derselben steigt die Erlenkurve stetig an. In der Folge wird sie durch die Buchen-

kurve vorübergehend etwas herabgedrückt. Zur Zeit der neolithischen Siedlungen weist sie stellenweise deutliche Gipfel auf, so bei E 1 (6/2), S 1, E 2, E 3. Nicht nur in den peripheren, sondern auch in den zentralen Diagrammen tritt die Erlenkurve stark hervor. Hier erreicht sie Maxima von 40 %, gelegentlich sogar bis 50 %. Der Pollen stammt in erster Linie von den moorbewohnenden Erlenbeständen. Namentlich auf der nördlichen Seite, bei Punkt 1 (vgl. Diagramm 1a) und 35 wurden Reste von Erlenbruchwaldtorf nachgewiesen. Früh und Schröter (l. c.) erwähnen ein Arundineto-Cariceto-Alnetum beim Eintritt des Ronbaches in den Urbanersee. Außerhalb des Seegrabens fanden sie «als Norm die Überschichtung eines ziemlich homogenen, wenig Erlen- und Birkenholz haltigen Arundineto-Caricetums durch ein Alneto-Cariceto-Arundinetum. Der Erlenwald bildete die Decke.» In der Nähe der Glashütte stellten die beiden Forscher ein 2,7 m mächtiges Alneto-Arundineto-Caricetum fest.

Wir dürfen also annehmen, daß die Erle in den Diagrammen im Verhältnis zu ihrer regionalen Verbreitung stark überrepräsentiert ist. Da und dort wird dadurch der Kurvenverlauf der übrigen Baumarten gestört.

#### Fichte (Picea).

Schon recht frühzeitig tritt auch der Fichtenpollen auf. In 15 von 28 Diagrammen findet man ihn erstmals am Schlusse der Emw-Zeit oder später, in 9 Diagrammen in der eigentlichen Emw-Zeit und in 4 noch früher. Eine fast ununterbrochene Fichtenkurve weist das Diagramm vom Bohrpunkt 5 nach dem ersten Buchengipfel, also von der Endphase der Jungsteinzeit weg bis in die Neuzeit hinein, auf. Ganz ähnlich ist der Befund in den Bohrpunkten 3, 4, 10 und 14. Anhaltspunkte dafür, daß die Fichte lokale Bestände in der Nähe des Sees gebildet hätte, findet man in keinem Diagramm. Zur Dominanz gelangte sie in dieser Zeit noch nicht. Erst in den obersten Horizonten der zentralen Bohrpunkte, die teilweise auch die jüngste Zeit erfassen, kann durchwegs ein deutlicher Anstieg der Fichtenkurve beobachtet werden. Besonders auffällig ist er im Bohrpunkt 10 ausgebildet, dann aber auch bei 14 und 5. Einzig Punkt 5 liegt im Bereich des letzten Restes des Wauwilersees und kann somit noch die jüngsten Sedi-

mente enthalten. Leider konnten die obersten 50 cm nicht mehr als ungestört betrachtet werden und schieden also bei der Analyse aus. Zudem ist nicht ausgeschlossen, daß bei der Trockenlegung des Sees die oberflächlichen, schlammigen und noch nicht durch Wurzelwerk verfestigten Schichten vom abfließenden Wasser teilweise mitgerissen wurden. Das hätte zur Folge, daß die heute zuoberst liegenden Schichten gar nicht die zuletzt sedimentierten sind. Der Vergleich mit andern Diagrammen spricht nun allerdings nicht dafür, daß wesentlich mehr als die erwähnten 50 cm fehlten.

Einen schwächen, aber doch deutlichen Anstieg der Fichtenkurve findet man aber auch schon in tiefern Spektren, z. B. im Diagramm 5 bei 270 cm. Hielt sie sich vorher immer nur im Bereich einiger Prozente, so steigt sie jetzt auf 10 % und behält diesen Wert durchschnittlich bis zum Spektrum 96 cm. Hier beginnt der oben genannte zweite und auch stärkere Anstieg bis auf 23 %.

Wird die Zuwachsquote der Seekreide, die im Bohrpunkt 5 pro Jahr 1,1 mm ausmacht, zugrunde gelegt, so ergibt sich in absoluter Zeitrechnung für den ersten Aufstieg die Zeit um 600 v. Chr. und für den zweiten 900 n. Chr. Auch im Bohrpunkt 10 zeigen sich in der Fichtenkurve diese beiden Stufen. Die erste ist freilich etwas schwächer entwickelt, aber doch erkennbar. Sie liegt beim Spektrum 18, von wo an die Prozente, wenn auch nicht viel, so doch ständig höher sind als in untern Horizonten. Bei Spektrum 11 beginnt der zweite, kräftige Aufstieg. Die obersten Horizonte fallen in die jüngste Zeit und stehen mit dem rezenten Wald in gutem Einklang. Nach einer entsprechenden Berechnung wie bei Bohrpunkt 5 fällt hier die erste Stufe in die Zeit um 300 v. Chr. und die zweite um 800 n. Chr. Wenn man bedenkt, daß die Ablagerungsverhältnisse in den beiden Profilen voraussichtlich nicht ganz gleichartig waren, so darf die Übereinstimmung der beiden Resultate als befriedigend angesehen werden. Für diese Berechnung diente wiederum der erste Buchengipfel als Grundlage. Allen diesen Daten muß selbstverständlich ein gewisser Spielraum zugebilligt werden. Im Durchschnittsdiagramm wurden mittlere Werte eingesetzt.

Waldgeschichtlich ist wesentlich der doppelte Anstieg der Fichtenkurve und die weit auseinanderliegenden beiden Stufen.

Mehr oder weniger deutlich sind sie auch in den Diagrammen 3, 4 u. 14 erkennbar. In den obersten Abschnitten geschah die Ausbreitung der Fichte auf Kosten der Buche und Tanne.

Klimatisch darf der Verlauf der Fichtenkurve so gedeutet werden, daß ungefähr in der La Tène-Zeit ein leichter Ausschlag nach der Seite der Temperaturabnahme und einer Feuchtigkeitszunahme stattgefunden hat. Dieser hat sich nur so auszuwirken vermocht, daß Buche und Tanne da und dort einige gefährdete Standorte preisgeben mußten, was in den Diagrammen kaum scharf zum Ausdruck kommen konnte. Immerhin ist in Diagramm 10 eine Abnahme der Tannenwerte schon von Probe 17 und in 5 von 270 cm an zu konstatieren. Beim zweiten Anstieg ist der Rückgang der Buchen- und Tannenwerte stärker.

Alle Diagramme ergeben eine frühe Einwanderung der Fichte in unser Gebiet. Zum mindesten bildete sie wohl schon im Endneolithikum kleinere Bestände. Die tieferliegenden Spektren deuten sogar auf vereinzeltes Vorkommen in noch älterer Zeit. Im Großen Moos fand Lüdi (1935) ebenfalls eine viel ältere Einwanderung der Fichte als wie sie gewöhnlich angenommen wird. Sein regionales Pollendiagramm zeigt bereits von der Hallstattzeit an einen deutlichen Aufstieg. Dieser ist mit der ersten Zunahme der Fichtenprozente im Wauwilermoos zu parallelisieren.

#### Weißbuche (*Carpinus*).

Die Pollenzahlen dieses Baumes wurden nicht in die Diagramme aufgenommen, um diesen eine gewisse Übersichtlichkeit zu wahren, die in den obersten Teilen durch die Häufung der übrigen Kurven sowieso stark gefährdet ist.

Der Pollen der Weißbuche fehlte in mehr als der Hälfte der Profile vollständig, in den übrigen fand er sich meistens nur sporadisch, nicht selten in ganzen Profilen nur in einem oder zwei Spektren.

Zeitlich tritt er in der Mehrzahl der Profile frühestens im Spätneolithikum auf, so bei Schötz 1 unmittelbar unter der Kulturschicht, in Egolzwil 2 von der Kulturschicht an aufwärts vereinzelt. Im Diagramm 5 kommt ihr Pollen erstmals nach dem ersten Buchengipfel, also ebenfalls im Spätneolithikum vor. Dann folgen nach oben viele Spektren ohne *Carpinus*-pollen. Bemerkens-

wert ist sein Vorkommen in Schötz 1 (12/4), wo er in fünf aufeinanderfolgenden Horizonten der Emw-Zeit nachgewiesen wurde. Die absolute Pollengrenze fällt hier in die Zeit des Haselmaximums. In ältern Schichten fand ich ihn nirgends.

Ein frühes Vorkommen von Weißbuche weist Rytz (siehe Beck, 1930) im Pfahlbau Thun nach. Gleichzeitig gelang hier auch eine chronologische Datierung. Tschumi (l. c.) schreibt über die Artefakte: Die Mehrzahl der datierbaren Funde von Thun gehören nach heutigem Stande der Forschung dem Frühneolithikum IV an, vereinzelt nur tritt eine jüngere Form auf.

Keller (1933/34) erwähnt aus Torflagern in der Stadt St. Gallen aus der beginnenden Emw-Zeit Pollen der Weißbuche. Oberhalb Rheinfelden fand ich (1932) die ersten Weißbuchenpollen mit denjenigen der Rotbuche in den Horizonten der aufsteigenden Emw-Kurve.

Mit Wahrscheinlichkeit darf angenommen werden, daß die beiden Buchen gleichzeitig eingewandert sind, und zwar in der Emw-Zeit. In ähnlichem Sinne äußert sich auch Stamm (1938).

Die anlässlich der früheren Ausgrabungen im Wauwilermoos gemachten Holzfunde wurden von Neuweiler (siehe Scherer, 1924) untersucht und ergaben Carpinusreste in Egolzwil 1, Schötz 1 und Schötz 2, in einer Gesamtzahl von 20 Stück oder 4,6 % des ganzen Holzinventars. Am erst- und letztgenannten Orte konnte ich die Weißbuche pollenanalytisch nicht feststellen. Die Ausgrabung von 1933 ergab aus der Siedlung Egolzwil 2 total nur 7 Holzproben von Weißbuche, was nur 0,6 % sämtlicher untersuchten Holzstücke ausmacht \*.

Nach Lüdi (1935 b) ist es «sehr zweifelhaft, ob sie (die Hainbuche) jemals im schweizerischen Mittellande wesentlich weiter verbreitet war als heute». Die Ergebnisse der Holz- und Pollenstatistik des Wauwilermooses sind mit dieser Ansicht gut vereinbar.

---

\* Diese Angabe verdanke ich einer freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. E. Neuweiler, Zürich.

## Das Durchschnittsdiagramm.

Zur leichteren Orientierung und zur Ausgleichung von zufälligen Abweichungen der Kurven wurden aus 16 Diagrammen die notwendigen Durchschnittszahlen berechnet und zu einem Durchschnittsdiagramm verarbeitet (Abb. 42).

Für die unter dem Birkengipfel liegenden Diagrammabschnitte wurde Diagramm 2 berücksichtigt. Die einzelnen Spektren wurden (mit einer einzigen Ausnahme bei der Weidenkurve) ohne Änderung übertragen.

Die nachneolithischen Abschnitte des Durchschnittsdiagramms stützen sich zur Hauptsache auf das Diagramm 10, doch konnten hier noch andere Diagramme zum Vergleiche herangezogen werden.

Der 1. Buchengipfel (ältere Buchenzeit) wurde ins Jahr 2500 v. Chr. angesetzt. Daraus ergab sich unter Voraussetzung gleichmäßiger Sedimentation die beigelegte absolute Chronologie. Die Lage der einzelnen Kulturschichten wurde aus den entsprechenden Diagrammen übernommen.

Bei der Konstruktion eines Durchschnittsdiagramms geht es kaum ohne gewisse Willkürlichkeiten ab. Man empfindet das um so mehr, je mehr Diagramme zur Verarbeitung vorliegen. Es kann nur der grobe Verlauf der Kurven zur Darstellung gebracht werden. Für alle feineren Einzelheiten sind wir auf die Diagramme angewiesen. Besondere Schwierigkeiten bot die Tannenkurve, die in den einzelnen Diagrammen sehr ungleich entwickelt ist.

Als Fixpunkte in der Vertikalen wurden die Schnittpunkte der Kurven und in der Horizontalen die Maxima benutzt. Im weitern fand die Verschiebung der Emw-Gipfel gegenüber den Haselgipfeln Berücksichtigung. Für die Kurvenlängen (Abstand von Schnittpunkt zu Schnittpunkt), die Maxima und die Verschiebung der Emw-Gipfel wurden verwendet die Diagramme 2, 3, 4, 5, 10, 14, Schötz 1 (12/4), Egolzwil 2, Egolzwil 3 und für die Maxima der Tanne: Egolzwil 3, Schötz 2, Schötz 1 (14/2), Schötz 1 (17/3), Schötz 1 (19/5) und Wauwil 1. Die Kurvenschnittpunkte des Durchschnittsdiagramms wurden auch in der Horizontalen fixiert, indem das Mittel aus den Prozentzahlen der Schnittpunkte, wie sie aus den Diagrammen abgelesen werden können, berechnet wurde.

Der Gipfel der Emw-Kurve liegt durchschnittlich 30 cm über dem der Hasel. Für die Berechnung dieses Wertes benutzte ich die Diagramme: 2, 3, 4, 5, 10, 14, Egolzwil 2, Egolzwil 3 und Schötz 1 (12/4). Emw- und Haselkurve sind asymmetrisch, indem ihre Gipfel nach unten verschoben sind.

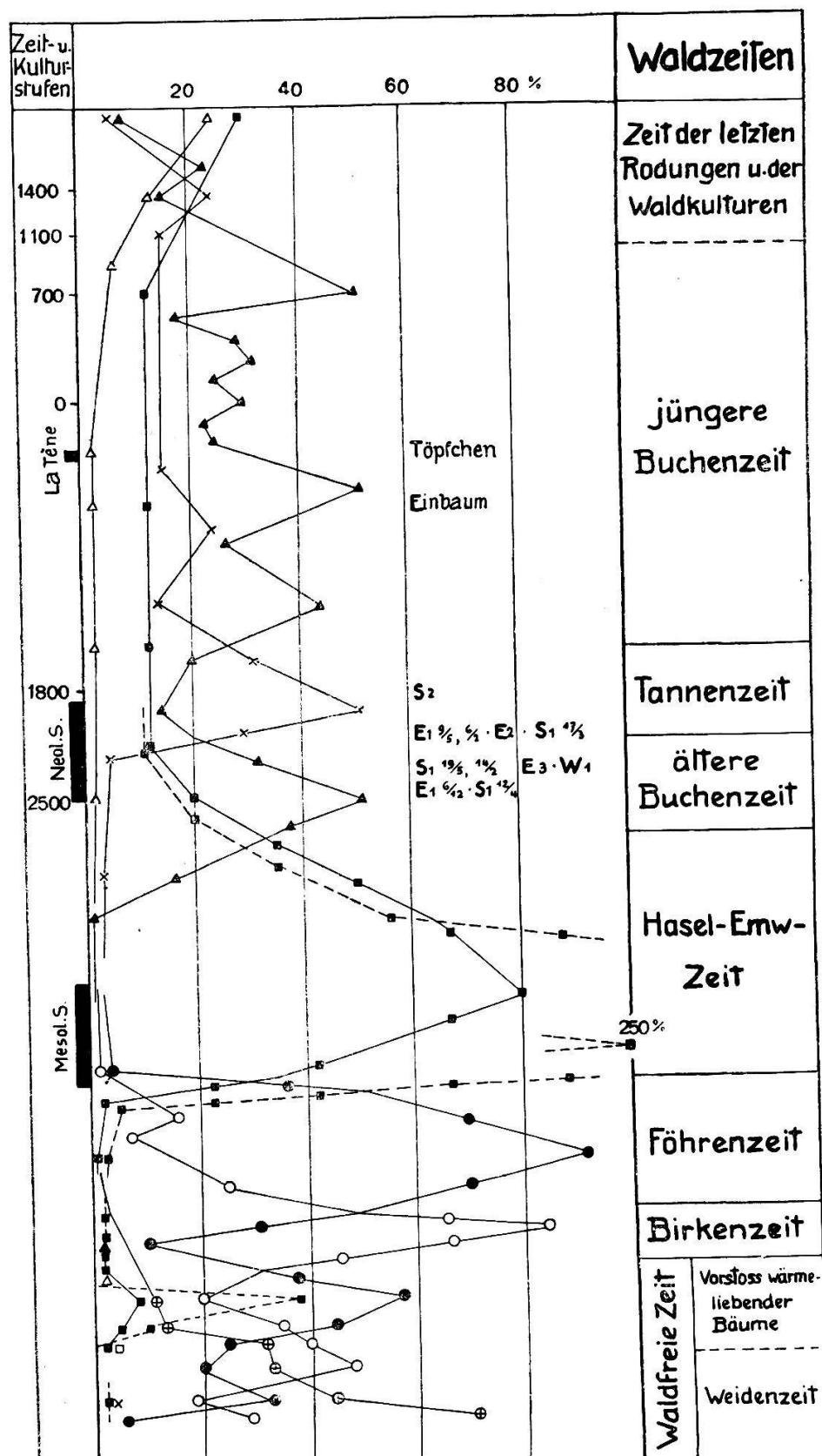


Abb. 42. Durchschnittsdiagramm des Wauwilermooses mit den mesolithischen und neolithischen Siedlungen sowie den Waldzeiten. (Zeichenerklärung Seite 34).

Die errechneten Fixpunkte dürften einige Gewähr dafür bieten, daß das Durchschnittsdiagramm den Wandel im Waldbild in befriedigender Weise wiedergibt. Alle Fixpunkte aus denselben Diagrammen zu berechnen, war unmöglich, da gelegentlich die eine oder andere Kurve fehlte oder Störungen aufwies.

Es lassen sich folgende Waldzeiten unterscheiden:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Waldfreie Zeit  | a) Weidenzeit,<br>b) Vorstoß wärmeliebender Bäume |
| 2. Birkenzeit,   |   |
| 3. Föhrenzeit,   |   |
| 4. Hasel-Eichenmischwaldzeit,  |   |
| 5. Ältere Buchenzeit,  |   |
| 6. Tannenzeit, lokal gut, im allgemeinen Waldbild aber ziemlich schwach ausgebildet,                     |   |
| 7. Jüngere Buchenzeit mit Tanne und Eiche, in der zweiten Hälfte Fichten- und am Schlusse Eichenanstieg, |   |
| 8. Zeit der letzten Rodungen und der Waldkultur.   |   |

Die Rodungszeit ist eine Epoche, die sich über einen sehr langen Zeitraum erstreckt. Waldrodungen haben schon in der Jungsteinzeit stattgefunden. Der Neolithiker brauchte für seinen Ackerbau waldfreie Flächen, die namentlich in der Nähe der Seen kaum von Natur aus schon vorhanden waren. In der darauf folgenden Bronzezeit blieb das Areal des Kulturlandes wohl ziemlich gleich. Die Eisenzeit brachte infolge Vermehrung der Bevölkerung eher noch eine Vergrößerung der Kulturfläche, also eine weitere Zurückdrängung des Waldes.

Die Römer führten dann Rodungen in großem Umfange durch. Die Anlage von Gutshöfen mit ausgedehnten Feldern und Wiesen, Obstgärten und Weinbergen erforderten viel urbares Land. Während der Völkerwanderungszeit trat ein Verlust an Kulturland ein und der Wald drang wieder vor. In den nachfolgenden Jahrhunderten machte aber die stets wachsende Bevölkerungszahl wieder Rodungen notwendig. Hauptsächlich in der Karolingerzeit setzte eine energische Rodung ein, die bis ins 13. Jahrhundert hinein dauerte und im wesentlichen die heutige Verteilung von Wald und Feld schuf (Hausrath, 1911).

## Die Pollendiagramme der mesolithischen Siedlungen.

Bei der großen Zahl der mesolithischen Siedlungsplätze, die zur Hauptsache auf vorspringenden Zungen der südlichen Wallmoränen entdeckt wurden, durfte man hoffen, daß eine Verknüpfung ihrer Kulturschichten mit einem in unmittelbarer Nähe entnommenen Bodenprofil möglich sein sollte. Es stellte sich aber bald heraus, daß viele Schnitte angelegt werden mußten, bis man endlich in der Nähe der Siedlungen 6 und 10 Kulturschicht in Sedimenten fand. Wenn man bedenkt, daß zur Zeit der Siedlungen die den Pollen konservierenden Schichten wie Sand, Ton, Seekreide, Gyttja und Torf doch mehrere Meter vom eigentlichen Siedlungsplatz entfernt waren, und daß überdies die Kulturreste, die in den See fielen, sehr spärlich waren, so muß man es als einen glücklichen Zufall bezeichnen, daß man zwei für eine Verknüpfung günstige Stellen finden konnte. Mit Rücksicht auf die Bedeutung einer gesicherten Verknüpfung sowohl für die Urgeschichte, als auch für die postglaziale Waldgeschichte lohnte sich aber der Aufwand an Zeit und Geld für Aushebung eines ganzen Systems von Sondiergräben dennoch reichlich.

Die Profile der Siedlungen 6 und 10 wurden mir von der Grabungsleitung zur pollenanalytischen Bearbeitung zugestellt, dasjenige von Station 1 sowie vom Dammweg entnahm ich selber.

Die Siedlungen bestanden nach Ströbel (1938) aus etwa vier Meter langen, ovalen Reisigzelthütten. Die Signaturen in Abb. 2 sind so aufzufassen, daß der Punkt im Quadrat die ungefähre Lage dieser Hütten angibt. Die topographischen Angaben über die mesolithischen Siedlungsplätze verdanke ich H. Reinerth.

Siedlung 6. Diese liegt in unmittelbarer Nähe des Dammweges bzw. am nordöstlichen Ende desselben. Wie das Diagramm von Punkt 21 zeigt, befand sich die seitliche Seebucht am Anfang der Emw-Zeit gerade im Stadium der Verlandung.

Das Profil lieferte ein vollständiges Diagramm und ermöglichte eine gute Verknüpfung. Es wies folgenden Aufbau auf (vgl. auch Abb. 43):

- a) 0—25 cm Moorerde,
- b) 25—79 cm Seggentorf, stark zersetzt, mit Pilzhypfen, wenig Mineralsplitter, Rhizopoden. Pollen im allgemeinen stark

korrodiert, in allen Übergangsstadien vom gut erhaltenen bis zum kaum noch erkennbaren.

c) 79—104 cm Gyttja, sandhaltig, mit Kulturschicht im unteren Teil. Hyphen nur noch stellenweise, Splitter zahlreicher als oben, Pollen besser erhalten; immerhin könnte der Ulmenpollen durch selektive Zerstörung unterrepräsentiert sein, denn in den benachbarten Diagrammen ist er häufiger. Im Spektrum 99 cm mehrere Abdomina von Cladoceren, auch eine Endkralle von *Sida crystallina*.

d) 104—? cm Sand. Pollen im allgemeinen gut erhalten.

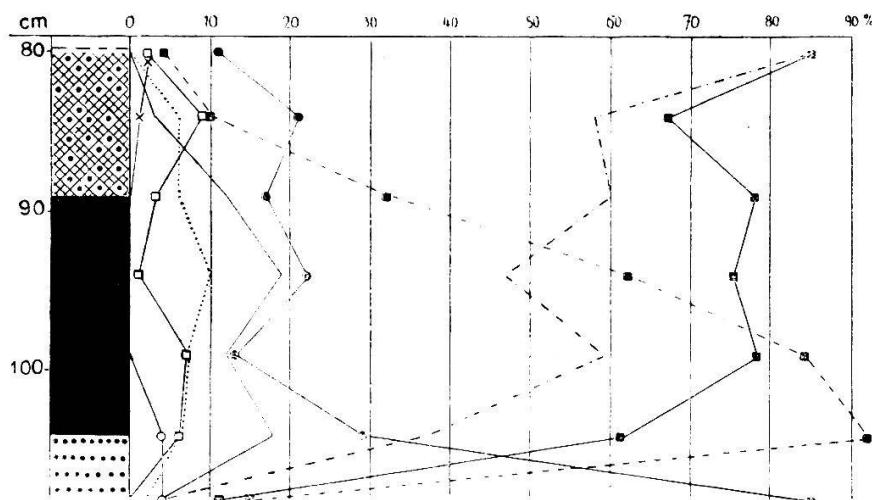


Abb. 43. Pollendiagramm der mesolithischen Siedlung Nr. 6.

Der unter d erwähnte Sand gehört nach dem Diagramm der ausgehenden Föhrenzeit an. Hasel- und Emw-Kurve steigen rasch an, was auf langsame Sedimentation hinweist. Die Linde ist andauernd stark überrepräsentiert und erreicht im obersten Spektrum den abnorm hohen Wert von 85 %, während sie sonst nie 26 % übersteigt. Durch einen lokalen Lindenbestand wurden die Prozentzahlen der übrigen Waldkomponenten heruntergedrückt, indirekt auch die der Hasel. Der obere Teil der Emw-Kurve ist durch die hohen Lindenprozente im Sinne eines verzögerten Abstieges beeinflußt.

Die Hasel erreicht ein Maximum von nur 92 %. Wahrscheinlich hätte ein weiteres Spektrum zwischen 25 cm und 20 cm noch ein etwas höheres Maximum ergeben.

Siedlung 10. Diese liegt etwa 700 m südöstlich der Siedlung 6. Das untersuchte Profil hat folgenden Aufbau (vgl. auch Abb. 44):

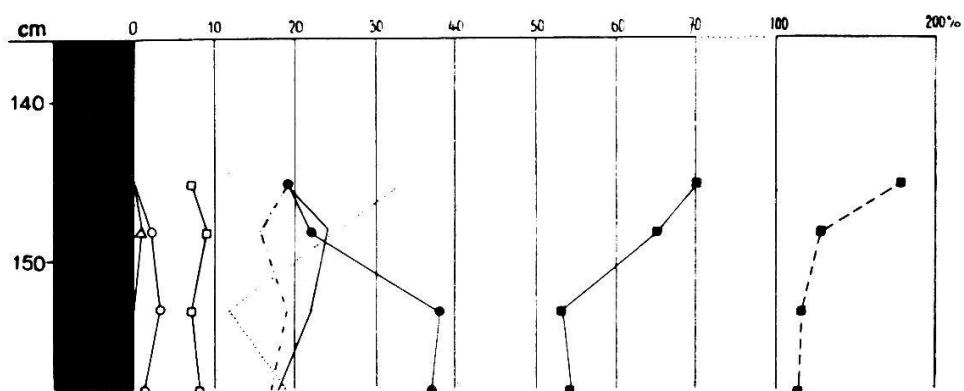


Abb. 44. Pollendiagramm der mesolithischen Siedlung Nr. 10.

- a) 0— 35 cm Moorerde,
- b) 35— 73 cm Bruchwaldtorf mit Pilzhypfen, 1 Annulus, Mineral splitter,
- c) 73— 80 cm Sandige Gyttja mit viel Hyphen,
- d) 80— 91 cm Eisenschüssiger Sand ohne Kalk,
- e) 91—106 cm Lehmiger Sand,
- f) 106—113 cm Sandiger Lehm,
- g) 113—158 cm Gyttja zersetzt, mit Kulturschicht, obere Hälfte der Probe ohne Sand, untere sandhaltig. Nach unten nimmt der Sand allmählich zu, mit Holzeinschlüssen. Pollen zeigt teilweise Korrosion. Typhapollen, Trichoblasten, Moosblattfetzen, Pollen von Acer (?). Ver einzelte Rhizopoden.
- h) 158— ? cm Sand.

In den Schichten a—e waren die Pollen fast restlos zerstört.

Das zugehörige Diagramm ist nicht so vollständig wie das der Station 6. Da die höher liegenden Spektren sehr pollenarm waren, mußte es vorzeitig gebrochen werden. Immerhin ermöglichen die vier vorhandenen Spektren doch eine Verknüpfung mit der Kulturschicht. Das unterste Spektrum gibt den Kurvenverlauf wenig über dem Schnittpunkt zwischen Emw- und Föhrenkurve. Die Hasel weist im obersten Spektrum 178 % auf. Ob damit der Gipfelwert der Haselkurve erreicht sei, ist nicht sicher; denn im benachbarten Diagramm 25 finden wir ein Haselmaximum von 280 % und bei Punkt 23 ein solches von 148 %. Ähnliches gilt auch von der Emw-Kurve.

Die Kulturschicht fällt, wie bei der Siedlung 6, in den ältern Teil der Hasel-Emw-Zeit und reicht vermutlich noch in die Zeit der absteigenden Emw-Kurve hinauf.

Siedlung 1. Im sandigen Boden, unter der Ackerkrume, konnte nach Ströbel (1938) an Hand von dunkeln Farbspuren im gelben Sande der Grundriß einer Hütte sowie Artefakte fest-

gestellt werden. Ein Sondiergraben ergab in unmittelbarer Nähe der Fundstelle ein typisches Uferprofil, bestehend aus Sandschichten mit Zwischenlagen aus sandiger Gyttja. Sein Aufbau war folgender (vgl. Abb. 45):

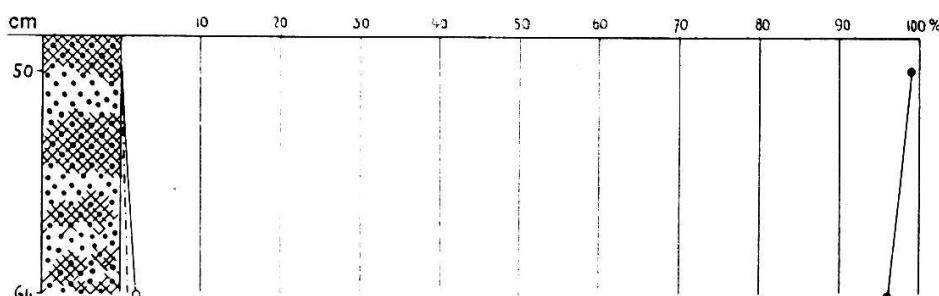


Abb. 45, Pollendiagramm der mesolithischen Siedlung Nr. 1.

- a) 0—20 cm Ackerboden,
- b) 20—80 cm Sand, ohne makroskopische organische Reste, wahrscheinlich gleichaltrig mit der Kulturschicht,
- c) 80—100 cm Sand, mit dünnen Linsen aus organischer Substanz,
- d) 100—114 cm Gyttja, stark sandig, mit einem abgescheuerten Föhrenzapfen, an dem keine Einzelheiten mehr erkannt werden konnten, mit Föhrenpollen,
- e) 114—? cm Sand wie bei b.

Es wurden zwei Proben aus dem oberen und untern Teile der Schicht b analysiert. Die beiden Spektren ergaben überwiegende Dominanz der Föhre, von der im untern Spektrum 96 % und im oberen sogar 99 % gefunden wurden. Es handelt sich also an dieser Stelle um den Gipfel der Föhrenkurve. Das untere Spektrum enthielt noch einen Linden- und drei Birkenpollen, das obere nur einen Weidenpollen. Die höherliegenden Sandschichten waren pollenleer. Die Kulturschicht lag etwa 30 cm höher als das obere Spektrum. Wenn sie also auch nicht direkt im Profil lag, so ist sie ihrer Lage nach doch vermutlich jünger als föhrenzeitlich.

Kommt diesem Diagramm auch keine absolut zwingende Beweiskraft für die Altersbestimmung zu, so spricht es anderseits doch auch nicht gegen die Befunde bei den Stationen 6 und 10, sondern lässt sich zwanglos anreihen.

Dammweg. Zwischen den Siedlungen 6 und 8 lag eine verlandete Seebucht, die aber zeitweise Überschwemmungen ausgesetzt war. Um einen direkten und trockeneren Verbindungsweg zu bekommen, schütteten die Leute der mittleren Steinzeit Sand auf (Ströbel, 1938). Der so erstellte Dammweg lag ungefähr in der Uferzone und hat eine Höhe von etwa 35 cm.

Die Proben wurden im Frühling 1932 an der Wand eines zum Dammweg rechtwinklig gelegten Sondiergrabens entnommen. Es ergab sich folgendes Profil (vgl. Abb. 46):

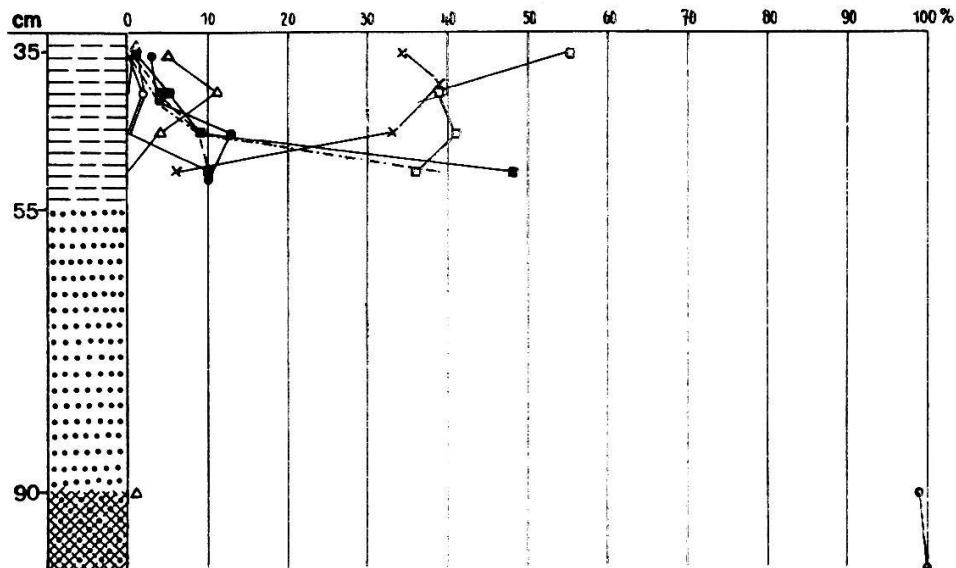


Abb. 46. Pollendiagramm vom mesolithischen Dammweg.

- a) 0— 20 cm Moorerde,
- b) 20— 55 cm Seggentorf, stark zersetzt, Pollen teilweise sehr korrodiert, und zwar in allen Spektren, viele Farnsporen, Annuli,
- c) 55— 90 cm Dammweg (künstliche Auffüllung der Mesolithiker),
- d) 90—160 cm Gyttja, sandig, mit wechselndem Sandgehalt, braun, mit Holzresten, Zwischenlagen aus reinem Sand, viel Grobdetritus, Gewebekomplexe, vereinzelte Radizellen, Hauptmasse Feindetritus,
- e) 160— ? cm Grundmoräne.

Wie zum vornherein zu erwarten war, wies der Sand des Dammweges keine Pollen auf — sie hätten für eine Datierung aber auch gar keine Beweiskraft gehabt —, dagegen der darüber liegende Torf und die obere Schichten der darunter liegenden Gyttja, so daß eine Altersbestimmung dennoch möglich war. Zwei Horizonte aus dem Liegenden des Dammweges ergaben Föhrenzeit. Die tiefer liegenden Schichten wiesen keine oder doch nur spärliche Pollen auf (bei 90 cm 1 Fichten- und bei 108 cm 1 Föhrenpollen). Der Torf im Hangenden ergab vier brauchbare Spektren. Sie gehören der ausgehenden Emw-Zeit an, wobei die Linde wieder stark dominiert. Ulme ist gar nicht vertreten; ihr Pollen fehlt auch in den nach-Emw-zeitlichen Schichten der Diagramme 21 und 23. Wie in andern Diagrammen, z. B. 23, steigt auch beim

Dammweg die Tannen- und Erlenkurve nach der Emw-Zeit stark an. Linde und Erle haben in dieser Gegend das Waldbild beherrscht. Die Anwesenheit der Fichte schon in der ausgehenden Emw-Zeit ist durch die drei Spektren erwiesen. Die Buche ist außerordentlich schwach vertreten, was mit den Diagrammen 21 und 23 übereinstimmt.

Die Haselkurve fehlt ganz und die Emw-Kurve zum größten Teil, es sind dies diejenigen Teile des Diagramms, die gemäß den Diagrammen der Stationen 6, 10 und 1 mesolithischen Alters sind. Der Dammweg hat während der Hasel-Emw-Zeit die Torfbildung verhindert, er muß also ins Mesolithikum verwiesen werden. Sein unterster Teil reicht bis in die Föhrenzeit zurück.

Eigentlich müßte man unmittelbar über dem Dammweg noch höhere Werte des Emw erwarten, also den oberen Teil der absteigenden Emw-Kurve, aber nicht schon den jüngsten Teil derselben. Diese Unstimmigkeit ist nur eine scheinbare, sie kann folgendermaßen erklärt werden:

Auf dem sehr wasserdurchlässigen Sand des Dammweges konnte vorerst kein Torf entstehen, dagegen wuchs dieser links und rechts langsam empor, erreichte schließlich die Scheitelhöhe desselben und transgredierte dann darüber hinweg. Die Torfschicht, die in der Zeit zwischen der Aufschüttung des Damms und der Transgression des Torfes über denselben entstand, fehlt auf dem Dammweg. Ihr muß ein großer Teil der absteigenden Emw-Kurve beigeordnet werden. Leider waren seitlich des Dammweges entnommene Profile so pollenarm, daß keine Diagramme konstruiert werden konnten.

Übereinstimmend ergeben also die vier Diagramme, daß die mesolithische Epoche des Wauwilermooses in den ältern Teil der Hasel-Emw-Zeit fällt und möglicherweise in das Ende der Föhrenzeit hinabreicht.

In diesem waldgeschichtlichen Zeitabschnitt war das Gebiet erstmals mit einem dichteren Urwald bedeckt. Neben den Komponenten des Emw (Eiche, Ulme und Linde) kam die Hasel in sehr großer Menge vor, entweder reine Bestände bildend oder dann als Unterholz des Emw. Im weitern waren auch die Pioniere der früheren Waldperioden, also Birke und Föhre, erstere allerdings nur noch spärlich, vertreten. Auf dem flachen, sandigen Ostufer, dann aber auch am Südhang des Wauwilerbergers und auf

dem schmalen Verlandungsgürtel, der sich jetzt um den See herum zu bilden begann, wuchsen Föhren. Die Birken waren wohl im wesentlichen zu dieser Zeit auf den Verlandungsgürtel beschränkt.

Im Moosbühl (Kt. Bern) fällt nach Keller (1928) das dortige Campignien in die ausklingende Haselzeit. In der Kulturschicht stellte Keller neben Pollen von Hasel und Föhre auch solchen der Linde fest.

Gute Übereinstimmung besteht mit den Resultaten von Bertsch (1928) vom Federsee. Das dortige Tardenoisien fällt in den Hochstand der Haselkurve und liegt dicht unter dem Gipfel der Emw-Kurve. Reinerth (1929) verknüpft im «Blütenstaubdiagramm des Federseemoores (nach Bertsch und Reinerth)» das Mesolithikum mit der Hasel-Emw-Zeit, wobei dieses bis über die Gipelphase der Emw-Zeit hinausreicht.

### **Die Pollendiagramme der neolithischen Siedlungen.**

Die Kulturschichten der neolithischen Siedlungen waren durch umfangreiche Sondierungen genau festgestellt worden, so daß sich an vielen Stellen gute Gelegenheit zur Datierung der gleichaltrigen Horizonte der Pollendiagramme bot\*. Die große Zahl der Siedlungsdiagramme ermöglichte zudem eine weitgehende gegenseitige Kontrolle, wodurch die Zuverlässigkeit der pollenanalytischen Datierung erhöht wird. Nach Anfertigung derselben zeigte es sich, daß gestützt auf dieselben noch eine chronologische Unterteilung der spätneolithischen Epoche des Wauwilermooses möglich war.

Im folgenden bediene ich mich durchwegs einer abgekürzten Schreibweise, so wird z. B. Schötz 1 (12/4) folgendermaßen bezeichnet: S 1 (12/4), ferner Egolzwil 1 = E 1, Wauwil 1 = W 1, Schötz 2 = S 2.

Wie die Diagramme zeigen, fallen die Kulturschichten von E 1, E 2, E 3 und S 1 in die über dem ersten Buchengipfel (= ältere Buchenzeit) liegenden Schichten bis zur Kulmination der Tannenkurve. Auch W 1 muß, wie wir nachher sehen werden,

---

\* Der Lageplan der neolithischen Siedlungen ist nach den Angaben von Herrn Kantonsgeometer A. Zünd, Luzern, erstellt, der auch die Vermessungsarbeiten ausgeführt hat.

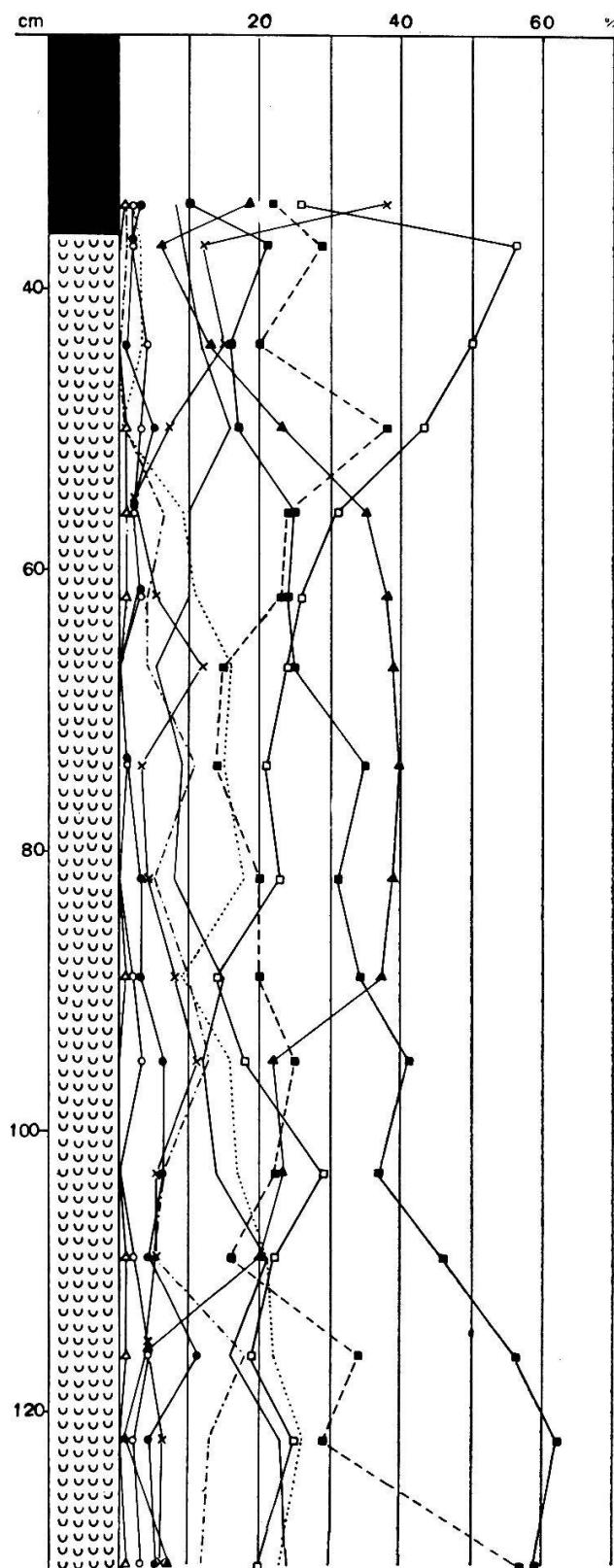


Abb. 47. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung  
Egolzwil 1. Profil aus Reihe 6 der Son-  
dierlöcher, Nr. 2-

hieher gerechnet werden, während S 2 eine deutliche Sonderstellung einnimmt.

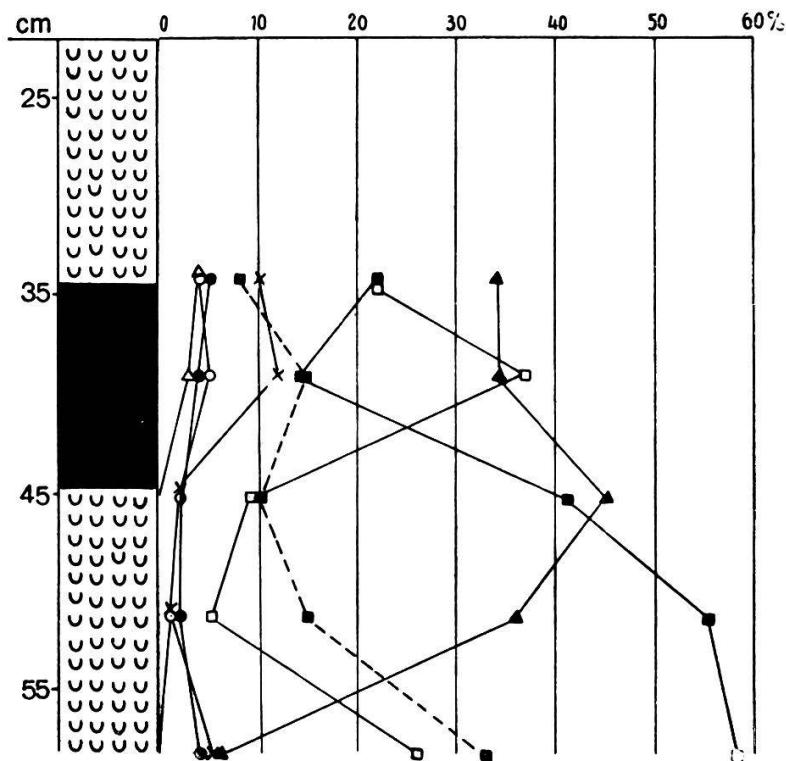


Abb. 48. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Egolzwil 1.  
Profil aus Reihe 6 der Sondierlöcher, Nr. 12.

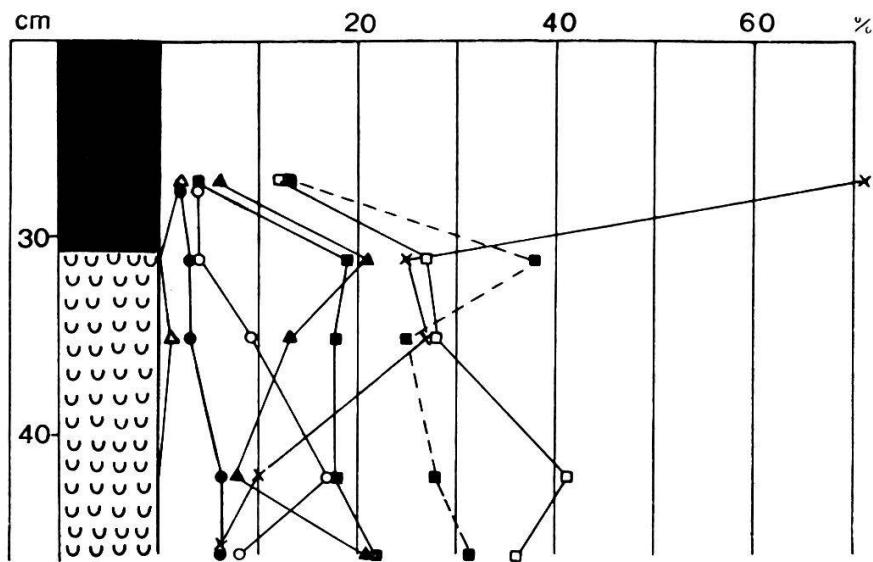


Abb. 49. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Egolzwil 1.  
Profil aus Reihe 9 der Sondierlöcher, Nr. 5.

Unter der Voraussetzung, daß die Sedimentation innerhalb des Siedlungsareals ungestört verlief, läßt sich die erste Gruppe

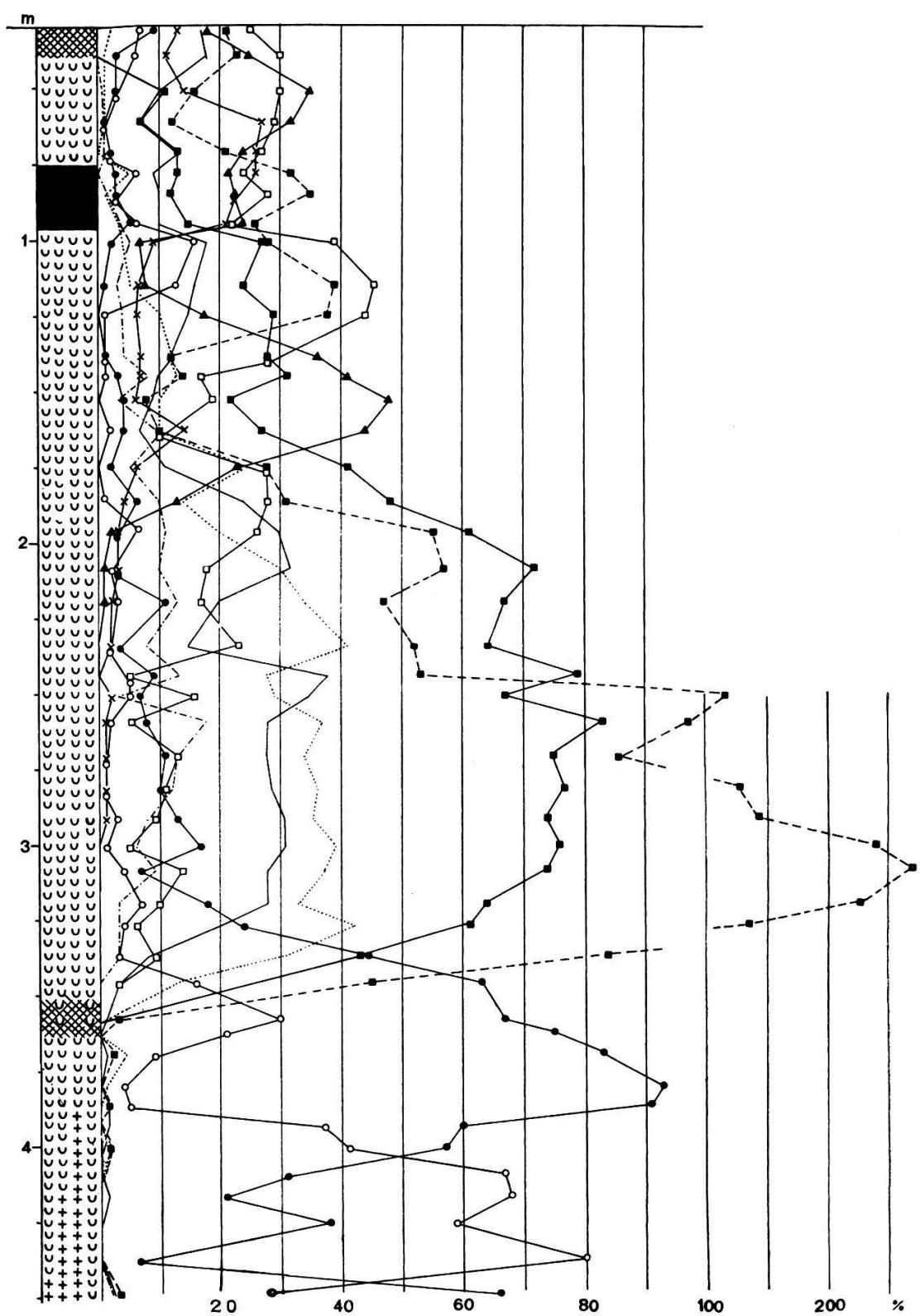


Abb. 50. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Egolzwil 2.

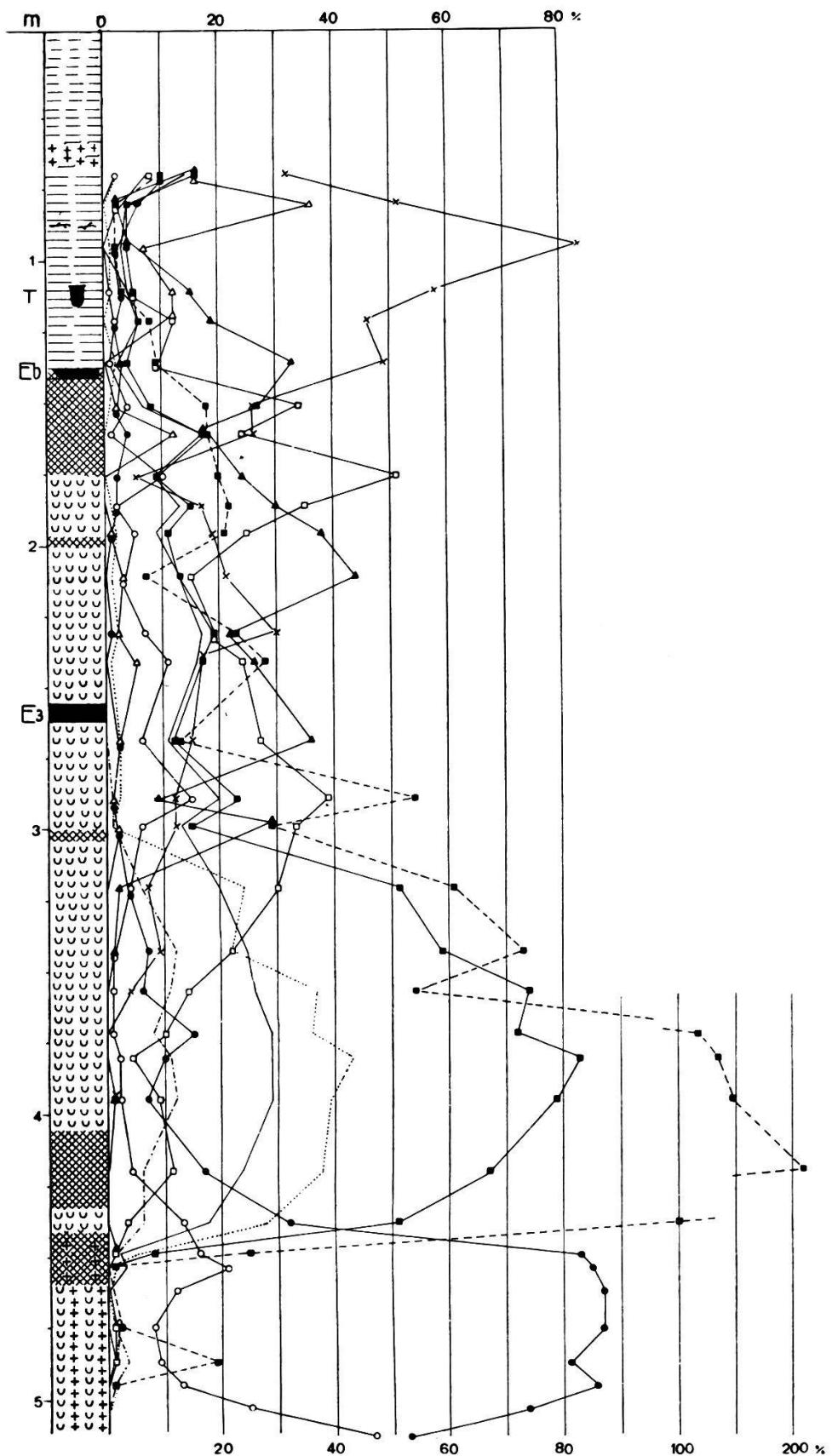


Abb. 51. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Egolzwil 3 (E 3)  
mit Einbaum (Eb) und La Tène-Töpfchen (T).

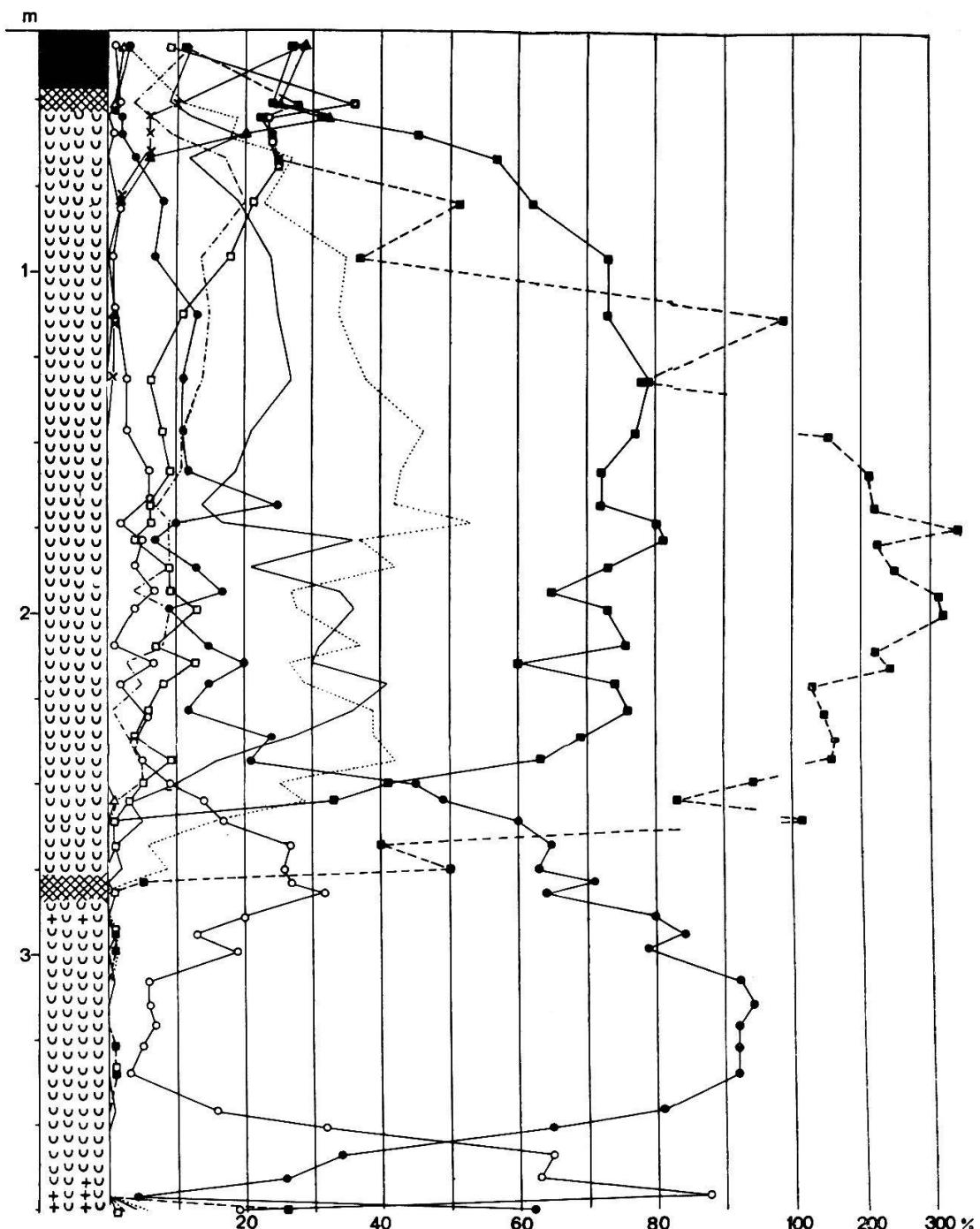


Abb. 52. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Schötz 1.  
Profil aus Reihe 12 der Sondierlöcher, Nr. 4.

bezüglich ihres Alters an Hand der Diagramme noch weiter differenzieren. Maßgebend für die Verknüpfung war dabei überall der untere Rand der betreffenden Kulturschicht.

Als Grundlage für diese chronologische Unterteilung soll in erster Linie die Buchenkurve verwendet werden. E 1 (6/12) und

S 1 (12/4) liegen noch in der eigentlichen Buchenzeit. Ihre Kulturschichten beginnen unmittelbar nach dem Gipfel der Buchenkurve. Damit ist dieser datiert. Alle andern Kulturschichten liegen deutlich höher und sind also jünger. S 1 (19/5), (14/2) und E 3 liegen im absteigenden Ast der Buchenkurve, E 1 (9/5), (6/2), E 2, S 1 (17/3) aber in der Depression derselben.

Datieren wir nach der Tannenkurve, so ergibt sich bei der letzten Gruppe durchwegs ein rascher Anstieg derselben im Bereiche der Kulturschicht, zudem sind die Tannenprozente schon

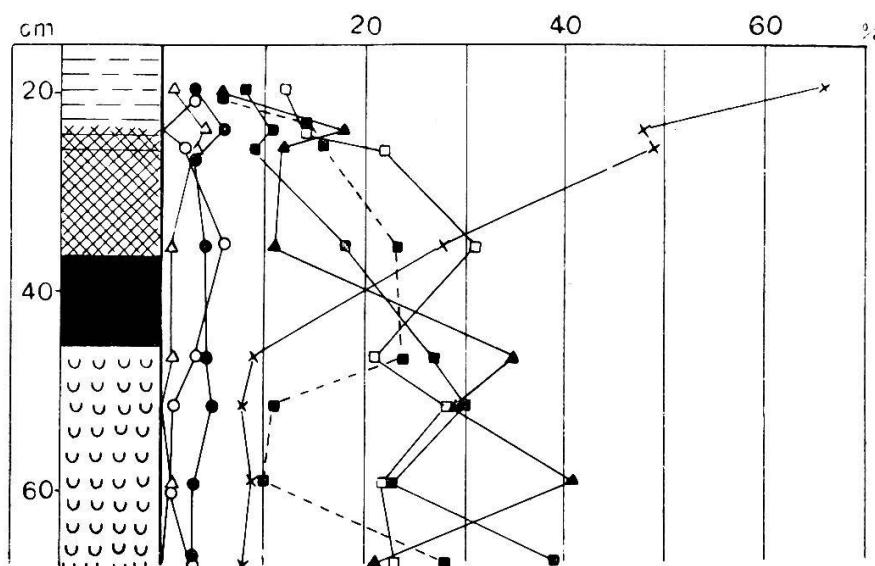


Abb. 53. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Schötz 1.  
Profil aus Reihe 14 der Sondierlöcher, Nr. 2.

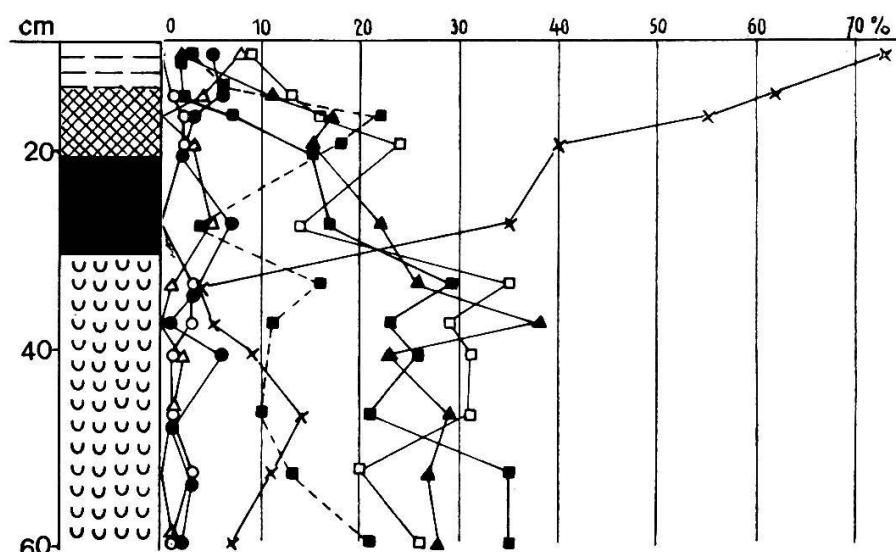


Abb. 54. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Schötz 1.  
Profil aus Reihe 17 der Sondierlöcher, Nr. 3.

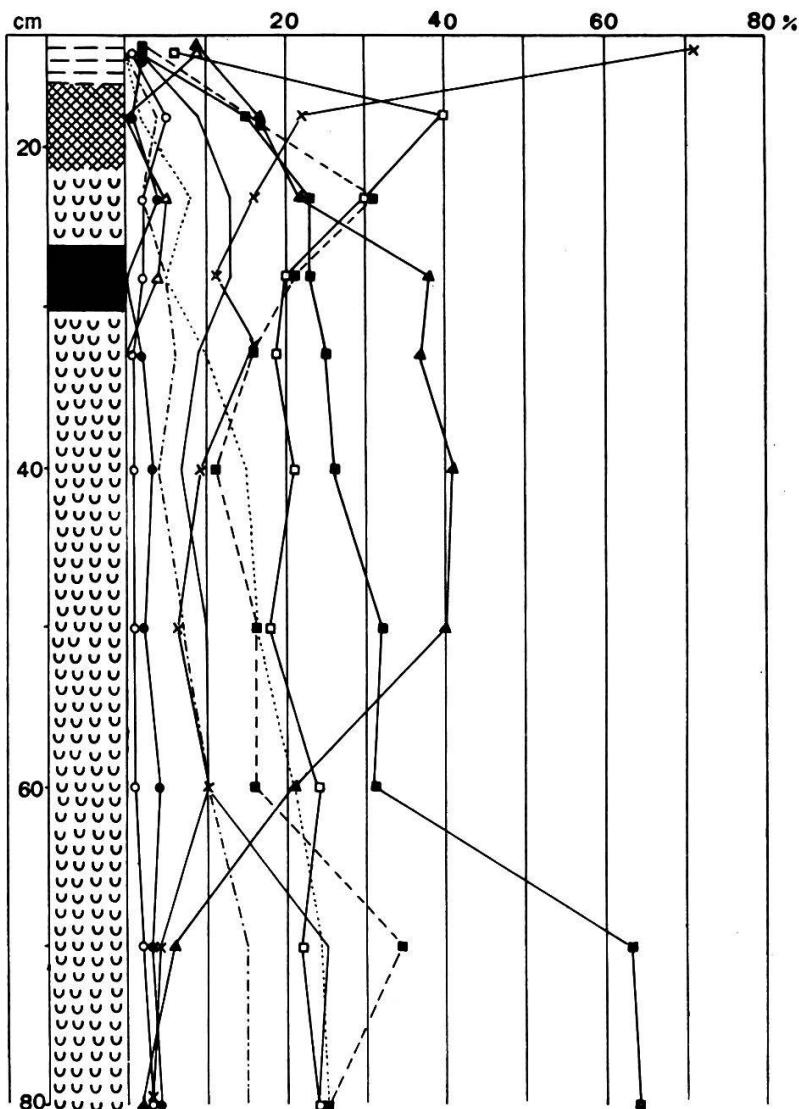


Abb. 55. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Schötz 1.  
Profil aus Reihe 19 der Sondierlöcher, Nr. 5.

ziemlich hoch. Auch diese Tatsachen sprechen für geringeres Alter in dieser Gruppe.

Bei E 1 kann also eine ältere und eine jüngere Kulturschicht unterschieden werden. Bei E 1 (6/12) hört die Kulturschicht noch in der Buchenzeit auf — sie darf hier als intakt angesehen werden, da sie von Seekreide überlagert ist —; bei E 1 (6/2) und (9/5) dagegen liegt sie in der Depression der Buchenkurve. Hier fehlt also derjenige Teil der Kulturschicht, der so alt ist wie die Kulturschicht von (6/2) und (9/5). Es können somit zwei zeitlich voneinander getrennte Siedlungen bestanden haben. Es kann aber auch bei Kontinuität der Siedlung der Dorfteil bei (6/12) preis-

gegeben worden sein, wodurch an dieser Stelle die Bildung weiterer Kulturschicht unterblieb, während bei (6/2) und (9/5) ein neuer Dorfteil angelegt wurde.

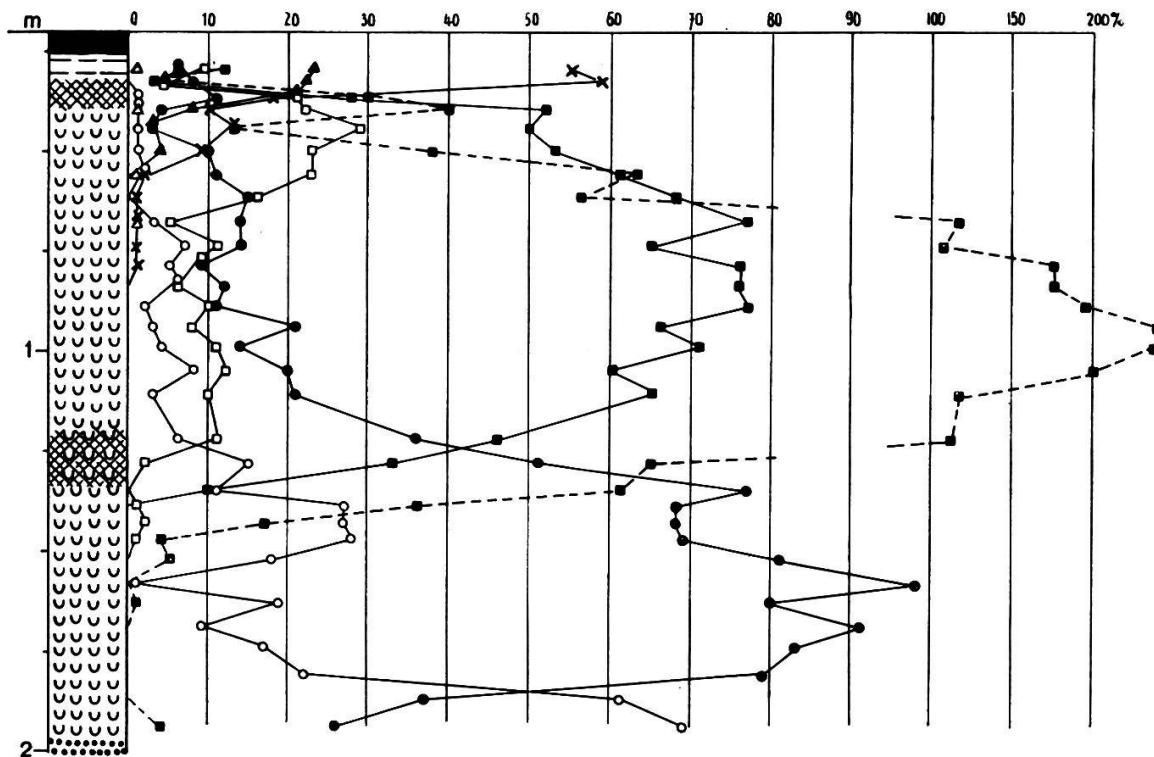


Abb. 56. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Wauwil 1.

W 1 bietet insofern für die Datierung größere Schwierigkeiten, als die Buchenkurve von der früh aufsteigenden Tannenkurve verdeckt wird. Immerhin ist die Buchenkurve gut genug ausgebildet, um bestimmte Anhaltspunkte zu bieten. Die Kulturschicht liegt nicht im Gipfel der Buchenkurve, sondern ist jünger.

Die Kulturschicht von S 1 findet sich in allen drei Altersgruppen vor. Die Besiedlung war hier also eine ununterbrochene, etwa von der Mitte der ältern Buchenzeit bis in die Tannenzeit hinein.

Von S 1 gibt P. Keller (1928) ein Diagramm mit einer 10 cm dicken Kulturschicht im Buchengipfel. Aus ihrer geringen Mächtigkeit und ihrer Lage im Diagramm ergibt sich, daß sie vom Rande der ältesten Siedlung stammt.

S 2 nimmt, wie eingangs erwähnt, eine Sonderstellung ein. Schon ein erstes Profil vom Frühling 1932 zeigte dies. Da ich eine Sonderstellung durch das eine Diagramm nicht als genügend gesichert erachtete, entnahm ich im Herbst desselben Jahres an einer andern Stelle der Siedlung ein zweites und längeres Profil,

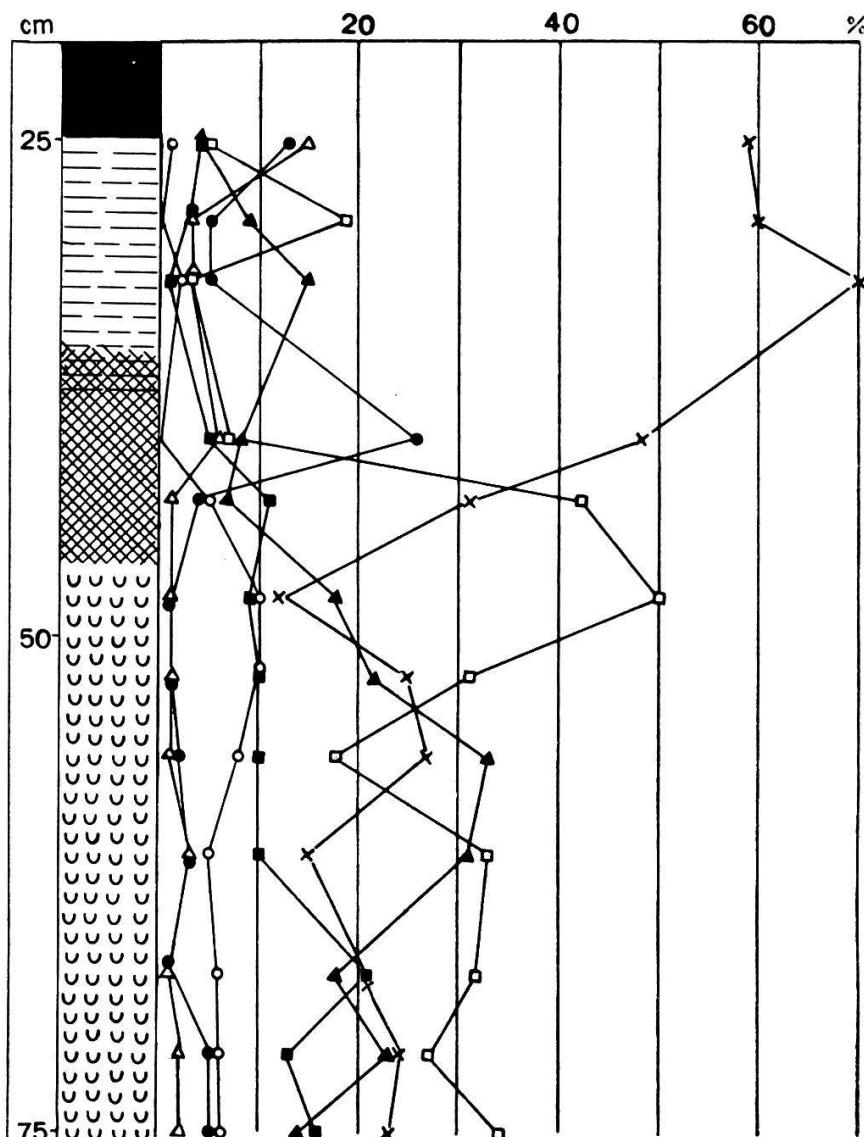


Abb. 57. Pollendiagramm der neolithischen Siedlung Schötz 2.

dessen Analyse aber zum selben Resultat führte. Die Kulturschicht beginnt in beiden Diagrammen im Tannengipfel oder sogar über demselben. Diese Siedlung ist also die jüngste. Immerhin war vermutlich auch E 1 noch besiedelt, als S 2 gegründet wurde, das zeigen E 1 (6/2) und (9/5). Auch die Kulturschicht von E 2 hört im Tannengipfel auf, also ebenfalls zur Zeit, da die von S 2 beginnt. Bezuglich S 2 besteht volle Übereinstimmung mit dem archäologischen Befund; so schreibt Heierli (1909): «So weit der Pfahlbau Amberg (Schötz 2) bekannt ist, scheint er die jüngste Phase der Besiedlung des Wauwilermooses zu kennzeichnen.» P. Scherer (1924) schloß sich diesem Urteil an.

## Funde aus nachneolithischer Zeit.

Zum Schlusse seien noch zwei archäologische Objekte angeführt, die nicht mehr ins Neolithikum gehören. Es betrifft einen Einbaum und ein La Tène-Töpfchen\*.

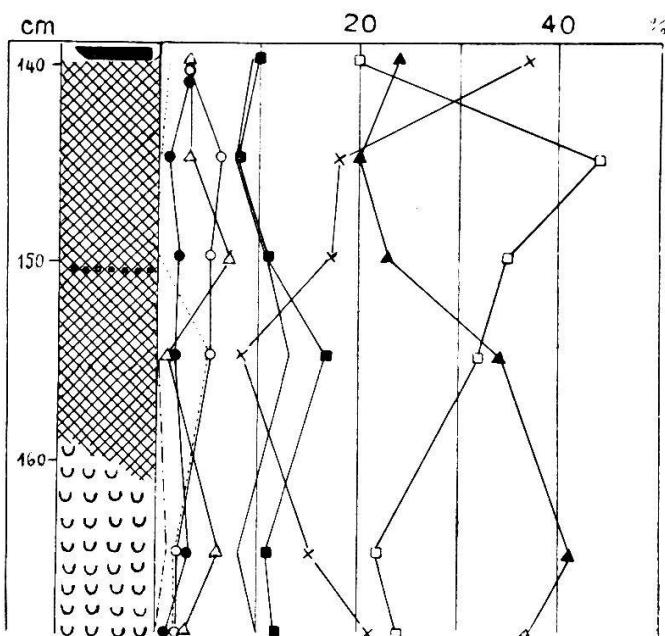


Abb. 58. Pollendiagramm vom Einbaum,

An der Oberfläche einer stark faserigen Gyttja, die in den obersten Spektren pollenarm war und nach den Mikrofossilien zu schließen in der Übergangszone zu Torf lag, wurde ein Einbaum gefunden, der archäologisch nicht datierbar war. Der Fundort befand sich innerhalb des Areals von E 3, aber wesentlich höher als dessen Kulturschicht. Der Abstand von der Grasnarbe wurde mit 140 cm angegeben. Das zugehörige Profil wurde allerdings nicht an derselben Stelle entnommen wie das von E 3, aber doch ganz in der Nähe desselben. Da die Bodenoberfläche hier vollständig eben war, durfte der erwähnte Abstand ohne großes Risiko in das Profil von E 3 eingetragen werden. Der Vergleich des Diagramms

\* Herrn A. Greber, Lehrer in Buchs, verdanke ich Angaben über Egolzwil 3, den Einbaum und das La Tène-Töpfchen.

vom Einbaum mit dem betreffenden Diagrammabschnitt von E 3 zeigt tatsächlich befriedigende Übereinstimmung.

Eine genaue Datierung ist unmöglich, da Vergleichsdiagramme fehlen. Nach der Sedimentmächtigkeit zwischen der Kulturschicht von E 3 und dem Einbaum, die 64 cm beträgt, dürfte er in das Ende der Bronzezeit eventuell in die Hallstattzeit gesetzt werden. Damit läßt sich die Lage des La Tène-Töpfchens, von dem man weiß, daß es 25 cm über dem Einbaum lag, gut vereinbaren.

Im Durchschnittsdiagramm wie im Profil von E 3 wurde der Einbaum unter den dritten Buchengipfel und das Töpfchen in den absteigenden Ast desselben gesetzt.

Das Ende des Neolithikums liegt, wie oben gezeigt wurde, etwas nach dem ersten Tannengipfel, somit fällt die Bronzezeit zwangsläufig mit dem zweiten Buchengipfel zusammen, so daß sich hier eine gute Übereinstimmung mit dem Normaldiagramm des Großen Mooses ergibt. Die Verknüpfung mit der Hallstattzeit ist unsicherer. Doch dürfte diese wahrscheinlich in die nachfolgende Buchendepression mit kleinem Tannenvorstoß fallen. Im Großen Moos fällt sie in die zweite Tannenzeit. Die La Tène-Zeit ist durch die Lage des Töpfchens wieder gesichert. Die nächst jüngern Horizonte müssen also römisch sein. Es handelt sich dabei um den Abschnitt mit dem ausgeprägten Buchenminimum nach dem dritten Buchengipfel (vgl. Abb. 42, S. 72). Auch das Großmoosdiagramm weist für die Römerzeit einen Tiefstand der Buche auf.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Fehlerquellen, wie Pollendrift, ungleiche Sedimentation u. a., ergibt sich somit in den wesentlichen Zügen gute Übereinstimmung in der Datierung zwischen dem Großen Moos und dem Wauwilermoos.

### Die Uferlinienkarte.

In der Karte (Abb. 2) wurden die Uferlinien für folgende Zeitgrenzen dargestellt: Für die größte Ausdehnung des Wauwilersee, für Beginn und Ende der Emw-Zeit und für den Buchengipfel der ältern Buchenzeit oder für die ältesten neolithischen Siedlungen des Wauwilermoores. Der erste Buchengipfel ist ein zuverlässiger Fixpunkt, der zudem in den meisten einschlägigen Diagrammen gut ausgebildet ist.

Die Verlandung schritt während der Birken- und Föhrenzeit äußerst langsam vorwärts. Aus diesem Grunde fällt die Uferlinie zu Beginn der Emw-Zeit auf der Nord-, West- und z. T. auch auf der Südseite nahe an diejenige der größten Ausdehnung des Sees. Einzig im Osten, zwischen den Punkten 32 und 33, wo der See sehr seicht war, wurde sie maximal etwa 250 m nach Westen vorgeschoben. Das Profil von Bohrpunkt 33 weist über 10 cm Sand und Kies, 24 cm Seekreide und 14 cm Gyttja auf. Bohrpunkt 24 zeigt keine Seekreide mehr; unter stark zersetzenem Torf liegt sandige Gyttja. Bei Punkt 38 liegt über Sand 16 cm Seekreide und 6 cm Gyttja. Die Profile von Punkt 34 und 38 lassen vermuten, daß in ihrer Gegend eine Zeitlang ein kleines, separates Becken existiert habe. Das Profil von Punkt 32 besteht aus einem detritusreichen Sande. Der See reichte also wohl kaum über die östlich davon gelegene kleine Bodenwelle hinaus.

Der während der Hasel-Emw-Zeit entstandene Verlandungsgürtel ist verschieden breit. Auf der West- und Nordseite ist er fast durchgehend schmal. Auf der Ostseite dagegen mißt er ein Mehrfaches davon; so ist er zwischen den Punkten 28 und 29 etwa 600 m breit. Auffällig ist der Verlauf der Uferlinie in der Gegend des Punktes 28. Bei den Diagrammen 25 und 28 ist, trotzdem der Schnittpunkt zwischen Emw- und Buchenkurve nicht bestimmt werden konnte, doch soviel ersichtlich, daß an beiden Orten die Verlandung fast zur selben Zeit begonnen hat, und zwar vor Ende der Emw-Zeit, bei Punkt 25 vielleicht etwas früher als bei Punkt 28. Der Verlandungsgürtel muß bei 28 sehr rasch gewachsen sein. Die Auffüllung durch Seekreide war hier besonders stark, sie erreichte während der Emw-Zeit eine Mächtigkeit von 190 cm, bei Punkt 25 aber nur 120 cm. Auch Profil 27 weist 190 cm Seekreide, der Emw-Zeit auf. Von den benachbarten Punkten erwähnen wir noch: P. 6 mit 175 cm, P. 14 mit 125 cm und P. 5 mit 120 cm Seekreide. Die Ursache dieser raschen Seekreidebildung bei Punkt 28 ist möglicherweise auf die Wasserzufuhr von Kottwil her oder auch auf sublakustre Quellen zurückzuführen. Solche verursachten wohl auch die kreisrunden Löcher in der Eisdecke, die von Moser (1829) in seinem Bericht erwähnt werden.

Es scheint auch, daß die Verlandung im Laufe der Emw-Zeit nicht gleichmäßig rasch vor sich gegangen sei, sondern am An-

fang langsamer war als gegen den Schluß; denn beim Diagramm der mesolithischen Station 6 fällt sogar der größere Teil der Emw-Kurve noch in sedimentäre Schichten. Der See muß also noch weit in die Emw-Zeit hinein bis hieher gereicht haben. Damit steht das Ansteigen der Erlenkurve gegen das Ende der Emw-Zeit in Einklang. Es machen sich die vergrößerten Erlenbestände der Verlandungszone bemerkbar.

Die Uferlinie der ältern Buchenzeit bietet insofern eine Überraschung, als die Verlandung schon bald nach Schluß der Emw-Zeit, etwa in der Mitte der Buchenzeit, im Süden schon fast bis zum Punkt 27 vorgetragen war. Auch dieses Profil weist, wie oben erwähnt, eine starke eichenmischwaldzeitliche Seekreideschicht auf. Hier war also schon um diese Zeit das Seeufer demjenigen des Urbanersees ziemlich nahegerückt. Immerhin ist die Fixierung der Uferlinie bei diesem Punkte insofern etwas unsicher, als über der Seekreide weder Gyttja noch Torf vorhanden waren. Sie geschah unter der Annahme, daß die Gyttja 8 cm betragen habe, analog den Profilen der Bohrpunkte 6 und 7 und zudem keine Seekreide abgetragen worden sei. Es kann sich aber keinesfalls um eine große Verschiebung handeln; denn auch bei Schötz 2, das als Moorbaute in der Mitte der Tannenzeit gebaut wurde, mußte die Verlandung schon während der Buchenzeit nahe an den Urbanersee gerückt sein. Dieser war nach Fröhlich und Schröter polderartig abgegrenzt. Graf (1890) berichtet, daß während des ganzen 17. Jahrhunderts die anstoßenden Gemeinden mit dem Kloster St. Urban, dem der See gehörte, in Streit lagen. Erstere waren bestrebt, den See zu verkleinern, letzteres wollte ihn erhalten. Man könnte deshalb an die Möglichkeit denken, daß der See einmal künstlich gestaut und vergrößert worden war und die Gemeinden nichts anderes wollten, als den früheren, natürlichen Zustand wieder herstellen. Bei einer Stauung hätte sich die Uferlinie wieder landwärts verschoben und der neolithischen genähert. Bertsch (1931) fand, daß am Federsee die Verlandung an der Westseite am raschesten voranschritt. An der Ostseite war sie äußerst langsam. Er führt diese Erscheinung auf ein von Klinge aufgestelltes Gesetz zurück, wonach «die Verlandung immer auf der dem Winde zugekehrten Seite am schnellsten vor sich geht. Auf der entgegengesetzten Seite bewirkt der Wellenschlag die Zerstörung des Ufers».

Für den Wauwilersee liegen die Verhältnisse anders. Im Osten, besonders aber im nordöstlichen Teil, sind die Verlandungszonen gleicher Zeitabschnitte am breitesten. Es müssen also andere Faktoren maßgebenden Einfluß gehabt haben. In erster Linie muß an die Morphologie des Beckens gedacht werden. Auf dem W—O-Profil hebt sich im Osten bei den Punkten 15, 15a, 16, 16a ein ganz flacher Teil scharf vom Hauptbecken ab. Im Nordosten ist dieser noch breiter. In diesem seichten Seeteil vermochte die Verlandung durch Pflanzenbestände in der Hasel-Emw-ersten Buchenzeit größere Fortschritte zu machen als am steileren Ufer der Westseite.

Eine weitere Ursache für die starke Verlandung auf der Ostseite ist in der Lage der Zuflüsse zu suchen. Ron- und Kottwilerbach münden hier ein und haben durch mechanische und chemische Sedimentation eine rasche Auffüllung des Beckens ermöglicht.

Die beiden Längsprofile (Abb. 3, 4) weisen eine stratigraphische Besonderheit auf. In den randlichen Bohrpunkten 12 und 23 liegen die Gyttjaschichten wesentlich höher als in den übrigen. Zur Erklärung dieser Erscheinung sind zwei Möglichkeiten ins Auge zu fassen. In allererster Linie wird man an eine Seespiegelsenkung denken.

Im Diagramm 12 fällt der Übergang Gyttja→Torf in die beginnende Emw-Zeit und in 16 ans Ende derselben. Ähnlich liegen die Verhältnisse zwischen 7 und 23. Unter Berücksichtigung der Höhenunterschiede kann daraus der Schluß gezogen werden, daß eine Seespiegelsenkung während der Emw-Zeit stattgefunden habe. Nun wird aber heute allgemein angenommen, daß das Klima im Verlaufe dieser Zeit nicht trockener, sondern eher feuchter wurde. Die Annahme einer Seespiegelsenkung aus klimatischen Gründen führt also zu einem Widerspruch.

Ob während der Emw-Zeit eine Vertiefung der Abflußschwelle und damit eine Seespiegelsenkung stattgefunden hat, kann heute kaum mehr nachkontrolliert werden, da das alte Bachbett im Westen bei der Ronkorrektion vollständig ausgefüllt wurde.

Anderseits lassen sich aber Niveauänderungen an der Mooroberfläche nachweisen. Kaufmann (1872) gibt die Tiefe des Wauwilersees vor der Absenkung mit 3—4 Fuß an. Nun weist Punkt 5, der mitten im Areal des ehemaligen Wauwilersees (vor

1856) liegt, die Kote 498,41 m auf (vgl. Abb. 3, 4). Erhöhen wir diese um die ehemalige Seetiefe, rund 1 m, so ergibt sich für den Wasserspiegel ein Horizont von 499,41 m. Der See müßte also einen Großteil des Moores überschwemmt haben. Moser (1829) notiert als größte Tiefe des Sees sogar 7,5 Fuß. Welche der beiden Angaben die richtige ist, tut nichts zur Sache. Beide führen zum Schluß, daß vertikale Verschiebungen stattgefunden haben.

Durch die Senkung des Wasserspiegels wurde der Seitendruck des Wassers verringert. Von den peripheren Teilen her machte sich deshalb ein Überdruck in zentripetaler Richtung geltend, der ein Auspressen und Abgleiten von Seekreide- und Gyttjaschichten gegen das Seebecken bewirkte. Der Seeboden wurde also gehoben, die Uferpartien dagegen sanken. Dieser Vorgang spielte sich vermutlich nach beiden Seeabsenkungen (1800 und 1856) ab. Unter der Annahme, daß sich ein Gleichgewichtszustand erst allmählich einstellte, könnten die obigen, stark divergierenden und viele Jahre auseinanderliegenden Angaben über die Seetiefen doch richtig sein, indem während der langen Zwischenzeit der Seeboden um einen gewissen Betrag gehoben wurde. Dabei darf natürlich der Einfluß der Sedimentation nicht vergessen werden. Welcher Betrag den beiden Komponenten im einzelnen zuzuschreiben ist, kann kaum angegeben werden.

Die äußersten Teile des Moores, aus denen die Bohrprofile 12 und 23 stammen, blieben von diesen Störungen verschont. Teilweise fehlten Seekreide und Gyttja, also diejenigen Schichten, die ein Gleiten ermöglichten, oder dann waren sie nur wenig mächtig und durch Austrocknung zur Zeit der Seeabsenkungen wohl schon verfestigt.

Die Seeflächen der einzelnen Zeitgrenzen, sowie die Flächeninhalte der Verlandungsgürtel sind in Tab. 6 zusammengestellt. Darnach hatte der See bei seiner größten Ausdehnung einen Inhalt von 543 ha. Früh und Schröter geben 470 ha an, bemerken aber, daß diese Zahl eher zu klein als zu groß sei. Bis zum Beginn der Emw-Zeit verlor der See nur 48 ha. Dieser Betrag ist aber unsicher, da die zugehörige Uferlinie nicht durch eine genügende Zahl von Diagrammen gesichert ist. Daß aber die Verlandung schon vor der Emw-Zeit begann, kann aus den teilweise dicken Sedimentschichten während der Birken- und Föhrenzeit geschlossen werden. Am Schluß der Emw-

Zeit, die wohl in Vollneolithikum anzusetzen ist, betrug das Seeareal nur noch etwas mehr als die Hälfte der maximalen Ausdehnung und gegen das Ende des Neolithikums bloß noch 156 ha. Früh und Schröter berechneten die Seefläche «am Ende der Pfahlbauzeit» zu  $\frac{3}{5}$  der ursprünglichen. Das würde 282 ha ausmachen, also fast soviel wie sie am Ende der Emw-Zeit betrug. Den Urbanersee geben sie mit  $\frac{1}{7} = 67$  ha und den Seerest vor der letzten Absenkung mit  $\frac{1}{23} = 20$  ha an.

Zeitgrenzen	Seetiefen bei Punkt 5 m	Seeflächen ha	Verlandung zwischen den Zeitgrenzen ha
Maximale Ausdehnung	15 (?)	543	
Beginn der Hasel-Emw-Zeit (Mesolithikum)	8,5	495	48
Ende der Emw-Zeit	7,5	289	206
Ältere Buchenzeit (= älteste neol. Siedlungen d. Gebietes)	7	156	133
Urbanersee (1800)	3 (?)	70	86
Letzter Seerest (1856)	1	20	50

Tab. 6. Tiefen und Verlandungsstadien des Wauwilersees.

## Zusammenfassung.

Die in den Jahren 1932/33 im Wauwilermoos durchgeföhrten prähistorischen Ausgrabungen wurden durch naturwissenschaftliche Untersuchungen ergänzt, so durch Bestimmung der Hölzer, der Sämereien von Kultur- und Wildpflanzen, der Skelettreste von Mensch und Tier, der Kleintierwelt der Sedimente. Der vorliegenden Arbeit blieben Stratigraphie, Verlandungsvorgänge und Pollenanalyse vorbehalten. An Hand der Profile aus mesolithischen und neolithischen Kulturschichten gelang eine Verknüpfung der mittleren und jüngeren Steinzeit mit der Waldgeschichte. Zudem konnte diese nach rückwärts bis ins Spätglazial und nach vorwärts bis in die neuere Zeit verfolgt werden.

Der ehemalige Wauwilersee lag zwischen der Endmoräne des höchsten Standes der letzten Vereisung (Killwangenstadium) und der Moräne des ersten Rückzugsstadiums (Schlierenstadium) eingebettet. Die ursprünglich rundliche Mulde von etwa 2,5 km Durchmesser wurde aber während des Rückzuges der Gletscherzunge in ihrem östlichen Teil durch fluvioglaziale Einschwemmungen teilweise ausgefüllt, so daß das Becken hier schon frühzeitig verlandete oder doch sehr seicht wurde. Das feinere Material, wie sandige Mergel, kam erst auf der westlichen Seite zur Ablagerung. Die Mächtigkeit dieser Schichten konnte nicht festgestellt werden, da sie infolge ihrer großen Festigkeit mit dem Bohrer nicht durchstoßen werden konnten. Gegen das Ufer hin keilen sie aus, und man erreichte in einigen Bohrungen die Grundmoräne.

Auf diesem ersten Sediment lagert sich nun eine vollständige Schichtfolge bis hinauf zu den Anfangsstadien eines Hochmoors.

Die unterste erfaßte Schicht besteht aus blauem, mergeligem Glazialton, der in den zentralen Teilen des Sees schätzungsweise eine Mächtigkeit von 3—5 m erreicht. In zwei Punkten wurden die obersten Horizonte desselben erbohrt. Die mikroskopische Untersuchung ergab geringste Mengen von organischer Substanz in Form von Sporen, Feindetritus und unbestimmbaren Mikrofossilien. Dementsprechend fanden sich auch nur Spuren von Pyrit vor. Die Pollenfrequenz war durchwegs sehr gering. Bis in die untersten Spektren kam Pollen von Föhre, Weide und Birke vor. Der Kalkgehalt lag unter 39 %.

Eine weitere überlagernde Schicht besteht aus blaugrauen Mergeln. Sie wiesen höhern Kalkgehalt auf. Im Bohrpunkt 10 schwankte er zwischen 30 und 43 %, im Bohrpunkt 2 zwischen 30 und 51 %. In letzterem hörte die Tonzufluhr im wesentlichen am Ende der Birkenzeit, in jenem erst am Anfang der Föhrenzeit auf.

Der organische Detritus war in diesen Mergeln in viel größerer Menge vorhanden und auch formenreicher als im Gletscherton, was auf eine üppigere Vegetation hinweist. Die starke Zunahme des Pyrits ist die Parallele dazu.

Der Übergang vom Mergel zur Seekreide erfolgt innerhalb einer dünnen Schicht und ist durch ein Emporschnellen des Kalkgehaltes auf 75 % gekennzeichnet. In den zentralen Teilen des Moores beträgt ihre Mächtigkeit bis 5 m. Sie ist durchwegs fossilreich. Vielfach mußten nur einige Reihen eines Präparates analysiert werden, um die erforderliche Pollenzahl zu erhalten. In einigen Profilen zeichnete sie sich durch öfters Farbenwechsel aus, der auf den verschiedenen Gehalt an Feindetritus zurückgeführt wird. Auch die Konsistenz war ungleich. Oft lagen mehr breiige Schichten unter festen. Für eine Anzahl von Profilen wurde festgestellt, daß die Schichtdicke während gleichen Zeiträumen recht ungleich ist. Diese Untersuchung wurde für die Föhren- und Emw-Zeit durchgeführt. Zur Zeit der Bildung der Seekreide war der Wauwilersee besonders reich an organischer Substanz. So kamen sozusagen in jedem Profil Gyttjabändchen verschiedenster Dicke vor. Alle Übergänge von kalkfreier Gyttja über Kalkgyttja bis zu Seekreide von 90 % Kalkgehalt wurden gefunden. In den Diagrammen konnten nur die auffälligsten angegeben werden. Nach der Lage in den Profilen zu schließen, sind die Gyttjaschichten lokal begrenzt. Eine einzige breitet sich über eine größere Fläche aus. Sie entstand zu Beginn der Hasel-Emw-Zeit. In den kurzen Randprofilen fällt die Facies der Seekreide da und dort aus. Aus fünf zentral gelegenen Bohrprofilen, in denen die sedimentären Schichten am mächtigsten waren und zur Hauptsache aus Seekreide bestanden, wurde die jährliche Zuwachsquote berechnet. Sie ergab durchschnittlich 0,9 mm, wobei der geringste Wert 0,7 mm und der höchste 1,1 mm betrug. Es ist wahrscheinlich, daß die Gyttjaschichten rascher wuchsen als die Seekreide.

Nach oben schließt sich als letztes Glied der Sedimentserie

eine dunkel gefärbte Gyttja an. Sie wurde vielfach von Seggenwurzeln durchwachsen und täuschte Torf vor. Erst der mikroskopische Befund ermöglichte eine Entscheidung über die Genesis.

In allmählichem Übergang ging die Gyttja gewöhnlich nach oben hin in den Seggentorf des Niedermoors über. Auch hier war eine Trennung der Schichten meistens nur mit dem Mikroskop möglich. Nach dem Eintrocknen hoben sich Gyttja und Torf besser voneinander ab als im feuchten Zustand.

Große Teile des Wauwilermooses stehen schon seit vielen Jahren unter Kultur und dienen als Wiesen und Äcker. Meistens ist die Torfschicht bis auf geringe Reste abgetragen. Diese, sowie auch die Gyttja sind teilweise durch Bearbeitung gestört. Vollständige und intakte Schichtfolgen sind nur noch spärlich vorhanden, wodurch Schlüsse über die Stratigraphie der oberflächlichen Schichten erschwert werden. Infolge der zwei Seeabsenkungen um 1800 und 1856 sank der Grundwasserspiegel, was eine weitgehende Austrocknung und Zersetzung der noch vorhandenen Reste zur Folge hatte. In den obren Horizonten der noch erhaltenen Torfschichten der Nordseite kommen Lehmbänder vor, die ihrer Entstehung nach vermutlich mittelalterlich sind. Die an den Hang lehnenden Teile des Moores waren mit einer geschlossenen Lehmdecke überzogen. Stellenweise waren auch Anfänge von Hochmoorbildungen vorhanden, die aber durch den Torfabbau vernichtet worden sind.

Die Analyse der Glazialtone und Mergel erschloß eine waldfreie Zeit mit Föhre (*Pinus*), Weide (*Salix*) und Birke (*Betula*). In ihrem jüngern Abschnitt treten noch Hasel (*Corylus*), Eiche (*Quercus*), Ulme (*Ulmus*), Linde (*Tilia*), Erle (*Alnus*), Buche (*Fagus*) und Tanne (*Abies*) dazu. Der Vorstoß dieser wärmeliebenden Baumarten wird mit einer merklichen Klimabesserung in Verbindung gebracht.

Die darauffolgende Birkenzeit wurde durch einen Klimarückschlag ausgelöst. Die Pollen wärmeliebender Baumarten nehmen in den entsprechenden Schichten an Zahl ab oder fehlen ganz; sogar die Föhrenwerte gehen zurück. Artenarmut kennzeichnete den Wald dieser Zeit.

In den jüngern Horizonten der anschließenden Föhrenzeit treten die Pollen wärmeliebender Arten wieder auf. Das Ende der Föhrenzeit weist einen schwachen, aber charakteristischen Vor-

stoß der Birke auf. Dieser liegt unmittelbar vor der Hasel-Eichenmischwald (= Emw)-Zeit. Wir dürfen annehmen, daß der Birkenvorstoß durch einen Temperaturrückschlag bewirkt worden ist. Dadurch wurde die Ausbreitung von Hasel, Eiche, Ulme und Linde, deren Pollen schon in föhrenzeitlichen Schichten zu finden war, verlangsamt. Diese Bäume kamen wahrscheinlich schon während der Föhrenzeit in nicht allzu großer Entfernung vor. Nach der Klimabesserung breiteten sie sich dann überraschend schnell aus. Die Hasel eilte etwas voraus. Da aber die Kurven der Hasel und des Eichenmischwaldes nur wenig voneinander verschoben sind, wurde dieser ganze Abschnitt als Hasel-Emw-Zeit zusammengefaßt.

Während der Hasel-Emw-Zeit wanderten Buche, Tanne, Erle und wohl auch die Fichte ein. Nach dieser Zeit gelangte zuerst die Buche zur Herrschaft. Schon während dieser älteren Buchenzeit trat die Tanne als scharfer Konkurrent der Buche auf. Da und dort gelang es der Tanne, Fuß zu fassen und sich auszubreiten, wobei sie vermutlich durch lokalklimatische oder edaphische Verschiedenheiten begünstigt wurde.

Am Ende des Neolithikums trat die Tanne auch im allgemeinen Waldbild stärker hervor. Wir gelangen damit in die Tannenzeit.

Im weitern Verlaufe der Waldgeschichte spielte dann die Buche lange Zeit wieder die Hauptrolle. Ihre Kurve dominiert fast durchwegs bis zu der Zeit, da der Mensch durch weitere Rodungen und Waldbau den Wald maßgebend beeinflußte. Dieser Abschnitt der Buchendominanz wurde als jüngere Buchenzeit bezeichnet. Er weist drei Buchengipfel auf. Der erste fällt in die Bronzezeit, der zweite ist eisenzeitlich und der dritte mittelalterlich. Der Übergang von der zweiten Buchenzeit in die Zeit des Waldbaues wird, je nach der Besiedlung im betreffenden Gebiete, zeitlich verschieden anzusetzen sein. Er kann kaum durch eine scharfe Grenze angegeben werden.

Mit dem Rückgang der Buche in den jüngsten Abschnitten setzte ein Aufstieg der Eiche ein, der durch Maßnahmen des Menschen ausgelöst und gefördert wurde. Etwa mit Anbruch der La Tène-Zeit begann ein Fichtenanstieg, der in seinem Anfang auf die Wirkung eines kühler gewordenen Klimas zurückgeführt wurde.

Die Erle wanderte schon mit den wärmeliebenden Laubbäumen ein, blieb aber zur Hauptsache auf den Verlandungsgürtel beschränkt. Der Pollen der Weißbuche trat in allen Diagrammen nur sehr spärlich auf. Für das Spätneolithikum ist dieser Baum durch Holzfunde nachgewiesen. Ihre Einwanderung erfolgte wahrscheinlich in der Hasel-Emw-Zeit.

Mit der Hasel-Emw-Zeit — vielleicht sogar schon am Ende der Föhrenzeit — beginnt die erste Besiedlung des Gebietes durch den Menschen. Auf den niedrigen Moränenkuppen, in nächster Nähe des Sees, wenig über dem Wasserspiegel desselben, bauten die Leute der mittleren Steinzeit ihre Hütten. Im ganzen wurden etwa zwanzig Wohnplätze entdeckt, die sich besonders auf das Süd- und Ostufer verteilen. An vier verschiedenen Stellen gelang eine Verknüpfung dieser Kulturstufe mit der Waldgeschichte. Übereinstimmend fielen die Kulturschichten in den ersten Teil der Hasel-Emw-Zeit, also in die Zeit der endgültigen Klimabesserung.

Nach dem Wegzug dieser Leute folgte eine lang andauernde Lücke in der Besiedlung, die den jüngern Teil der Emw-Zeit und die erste Hälfte der ältern Buchenzeit umfaßte. Etwa zur Zeit des ersten Buchenmaximums (ältere Buchenzeit) wanderten neuerdings Menschen ein. Es entstanden sechs Dörfer, die nach den archäologischen Befunden in das Spätneolithikum eingereiht werden müssen; fünf davon waren bereits von früheren Ausgrabungen her bekannt, und zwar Egolzwil 1, Egolzwil 2, Schötz 1, Schötz 2 und Wauwil 1; das sechste, Egolzwil 3, wurde erst 1932 entdeckt. Die Kulturschichten dieser Siedlungen lagen teils in Seekreide, dann aber auch in Gyttja und Torf. Die ältesten fallen in die Zeit der ersten Buchenherrschaft. Sie gehören den Siedlungen Egolzwil 1 und Schötz 1 an. Am jüngsten ist Schötz 2. Seine Kulturschicht liegt unmittelbar über dem Tannengipfel. Alle andern reihen sich zwischen diese Grenzlagen ein.

Einen weitern Fixpunkt für die Datierung der Waldperioden lieferte ein Töpfchen aus der La Tène-Zeit, dessen Lage beim Auffinden stratigraphisch genau bestimmt worden war. Der Fundhorizont fällt an den Anfang der langdauernden Buchendepression. Da aber eine geschlossene Kulturschicht fehlt, somit An-

fang und Ende dieser Zeit nicht bestimmt sind, ist keine einwandfreie Verknüpfung mit der Waldgeschichte möglich.

Für die beiden dazwischenliegenden Epochen, die Bronze- und Hallstattzeit, sind wir auf Interpolationen angewiesen. Darnach fällt im Durchschnittsdiagramm bei Annahme gleichmäßiger Sedimentation die Bronzezeit in den zweiten Buchengipfel und die Hallstattzeit in den zweiten, schwach entwickelten Tannengipfel.

Die Profile in Verbindung mit den Pollendiagrammen, ferner die topographische Lage der mesolithischen und neolithischen Siedlungen ermöglichen die Festlegung von alten Uferlinien. Bestimmt wurde die Ausdehnung des Sees zur Zeit seiner größten Ausdehnung, bei Beginn und am Ende der Hasel-Emw-Zeit und für die ältere Buchenzeit = Zeit der ältesten neolithischen Siedlungen des Wauwilermooses (vgl. Abb. 2). Die Grenzen der beiden Seereste aus historischer Zeit wurden den Karten entnommen.

Am raschesten schritt die Verlandung am Ostufer vor. Der Grund hiefür liegt in der vertikalen Gliederung des Seebeckens, das im östlichen Teile auf große Strecken sehr seicht war. Zudem mündeten auf dieser Seite die beiden Zuflüsse, die Ron und der Kottwilerbach, ein, die die Auffüllung beschleunigten.

## Literaturverzeichnis.

- Beck, P., Rytz, W., Stehlin, H. G., Tschumi, O., Der neolithische Pfahlbau Thun. — Mitt. Nat. Ges. Bern. 1930. 1931 (1—54).
- Bertsch, K., Wald- und Floengeschichte der Schwäbischen Alb. — Veröff. staatl. Stelle f. Naturschutz beim Württemberg. Landesamt f. Denkmalpfl. 5, 1928 (79—132).
- Paläobotanische Monographie des Federseerieds. — Bibliotheca Bot. 103, 1931 (126 S.).
- Broch, W., Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des südlichen Schwarzwaldes und der Baar. — Ber. Nat. Ges. Freiburg i. Br. 29 (1929) (243 S.).
- Feurstein, P., Geschichte des Viller Moores und des Seerosenweiher an den Langer Köpfen bei Innsbruck. — Beih. Bot. Centr.bl., Abtlg. II. 51. 1933.
- Firbas, F., Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. — Bibliotheca Bot. 112. 1935 (68 S.).
- Fischer-Sigwart, H., Das Wauwilermoos. Eine naturwissenschaftliche Skizze. — Mitt. Nat. Ges. Luzern. 6. 1911.
- Früh, J., u. Schröter, C., Die Moore der Schweiz, mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. — Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Serie 3. 1904 (750 S.).
- Graff, E., Die Aufteilung der Allmend in der Gemeinde Schötz. — Diss. Bern 1890.
- Großmann, H., Die Waldweide in der Schweiz. 1926 (123 S.).
- Härry, H., Löß- und pollenanalytische Untersuchungen am Breitsee (Möhlin, Aargau). — Mitt. Aarg. Nat. Ges. 19. 1932 (99—152).
- Blütenstaubuntersuchung bei der bronzezeitlichen Siedlung «Sumpf» bei Zug. — Zuger Neujahrsblatt 1929 (68—72).
- Eine vor-risseiszeitliche Gyttja auf dem Distelberg. Mitt. Aarg. Nat. Ges. 20. 1937 (106—111).
- Hausrath, H., Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. 1911. Verl. Teubner, Leipzig. 274 S.
- Heim, A., Geologie der Schweiz. I. 1919.
- Heierli, J., Erster Jahresbericht der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte. 1908.
- Hug, J., Die Schweiz im Eiszeitalter. Zürich 1919 (88 S.).
- Kaufmann, F. J., Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. 11. 1872.
- Keller, P., Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre floengeschichtliche Deutung. — Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich. 5. 1928 (163 S.).
- Der postglaziale Eichenmischwald in der Schweiz und den Nachbargebieten. — Beih. Bot. Centr.bl. 49. 1932 (176—204).
- Untersuchungen an Torflagern in der Stadt St. Gallen. — Jahrb. d. St. Galler Nat. Ges. 67. 1935.
- Keller-Tarnuzzer, K., General-, Orts- und Personenregister über die Jahresberichte 1—25 (1908—1933) der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte. 1934.
- Iüdi, W., Die Waldgeschichte der Grimsel. — Beih. Bot. Centr.bl. 49. 1932.
- Das Große Moos im westschweizerischen Seeland und die Geschichte seiner Entstehung. — Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich. 11. 1935 (344 S.).

- Waldgeschichte und Klimaveränderungen im schweizerischen Mittel-  
lande während der jüngern Postglazialzeit. — *Vierteljahrsschr. Nat.  
Ges. Zürich.* 80. 1935 (139—156).
- Zur Frage des Waldklimaxes in der Nordschweiz. — *Ber. Geobot. Inst.  
Rübel in Zürich.* 1934. 1935 b (15—49).
- Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. — *Veröff.  
Geobot. Inst. Rübel in Zürich.* 15. 1939 (95 S.).
- Analyse pollinique des sediments du lac de Genève. — *Mém. Soc.  
Phys. et Hist. Nat. Genève.* 41. 1939 (468—497).
- L undqvist, G., Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen.  
Bd. II von: *Die Binnengewässer*, von A. Thienemann. 1927.
- Messikommer, E., Biologische Studien im Torfmoor von Robenhau-  
sen, unter besonderer Berücksichtigung der Algenvegetation. — Diss.  
Zürich 1927 (171 S.).
- Meyer, K. A., Holzartenwechsel und frühere Verbreitung der Eiche in  
der Westschweiz. Kanton Neuenburg. — *Mitt. Schweiz. Anstalt f. d.  
forstl. Versuchswesen.* 20. 1937 (115—242).
- Müller, P., Das Hochmoor von Etzelwil. — *Ber. Geobot. Forschungs-  
inst. Rübel in Zürich.* 1936. 1937 (85—106).
- Moser (?), Bericht über die topographische Lage des Egolzwilersees (heu-  
tiger Wauwilersee) nebst einem Vorschlag zur Abgrabung desselben.  
— Akten aus dem Staatsarchiv d. Kts. Luzern. 1829.
- Oberdörfer, E., Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des  
Schluchsees (Schwarzwald). — *Ber. Nat. Ges. Freiburg i. Br.* 31.  
1931 (1—85).
- Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Ober-  
elsasses und der Vogesen. — *Zeitschr. f. Bot.* 30. 1937 (513—572).
- Rossolimo, L., Atlas tierischer Überreste in Torf und Sapropel. —  
Moskau 1927.
- Rytz, W., In: Beck, Rytz, Stehlin, Tschumi. 1931.
- Scherer, P. E., Die neolithischen Pfahlbauten im Gebiete des ehemali-  
gen Wauwilersees. (Mit Beiträgen von J. Heierli, J. Meyer, O. Schlag-  
inhaufen, K. Hescheler, E. Neuweiler.) — *Mitt. Naturf. Ges. Luzern.*  
9. 1924 (1—323).
- Stamm, E., Die Eichen-Hainbuchen-Wälder der Nordschweiz. — *Beitr.  
Geobot. Landesaufnahme d. Schweiz.* 22. 1938 (163 S.).
- Stark, P., Die Moore des badischen Bodenseegebietes I/II. — *Ber. Naturf.  
Ges. Freiburg i. Br.* 24. 1925 (123 S.), 28. 1928 (238 S.).
- Ströbel, R., Die Pfahlbauten des Wauwiler Mooses. — Ein Führer durch  
die Kleinfunde der Ausgrabungen 1932/33 im Naturh. Museum d.  
Kts. Luzern. 1938 (32 S.).
- Troll, K., In: Prähistorisches und Naturwissenschaftliches vom Hall-  
wilersee. — *Ber. Aarg. Nat. Ges.* 17. 1925 (143—186).
- Tschumi, O., In: Beck, Rytz, Stehlin, Tschumi 1931.
- Wiegner, G., Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Prak-  
tikum. 1926.