

Pollenanalytische Untersuchungen in Kärnten.

Von Rudolf Gr. Sarnthein (Innsbruck).

Die pollenanalytische Untersuchung von Moor- und Seeablagerungen hat im Laufe der letzten Jahrzehnte besonders im skandinavischen und mitteleuropäischen Raum zu wertvollen Ergebnissen und Erkenntnissen über die nacheiszeitliche Vegetations- und Klimaentwicklung geführt. Eine Lücke im Untersuchungsgebiete bildet bisher der Südostalpenrand. Hier liegen nur ältere, aus dem Beginn der pollenanalytischen Forschung stammende Untersuchungen über das Laibacher Moor von Firbas (1922) und eine Untersuchung von Kielhauser über den Weißensee in Kärnten vor, die aber nur den jüngsten Abschnitt der Waldgeschichte umfaßt.

Gerade in diesem Bereiche erscheint die Klarstellung des Verlaufes der Wiederbesiedlung des eisfrei gewordenen Gebietes durch die höhere Pflanzenwelt nach der Eiszeit und der Zuwanderung der Waldbildner sowie ihrer Abfolge für glazialgeologische Fragen, wie für die Wald- und Klimageschichte von großem Interesse.

Der Verfasser, der die Tiroler Nordalpen regional bearbeitet hat, beabsichtigt nun in Kärnten diese Untersuchungen fortzusetzen und nahm 1943 die Felduntersuchungen und Probenentnahmen durch Profilbohrungen an einer Reihe von Mooren und Seen Kärntens vor und zwar:

Wörther See; in einer Bucht bei Maiernigg, an der S.-O.-Ecke des Sees. 430 m. 1 Profil.

Langes Moos; zwischen Sternberg und Köstenberg. 720 m. 2 Profile.

Gösselsdorfer See (Zapotnikmoos); Niedermoor am N. Ufer, 460 m. 2 Profile.

Zablattnig-Seewiese; ober Eberndorf. 520 m. 2 Profile.

Faaker See; verlandete Seebucht an der N. W. Ecke des Sees. 561 m. 1 Profil.

Die Verarbeitung des gewonnenen Probenmaterials wurde 1944 in Angriff genommen, mußte jedoch der Kriegsverhältnisse halber eingestellt werden, so daß nur ein Profil des Langen Moos zur Gänze, das Profil des Faaker Sees in seinem oberen Teil fertiggestellt werden konnte. Da es fraglich ist, ob und wann die Arbeiten wieder aufgenommen werden können, sollen hier die bisherigen Teilergebnisse besprochen werden.

Es erscheint an diesem Orte angebracht, in kurzen Zügen die Aufgabe und Methode pollenanalytischer Forschung darzulegen. Der Blütenstaub (Pollen) vieler höherer Pflanzen, insbesondere jener der wichtigsten Waldbäume, ist in nassen Böden unter Luftabschluß nahezu unbegrenzt haltbar. Seine unter dem Mikroskop erkennbare spezifische Form läßt in den meisten Fällen seine Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gattung, oft Art, sicher erkennen. Insbesondere die Schlammablagerungen stehender Gewässer und die Torfbildungen der Moore enthalten stets reichlich Pollen jener Pflanzen, die zur Zeit ihrer Bildung und Ablagerung in der näheren und weiteren Umgebung wuchsen. Aus der relativen Häufigkeit der gefundenen Pollen einer Probe können Schlüsse auf die Verbreitung der Pollenerzeuger zur Zeit der Bildung jener Schichten, denen die Probe entnommen wurde, gezogen werden.

Da die Bildung solcher pollenführender Ablagerungen in unseren Gegenden erst nach dem Rückgang der letzten eiszeitlichen Vergletscherung einsetzen konnte, bilden derartige ungestörte Lagerfolgen ein Bild, aus dem die Entwicklung der Vegetation sowie die Wald- und Klimageschichte entnommen werden kann.

Für diese Untersuchung werden Proben einer Lagerfolge eines Moores oder Sees in möglichst dichten vertikalen Abständen entnommen. Dies erfolgt, wenn nicht Stichwände abgetorfter Moore oder sonstige natürliche oder künstliche Aufschlüsse zur Verfügung stehen, mit einem hierzu geeigneten Bohrgerät. Die Proben, deren Herkunft aus einer Schicht bestimmter Tiefe feststeht, werden dann nach Untersuchung auf makroskopische Reste (Holz, Samen) und Feststellung der Torf- bzw. Sedimentart sowie nach geeigneter chemischer Vorbehandlung mikroskopisch auf ihren Gehalt an erkennbaren pflanzlichen und tierischen Resten untersucht, wobei den Pollen besondere Aufmerksamkeit zugewendet wird. Es werden die Pollen der Waldbäume bis zu einer Summe von 100—200 Pollen gezählt und die Beteiligung der einzelnen Baumgattungen nach dem Hundertsatz für jede Probe festgestellt. Der Pollen der Sträucher (Hasel, Weide, Sanddorn u. a.) sowie der Nichtbaumpollen (Gräser und Kräuter) wird nach seiner Anzahl in % der gefundenen Baumpollenzahl festgestellt. Das Ergebnis der Untersuchung aller Proben einer Lagerstätte ergibt ein Profil, das in Form eines Signaturren- oder wie in dieser Arbeit, in Form eines Flächendiagrammes dargestellt wird. Die Pollen einiger Baumarten, wie Lärche, Pappel, Ahorn, Esche u. a., erhalten sich schlecht oder gar nicht und treten wohl auch infolge ihrer geringen Pollenproduktion stark zurück. Auf ihre Verbreitung kann daher aus der festgestellten Zahl ihrer Pollen direkt nicht geschlossen werden. Die wichtigsten bestandbildenden Baumarten mit der bedauerlichen Ausnahme der Lärche

sind jedoch gut erhaltungsfähig, es sind dies: Föhren, Fichte, Tanne, Buche, Erlen, Birken, die als Eichenmischwald zusammengefaßten Eichen, Linden und Ulmen sowie der Haselstrauch. Sie bilden die Komponenten der vorliegenden Diagramme (Fig. 1 u. 2)*), an deren Hand die Ergebnisse der Untersuchung der Profile vom Langen Moos und Faaker See dargestellt werden.

Um aber einen Vergleich mit den Verhältnissen am Nordalpenrand anschaulich zu machen, wird in Fig. 3 ein Profil aus dem Lansermoor bei Innsbruck 891 m, das für Nordtirol typisch ist, beigegeben.

Das LANGE MOOS liegt im Bereiche der innerkärntnerischen Moränenlandschaft zwischen den Gemeinden Sternberg und Köstenberg in 722 m. Es ist 15 ha groß und entwässert zum Wörther See. Das Grundgebirge besteht hier aus Glimmerschiefern, seltenen Granatglimmerschiefern und spärlichen Marmorlinsen. Die aufgelagerte Moränendecke stammt von den Jungmoränen des Draugletschers. Da das Gebiet weit außerhalb der jungen Stadialmoränen liegt, gehören sie früheren Rückzugsstadien des Würmgletschers an. Bei ungestörter Lagerfolge könnte diese daher bis zum Rückzuge der Bühlgletscher zurückreichen.

Der heutige Aspekt des Moores ist der eines, in seinem Wachstum zum Stillstand gekommenen, etwas verheideten Latschenhochmoores. Die Bohrungen ergeben aber, daß es sich um ein verlandetes Seebecken handelt, bei dem die nur ca. 2 m mächtige Torfdecke zum größten Teil aus den Radizellen von Cyperaceen gebildet ist, während als Hochmoorbildner vorwiegend Braunmoose, Weißmoose aber nur in sehr beschränktem Ausmaße und nur in den obersten Lagen mitgewirkt haben. Das Moor trägt daher mehr den Charakter einer Niedermoorbildung.

Im östlichen Teil, wo das Moor am breitesten ist, wurden 2 Profile gebohrt. Die Lagerfolge des untersuchten Profiles ist folgende:

TORFSCHICHTE:

- 0—1.20 m, stark zersetzter Braunmoos-Radizellentorf (*Scorpidium scorpioides*, *Drepanocladus* sp. *Eriophorum*, *Scheuchzeria*?) Sehr spärliche *Sphagnum*reste. Sehr stark zerstörte Pollen.
- 1.20—2.40 m, wie oben, noch stärker zersetzt mit reichlich eingelagertem Holz und Borke (Erlen). Bruchwaldtorf — Schwemmtorf. Pollen sehr stark zerstört; in einzelnen Horizonten (1.40 und 2.00) bis zur Unkenntlichkeit.

(Am Schlusse in der Tasche)

*) Die Texthinweise auf obere (jüngere) und untere (ältere) Schichtenfolgen sind in den Fig. als rechts bzw. links liegend aufzufassen.

LIMNISCHE ABLAGERUNGEN:

- 2.40—3.90 m Grobdetritus-Gyttja, sehr stark zersetzt, vorwiegend Holz, Borke, Koniferennadeln, Farnreste, Braunmoose. Pollen sehr schlecht erhalten.
- 3.90—4.80 m, wie oben, weniger zersetzt. Viel Phragmites und Farnreste. Braunmoose (*Scorpidium*, *Mnium*, *Drepanocladus*). Die untersten Schichten feinsandig, stärker erdig zersetzt. Pollen besser bis gut erhalten.
- 4.85—5.50 m, Seekreide. Koprogene Kalkgyttja mit viel Algenresten und Conchylenschalen. Lagerfolge nach unten mit zunehmendem Tongehalt. Pollen sehr gut erhalten und reichlich.
- 5.60—6.80 m, Tonmergel (Glaziallehm), nicht gebändert, völlig homogen, in frischem Zustande blauschwarz ohne Merkmale stärkerer Schwefeleisenbildung. Cladoceren-schalen. Arm an organischer Substanz. Zahlreiche mikroskopische Holzteilchen. Extrem pollenarmes Substrat. Pollen gut erhalten.

Da der Bohrer im zähen Lehm nicht weiter eingebracht werden konnte, und die die kiesige Moränenunterlage nicht erreicht wurde, dürften die untersten Schichten der Sedimente nicht erreicht sein.

FAAKER SEE. Es wird auf die Beschreibung bei Srbik (1941) und die dort angeführte Literatur verwiesen. Das Profil wurde der verlandeten ehemaligen Seebucht im N. W. des Sees entnommen. Dieses ausgedehnte Niedermoor ist vorwiegend von *Cladium mariscus* und *Phragmites* mit einer Bodenschichte von Braunmoosrasen und *Parvocariceten* bewachsen. Gegen den See zu bricht die Verlandungszone der ehemaligen Seebucht in steilem Erosionsufer ab.

Es wurde folgende Lagerfolge festgestellt:

Torfschichte:

- 0—1.80 m, Braunmoos-Radizellentorf, sehr naß, schwach zersetzt. Pustelradizellen, Wasserpflanzen, *Phragmites*, Holz, Pollen mittleren Erhaltungszustandes.
- 1.80—3.00 m, Torf wie oben, trockener, wesentlich stärker zersetzt. *Phragmites*, Algen, *Rhizopodens*chalen, Pollen schlecht erhalten.
- 3.00—3.80 m, Torf wie oben. Schwächer zersetzt. *Phragmites*, *Menyanthes*samen, im unteren Teil holzreich. *Hypnum trifarium*. Viele Algen und *Rhizopoden*, Pollen gut erhalten.

Sedimentschichte:

- 3.80—5.00 m, grobe Detritus-Gyttja, sehr holzreich, stark zersetzt. Bruchwald-Schwemmtorf. Pollen schlecht erhalten.

5.00—5.60 m, Gyttja wie oben, schwächer zersetzt, Pollen sehr gut erhalten.

5.65—6.90 m, Seekreide; grobe, gelbe Kalk-Algen-Gyttja, reich an Valvaten. Wasserpflanzen, Menyanthes, Typha.

Noch nicht untersuchter Profilteil:

6.90—7.10 m, Übergang von der Kalkgyttja in blaue Mergel.

7.10—8.60 m, Mergel mit starken Kalkgyttjabändern in den Horizonten 7.80—8.10, 8.20, 8.35.

Die beigegebenen Diagramme sind in Zonenabschnitte nach den besonderen Merkmalen dieser Zonen eingeteilt. Zonen gleicher Bezeichnung in den verschiedenen Diagrammen weisen die gleichen Merkmale auf. Die Zonen X und Y des Langenmoos-Diagrammes sind in ihrer Stellung noch ungeklärt. In der folgenden Besprechung des Untersuchungsergebnisses beginnen wir bei den zeitlich früheren Zonen von unten.

Zone X des Langen Mooses.

In diesem Abschnitte wurden die Kurven, die den prozentualen Anteil der gezählten Pollen darstellen, nicht, wie im übrigen Diagramm, ausgefüllt, weil die Verhältnisse hier noch unklar sind. Es hat den Anschein, daß die ganze Schichtenfolge dieser Zone, bestehend aus völlig homogenen Tonmergeln, nicht das Ergebnis einer langsam fortschreitenden Sedimentation, sondern einer simultanen Ablagerung aus einer (geologisch) kurzfristigen Überflutung der Lagerstätte ist. Dafür spricht neben der auffallenden Homogenität der Mergel der Umstand, daß die spärlichen Pollenfunde in allen Proben dieser Zone fast gleich zusammengesetzt sind, ohne eine Entwicklung anzudeuten. Die Mergelproben sind extrem pollenarm. Nach Behandlung mit Flußsäure und der Erdmann'schen Essigsäure-anhydrid-Schwefelsäure-Methode war eine 10- bis 15fache Konzentration des Ausgangsmateriales erzielt. Von diesem Endmaterial wurden per Probe 15 cm² Probefläche unter dem Deckglas untersucht und darin zwischen 14 und 87 Baumpollen gezählt. Die Anzahl ist im Diagramm bei jeder Probe vermerkt. Um die Pollenarmut dieser Mergel zu veranschaulichen, sei erwähnt, daß die Proben aus Horizont 5.60 m (Seekreide) und 1.50 (Torf) in der gleichen Gewichtsmenge die rund 100fache Menge Pollen enthalten.

Von den 558 Baumpollen der 13 Proben dieser Zone entfallen nun 88% auf die Föhren (wahrscheinlich *Pinus montana* und *Cembra*), 3% auf die Birken, 9% auf die in klimatischer Hinsicht anspruchsvolleren Baumarten: Fichte, Erle, die Eichenmischwäldbäume (Linde, Ulme, Eiche) sowie den Haselstrauch. Mit Tanne

und Buche, deren Pollen hier nicht gefunden wurde, werden diese Baumarten im Gegensatz zu Föhren und Birken bei Besprechung spätglazialer Ablagerungen üblicherweise unter dem Sammelbegriff „Wärmeliebende“ zusammengefaßt. Weiters beträgt die Anzahl der Pollen von Gräsern und Kräutern, die üblicherweise unter dem Begriff „Nichtbaumpollen“ zusammengefaßt werden, in allen Proben dieser Zone zusammen 31% der Baumpollensumme.

Wenn wir nun den Durchschnitt der Pollenverteilung der drei untersten Proben der nächst höheren Zone Y feststellen, so beträgt dieser bei 356 gezählten Baumpollen 90% Föhren, 6% Birken, 2% Wärmeliebende neben 250% Nichtbaumpollen. Die Verteilung der Baumpollen ist somit annähernd gleich wie in der ganzen Zone X, wenn dort auch die Nichtbaumpollen viel schwächer vertreten sind. Unter der Annahme, daß die simultane Einschwemmung der Tonmergel der Zone X eine Ablagerung anderwärts abgeschwemmten und ausgelaugten Materiales in sekundärer Lagerstätte darstellt, dürfte das mitumgelagerte Pollenmaterial den annähernd gleichen Vegetationsbedingungen und Bildungszeiten angehören, wie die untersten Schichten der Zone Y, für deren succedane Ablagerung viel längere Bildungszeiten angenommen werden müssen. Die viel größere Anzahl der Nichtbaumpollen in der oberen Zone ist damit erklärbar, daß die viel zarteren Pollen der Gräser und Kräuter bei der Umlagerung größtenteils zugrunde gegangen sind.

Viele Autoren sehen in dem Vorkommen von Baumpollen überhaupt, insbesondere aber von Pollen der Wärmeliebenden in pollenarmen, spätglazialen Ablagerungen, zu denen diese Zone jedenfalls gehört, meistens das Ergebnis des Ferntransportes von Pollen durch den Wind. Die weite Flugfähigkeit, insbesondere der Föhrenpollen, ist ja einwandfrei nachgewiesen. Ebenso auch die Anhäufung von Föhrenpollen in Ablagerungen waldfreier Gebiete (Tundra), in denen Föhren nicht vorkommen und nur sehr weit entfernte Standorte besitzen.

Es wäre daher für diese Zone ohne weiteres denkbar, daß es sich um eine Ablagerung von Schmelzwässern, allenfalls der Bühlgletscher, aus einem Zeitraum handelt, in dem das Gebiet noch völlig wald- und baumlos war, und alle Baumpollen vom nahegelegenen Südrand des Gebirges eingeweht worden ist.

Gegen diese Annahme sprechen aber im vorliegenden Falle meines Erachtens folgende Gründe:

1. In Probe 6.00 m fand sich ein Klumpen von 5 zusammenhängenden Föhrenpollen (keine Tetrade), dessen feste Verkittung auch durch die oben beschriebene Säurebehandlung nicht gelöst wurde. Es kann nicht angenommen werden, daß dieser Klumpen durch Ferntransport hiehergekommen ist.

2. In den meisten Proben fanden sich mikroskopische Teilchen von Coniferenholz. Diese Holzpartikelchen waren durch die Säurebehandlung derart skelettiert und aufgeheilt, daß sie wie Modellpräparate wirkten. Ein Partikel der Probe 6.50 m bestand aus einer 4 Tracheiden breiten Faserreihe, die vom Markstrahlparenchym gekreuzt wurde. Die ca. 15 μ breiten Hoftüpfel in den Tracheidenwänden, besonders aber die grobzackig verdickten Wände weisen eindeutig auf *Pinus* (cf. *montana* oder *silvestris*) hin. Noch besser erhalten war ein Partikel aus Probe 5.60 m. Wie in einem Radialschnitt war die Kreuzungsgruppe eines Markstrahls mit dem Tracheidengewebe sichtbar. Es waren deutlich 2—3 Hoftüpfel pro Kreuzungsfeld zu sehen, was als charakteristisches Merkmal für Holz von *Pinus Cembra* gilt.

Auch diese Holzteilchen können nicht durch Fernflug im Luftwege zum Absatz gelangt sein und sprechen dafür, daß zur Zeit der Ablagerung schon Föhren und zwar die Zirbe und die Bergföhre im Einzugsgebiete vorhanden waren.

3. Die gefundenen Pollen weisen einen guten Erhaltungszustand auf. Merkmale von stärkerer Ferrotinisierung und Schwefel-eisenbildung in den Mergeln sind nicht festzustellen. Eine sekundäre Lagerung durch den Gletscher aufgearbeiteten und verfrachteten interglazialen Pollenmaterials scheint hier ganz unwahrscheinlich.

4. Firbas hat seinerzeit auf Grund seiner Untersuchungen im Laibacher Moor die Vermutung ausgesprochen, daß dort in 300 m Seehöhe die eiszeitliche Fichtengrenze lag, und die Fichte dort die Eiszeit überdauert hat, während Tanne und Buche als durch das Glazialklima weniger begünstigte Baumarten weiter zurückgedrängt waren. Aus diesen vom Langen Moos nur 70 km Luftlinie entfernten Refugien konnte demnach nach Rückzug der Gletscher eine rasche Fichtenausbreitung erfolgen. Vorausgesetzt, daß diese Annahme zutrifft, müßte, wenn der Pollengehalt der Zone X tatsächlich durch Fernflug bei völliger Waldlosigkeit des Gebietes eingebracht wurde, der Fichtenpollen doch in weit höherem Ausmaß vertreten sein.

Ein endgültiges Urteil über die Verhältnisse und die Bildungszeit dieser Zone wird aber erst möglich sein, wenn mehrere Profile mit Anschluß an eine eindeutig feststellbare Moränenunterlage vorliegen.

Zone Y des Langen Moos.

Diese Zone fällt zur Gänze mit der Seekreideschichte zusammen, die in scharfem Kontakt mit der liegenden Mergelschichte steht und etwas weniger scharf von der hangenden Oyttja abgesetzt ist.

Das Pollenbild zeigt eine absolute Dominanz der Föhren in allen Horizonten, die bis 95% ansteigt. Daneben ist nur die Birke von Bedeutung, die annähernd gleichmäßig ansteigt und in der untersten Probe der folgenden Zone einen dominierenden Gipfel von 41% erreicht. Dabei ist zu beachten, daß die Birken viel weniger Pollen erzeugen als die Föhren, daher im Pollenbild unterrepräsentiert erscheinen. Die Wärmeliebenden sind zahlenmäßig bedeutungslos. Nur die Fichte ist ständig, wenn auch sehr schwach (bis 6%) vertreten. Zusammen erreichen sie in Probe 5.20 m mit 14 gezählten Pollen 9.5%. Im Zonendurchschnitt mit 41 Pollen (25 Fichten, 8 Erlen, 4 Ulmen, 3 Linden, 1 Hasel) 5% der Baum-pollensumme.

Von besonderer Bedeutung ist die große Menge der Nichtbaumpollen. Sie erreichen in Probe 5.40 m 243%. Von den in allen Proben gezählten Nichtbaumpollen entfallen nur 3% auf Sauergräser, 26% auf Süßgräser, 17% auf diverse Kräuter (Compositen, Caryophyllaceen, Chenopodiaceen, Polygonaceen u. a.). Der Großteil aber, 54%, entfallen auf den Artemisiatyp, der in Probe 5.30 m auf 114% ansteigt. Der Pollentyp gehört aller Wahrscheinlichkeit nach der windblütigen *Artemisia campestris* L. an.

In neuen Schweizer Arbeiten von Lüdi und Welten wird als Leitpollen für spätglaziale Schichten der Pollen von *Helianthemum alpestre* angeführt und abgebildet. Es ist möglich, daß dieser nur spärlich vorkommende Pollen von mir als Polygonaceenpollen angesehen wurde.

Daneben finden sich in den Proben dieser Zone regelmäßig bis zu 18% Mikrosporen von *Selaginetta selaginoides*, die ebenfalls als Leitfossil spätglazialer Ablagerungen gelten.

Bei Betrachtung des untersten Abschnittes (Zone I) des Diagrammes vom Lansermoor (Fig. 3) sehen wir das Pollenspektrum nahezu gleichartig ausgebildet. Eine überragende Föhrendominanz, mit ansteigender Birkenkurve und zahlenmäßig untergeordneten Wärmeliebenden. Weiters eine bis 300% ansteigende Kurve der Nichtbaumpollen, unter denen ebenfalls *Artemisia* an erster Stelle steht. In gleicher Ausbildung wurde diese Zone in 7 weiteren Profilen in Nordtirol festgestellt, vorzugsweise in den tiefergelegenen Untersuchungsstellen, aber auch noch am Paß Thurn in 1270 m.

Inzwischen wurden auch in der Schweiz, von Lüdi aus dem Tessin und von Welten aus dem Faulenseemoos bei Spiez, Profile bekanntgegeben, die in ihrem spätglazialen Abschnitt einen gleichartigen Verlauf der Diagramme mit Artemisiadominanz aufweisen.

Zwischen der Ausbildung der Zone Y im Langen Moos und der Zone I in den Tiroler Profilen bestehen aber folgende Unterschiede:

1. In Tirol ist diese Zone bisher nur in mergelig-tonigen, meist desmidiaceenreichen, meist etwas humosen, erdigen, stets sehr pollenarmen Schichten, die direkt auf dem kiesig-schotterigen Moränengrunde auflagen, gefunden worden. Im Langen Moos lagert diese Zone über einer mächtigen Schichte mergeliger Sedimente durchwegs in Seekreide, die ausgesprochen pollenreich (bis 60 Pollen per cm² Präparatfläche) ist.

2. Der Anteil der Wärmeliebenden mit einem Durchschnitt von 5% und einem Maximum von 9% ist hier viel geringer als in den Tiroler Profilen, wo er im Lansermoor im Zonendurchschnitt 9% mit einem Gipfel von 19%, auf der Zeller Terrasse bei Kufstein im Durchschnitt 22% mit einem Gipfel von 31%, und im Schwarzsee bei Kitzbühel in einem Profil im Durchschnitt 32% mit einem Gipfel von 43% erreicht.

3. In Tirol folgen durchwegs auf die Zone I die spätglazialen Zonen II und III sowie die Präboreale (i. e. S.) Zone IV, wenn auch die beiden letzteren Zonen oft sehr wenig ausgeprägt sind und besser in eine präboreale Zone zusammengezogen werden sollten. Im Langen Moos folgt auf die Zone Y nach einigen Horizonten, die vielleicht als präboreal anzusehen sind, ein Waldbild der voll entwickelten Wärmezeit. Auf die Bedeutung der fehlenden Zonen wird unten noch näher eingegangen.

Dieser Sachverhalt gibt nun zu folgenden Erwägungen Anlaß:

Nach den Untersuchungen von Firbas (1934) über die Wald-dichte und von Aario über die subrezentten Pollenspektren in Lapp-land läßt ein starkes Überwiegen der Nichtbaumpollen, insbesondere der Kräuter und Süßgräser, bei gleichzeitiger Pollenarmut in tonigen Proben auf Waldlosigkeit bzw. Waldarmut der weiteren Umgebung schließen. Für die Zonen I und Y dürfte letzteres nach folgenden Erwägungen zutreffen. Diese Gegenden wurden nach dem Zerfall der Bühlgletscher (i. e. S.) eisfrei, während in den vom Gletscher ausgeschürften und vertieften Mulden, in denen sich später Seen und Wasseransammlungen bildeten, deren Ablagerungen allein unseren Untersuchungen zugänglich sind, sich meistens Toteis-massen unter Moränenschutt durch längere Zeit erhalten haben dürften. Da für diesen Zeitraum die bereits vollzogene Wiederbe-waldung des Nordalpenfußes nachgewiesen ist und dies wohl auch für den Südalpenfuß anzunehmen ist, dürften sich im Gebirge an den früher eisfrei gewordenen Hängen und Talflanken die in öko-logischer und edaphischer Hinsicht am besten angepaßten Wald-bildner schon in einem Zeitpunkte ausgebreitet haben, in denen sich die ersten Sedimente in den erst später eisfrei gewordenen Wasserbecken bilden konnten.

Meiner Ansicht nach dürfte es sich im zeitlichen Bildungsbereich der Zone I keineswegs um völlige Waldlosigkeit gehandelt haben. Nach den rezenten Vegetationsverhältnissen im Hochgebirge erscheint es höchstwahrscheinlich, daß Föhren, vor allem Bergföhren und Zirben, Birken und die nicht nachweisbaren Lärchen schon frühzeitig in den Bereich der zerfallenden Talgletscher eingedrungen sind. Es würde dann die Notwendigkeit entfallen, alle in dieser Zone abgelagerten Baumpollen durch Ferntransport zu erklären. Daß analoge Verhältnisse auch im Bereiche des Langen Moos geherrscht haben, wird wohl durch die Befunde in Zone X, insbesondere die Holzfunde, wie auch durch den Pollenreichtum der Zone Y bestätigt.

Daß es sich aber nur um eine sehr lichte, keineswegs geschlossene Bewaldung gehandelt hat, in der die schwächer repräsentierten Birken eine wesentliche Rolle gespielt haben, wird durch die Massenverbreitung der Nichtbaumpollen zweifellos erwiesen. Es dürfte daher eine lichte, kräuterreiche Waldsteppe geherrscht haben, in der *Artemisia*, wohl sicher *Artemisia campestris*, weiteste Verbreitung hatte.

Die Massenverbreitung dieser xerisch-eurythermen Art schließt aber die Annahme einer Kältesteppe mit Tundra-Charakter, wie sie in einer subarktischen, waldlosen Weidenzeit als erste Vegetationsperiode des Spätglazials in verschiedenen Lagen Deutschlands (Kolbermoor, Federsee u. a.) festgestellt wurde, wohl aus. Sie zwingt vielmehr zur Annahme schon als „xerotherm“ zu bezeichnender Vegetationsverhältnisse und eines trockenen Klimas mit zumindest starker sommerlicher Erwärmung.

Auf Grund dieser Sachlage in den Tiroler Profilen habe ich, entgegen der vorherrschenden Ansicht, die Auffassung vertreten, daß die Wärmeliebenden, deren Pollen dort in so namhaften Mengen in dieser Zone gefunden wurden, schon damals in den Steppenwald eingedrungen waren und dort wuchsen. Gegen die Annahme des Ferntransportes dieser Pollen spricht neben anderem auch der Umstand, daß sie in der folgenden Zone II, die alle Merkmale einer Klimaverschlechterung trägt, nahezu fehlen. Auch die Annahme, daß es sich um sekundär eingelagerte Pollen aus durch die Gletscher aufgearbeiteten interglazialen Böden handelt, muß nach den Verhältnissen im Alpeninneren abgelehnt werden. Hier hatten die Würmgletscher der Hocheiszeit derartige interglaziale Bodenbildungen, in denen Pollen erhalten blieben, wohl längst vernichtet und verfrachtet. Da die Ablagerung im Langen Moos aus Seekreide besteht, kommt hier diese Erklärung von vornherein nicht in Frage.

Im Langen Moos finden sich aber die Pollen der Wärmeliebenden nur in weit geringerer Menge als in den Tiroler Profilen dieser Zone. Nur die Fichte ist hier regelmäßig, doch in sehr geringer Zahl vertreten. Ganz vereinzelt finden sich Pollen von Erlen (8), Ulmen (4), Linden (3), Eiche (1), Hasel (1). Bei diesem geringen Anteil der Wärmeliebenden in sonst pollenreichen Schichten kann hier auf ein Vorkommen dieser Bäume nicht geschlossen werden und muß wohl Ferntransport angenommen werden.

Bedeutungsvoll in diesem Zusammenhange ist aber, daß, wie wir sehen werden, in der folgenden Wärmezeit die Entwicklung des Eichenmischwaldes und der Hasel in Kärnten später einsetzt und weit hinter der am Nordalpenrand zurückbleibt. Auch im nahen Laibacher Moor folgt eine nicht stark ausgeprägte Eichenmischwaldzeit nach Firbas erst auf eine vorausgegangene Fichten- und darauffolgende Tannen-Buchenzeit. Ebenso erreicht nach Lüdi im Tessin der Eichenmischwald mit der Hasel nie jene überragende Herrschaft wie am Alpennordrand. Er tritt hier erst zusammen mit Tanne und Buche, wohl mit einer Gliederung nach Höhenzonen, auf, ohne eine ausgeprägte Vorherrschaft zu erreichen.

Es hat daher den Anschein, daß der Eichenmischwald und die Hasel am Alpensüdrand erst wesentlich später und in weit geringerem Ausmaß an der Waldentwicklung beteiligt waren.

Diese Befunde erschweren aber nun die Beantwortung der Frage nach der Herkunft der Wärmeliebenden in Zone I der Tiroler Profile, da damit die Annahme einer frühen Zuwanderung aus dem S. O. der Alpen ausscheidet. Der gleiche Umstand erschwert aber auch die Annahme eines Ferntransportes aus dem Süden.

Der wesentlichste Unterschied zwischen der Profilausbildung im Langen Moos einerseits und im Lansersee wie in den übrigen Tiroler Profilen andererseits besteht aber nun in der völlig verschiedenen Ausbildung der auf die Zone I bzw. X folgenden Zonen.

Im Lansersee hat sich in Zone II eine völlige Alleinherrschaft von Föhren und Birken entwickelt. Die Wärmeliebenden sind bis auf Spuren zurückgegangen und auch die Nichtbaumpollen mit *Artemisia* sinken bis auf wenige Prozente ab. Unter den Föhren dürften vorwiegend Bergföhren und Zirben vertreten sein. Weißbirken sind aus Früchten im Lansersee und aus einem Blattfunde im Schwarzsee nachgewiesen. Die Birkenkurve beginnt in dieser Zone stets mit einem aus Zone I ansteigenden Gipfel und fällt gegen Zonenende ab. Diese Entwicklung ist im Lansersee nicht so deutlich, wie in den meisten anderen Profilen. In größeren Seen höherer Lage, wie im Seefelder See und im Achensee, die der direkten Einwirkung der Schlußvereisung ausgesetzt waren, ist diese

Zone II in bis 2 m mächtigen Glazialmergeln ausgebildet; in diesen Einwirkungen entzogenen Lagen, wie im Schwarzsee bei Kitzbühel in bis 1 m mächtigen Lagen mehr oder wenig toniger Gytta, oder wie im Lansermoor in Seekreide. Eine Walddecke von Föhren und Birken hatte die Artemisia-Grassteppe besiedelt, auch der Pollenreichtum der Proben spricht für eine geschlossene Bewaldung, aus der die weniger widerstandsfähigen Wärmeliebenden — wenn sie tatsächlich vorhanden wären — zurückgewichen waren.

In diesen, in fast allen Tiroler Profilen festgestellten Merkmalen der Zone II habe ich den Ausdruck einer ausgeprägten Klimaverschlechterung erblickt und demnach angenommen, daß diese der Schlußvereisung nach Ampferer (Gschnitz-Daunstadien) entspricht, und demnach die klimatisch begünstigtere Zone I einem Interstadium Bühl-Gschnitz entspricht. Ein solches Interstadium wurde glazialgeologisch von Reithofer im Ferwall nachgewiesen und pflanzengeographisch schon lange als „xerotherme Periode“ zwischen Bühl- und Gschnitzstadium von Briquet und anderen angenommen. Pollenanalytisch scheint sie mir nun für Nordtirol durch die homologen Pollenspektren und ihre Begleitumstände in einer ganzen Reihe von Profilen nachgewiesen.

Weiter in den Tiroler Profilen folgen die meist nur schwach ausgebildeten Zonen III und IV, die wohl besser in eine als Präboreal im engeren Sinn zu bezeichnende Zone zusammenzufassen wären. Sie sind charakterisiert durch eine meist steil wiederanstiegende Birkenkurve, die im Lansersee weniger zur Geltung kommt als in den meisten anderen Diagrammen. Weiters durch das neuerliche Auftreten der Wärmeliebenden.

In der Mehrzahl der Profile bricht aber diese Entwicklung, meist verbunden mit den Merkmalen eines Austrocknungshorizontes oder einer ausgesprochenen Sedimentlücke, wie im Lansermoor oder mindestens mit einem Wechsel der Sedimentart ab, um mit steil und sprunghaft ansteigenden Kurven im Pollenbilde ein ausgesprochenes Stadium der Hochwärmezeit aufzuweisen. Diese sprunghaften Änderungen im Pollenbilde, die eine weitverbreitete Erscheinung bilden, sind nicht anders zu erklären, als daß sehr trockene Klimaverhältnisse, durch längere Zeit andauernd, eine sehr weitgehende Austrocknung der stehenden Gewässer verursacht und dadurch die Bildung pollenkonservierender Sedimentschichten verhindert oder eingeschränkt haben, wie dies besonders auffällig im Lansersee zum Ausdruck kommt.

Die Zone II fehlt nun im Diagramm vom Langen Moos ganz. Auch die Zonen III und IV sind hier nicht klar ausgeprägt. Vielleicht können die Horizonte 4.70—4.90 m, mit einem Birkenvorstoß auf Kosten der Föhren und der beginnenden zusammen-

hängenden Kurve von Erle und Eichenmischwaldbäumen, sowie die Horizonte 6.50—6.90 m des hier einsetzenden Diagrammes vom Faaker See (Fig. 2) zur Zone IV gestellt werden. Darüber, wie über die Stellung der Zone Y kann erst ein Urteil abgegeben werden, wenn eine größere Anzahl von Profilen aus Kärnten vorliegen.

Bei der großen Übereinstimmung der Zone Y mit der Zone I der Nordalpenrandprofile kann das Fehlen von Ablagerungen vom Spätglazial (Schlußvereisung) bis zum Präboreal i. e. S. für deren Bildungszeit wohl eine Dauer von mindestens 1000 Jahren veranschlagt werden muß, schwer erklärt werden. Am verständlichsten wäre noch die Annahme einer Sedimentflücke, die durch Abschwenmung oder Abgleiten eines Schichtpaketes zwischen Seekreide und Gytija verursacht wurde. Auch könnten die Anreicherung von Sand und die stärker erdige Zersetzung der untersten Gytjialagen, wie sie hier im Langen Moos festgestellt wurden, als Merkmale für einen Austrocknungshorizont angesehen werden, doch werden beide Annahmen durch einen sprunghaften Wechsel des Pollenbildes nicht gestützt.

Da in diesem Zeitpunkte der Waldentwicklung auch der bisher ausgearbeitete Teil des Faaker-See-Profiles einsetzt, und die folgende Entwicklung in beiden Diagrammen völlig gleichartig ohne prinzipielle Unterschiede verläuft, werden die folgenden Zonen für beide Profile gemeinsam besprochen. Diese Übereinstimmung läßt aber nun auch gesicherte Schlüsse auf die regionale Entwicklung in den Gegenden Mittelkärntens zu.

Zone V im Langen Moos und Faaker See.

Übereinstimmend weist dieser Abschnitt einen Anstieg der Fichten zur absoluten Dominanz bei gleichzeitigem Absinken der Föhren und eine namhafte Vertretung des Eichenmischwaldes auf.

Diesem erst wesentlich später nachfolgend, hebt sich auch die Kurve der Hasel.

Unter den Bäumen des Eichenmischwaldes, der im Langen Moos auf 19%, im Faaker See auf 25% ansteigt, sind vorwiegend Linden, in zweiter Linie Ulmen und in geringster Zahl Eichen vertreten. Auch die Hasel erreicht nur sehr bescheidene Gipfel von 32 bzw. 36%. Die Birken sinken rasch ab, die Erle ist regelmäßig, aber schwach vertreten. Vereinzelt finden sich Pollen von Ahorn, Esche und Hopfenbuche. Die Nichtbaumpollen sind im Faaker See ganz verschwunden. Im Langen Moos treten Gramineenpollen gleichzeitig mit Farnsporen in einer Anzahl aufeinanderfolgender Proben massenhaft auf. Da diese reichlich Rhizomteile von *Phragmites* sowie gesichert bestimmbare Perispore von *Aspidium thelypteris* enthalten, erweist sich dieser Vorstoß der Nichtbaumpollen

als Niederschlag lokaler Schilfbestände. Demnach ist für diesen Abschnitt eine völlig geschlossene Waldecke anzunehmen.

Hier unterscheidet sich nun die Waldentwicklung in Kärnten sehr wesentlich von der am Nordalpenrand. Dort (Lansermoor) sehen wir gleich am Beginn dieser Zone den Eichenmischwald mit der eine Massenverbreitung aufweisenden Hasel in völliger Alleinherrschaft in Lagen unter 1000 m, wo ersterer bis 62%, die Hasel auf 109% ansteigt. Die frühere Ausbreitung der Hasel im Westen, die noch im Bodenseegebiet deutlich hervortritt, ist hier nicht mehr festzustellen; Eichenmischwald und Haselmaxima fallen hier meist zusammen. Die Fichte, die am Beginn dieser Zone zwar stets bereits schwach vertreten ist, steigt gleichmäßig an, gelangt jedoch erst zur Herrschaft, nachdem der Eichenmischwald mit der Hasel die früher vorherrschenden Föhren-Birkenwälder bereits verdrängt und längere Zeit vorgeherrscht hatte. In höheren Lagen über 1000 m breitet sich die Fichte zugleich mit dem Eichenmischwald noch unter Herrschaft der Föhren aus, überflügelt jedoch bald den Eichenmischwald und verdrängt ihrerseits die Föhren aus den höheren Berglagen. Eichenmischwald und Hasel erreichen hier nur mehr Maxima von höchstens 20 bis 30% und überlassen die Herrschaft der Fichte. In diesen höheren Berglagen gleicht somit die Entwicklung jener in Kärnten.

Für die Nordalpen sind daher in den Tallagen und auf den Mittelgebirgsterrassen geschlossene Laubwälder aus Linden, Ulmen und Eichen anzunehmen, während in den höheren Lagen die Fichte die Areale der Föhren- und Krummholzbestände erobert und die Waldgrenzen weit nach oben vorschiebt. Stets ist in diesem Profilteil eine langsame, rein organogene, limnische Sedimentation mit geringem Zuwachs festzustellen, so daß die Waldentwicklung in den Diagrammen in steilen Kurven verläuft.

Diese EICHENMISCHWALD-HASELZEIT, die auch außerhalb Tirols analog in der Schweiz, in Süd-, West- und Nordwestdeutschland bis nach Ostpreußen regional fast analog nachgewiesen ist, fällt in die Boreale Zone nach Blytt-Sernander und in das jüngere Mesolithikum bis zur Grenze des Neolithikums. Sie fällt mit dem Wechsel der Ancyclus- und Littorinazeit der Ostseeentwicklung zusammen und dürfte nach der Geochronologie von Groß in die Zeit zwischen 6000—4000 v. Ch. zu stellen sein. Es ist die kulminierende Wärmezeit, die als sehr warm und trocken und kontinental anzusehen ist.

Zweifellos ist nun auch die Bildungszeit der Zone V der Kärntner Profile in diesen Zeitabschnitt zu stellen. Hier weicht aber die Entwicklung ganz wesentlich dadurch ab, daß auch in tiefen Lagen, wie im Faaker See, die Fichte unter Verdrängung von

Föhren und Birken sofort Massenverbreitung aufweist, und der Eichenmischwald und die erst spät nachfolgende Hasel nur eine untergeordnete Verbreitung aufweisen. Interessant sind auch hier die Untersuchungen von Firbas im Laibacher Moor. Sie stammen allerdings aus einer Zeit, in der die Methoden der Pollenanalyse noch wenig entwickelt waren, die Probenabstände noch viel zu groß waren und die tieferen Seekreide- und tonigen Schichten noch nicht untersucht werden konnten. Die Diagramme beginnen hier mit einem Fichtengipfel und sehr schwacher Vertretung von Eichenmischwald und Hasel. Darauf folgt ein kräftiger Vorstoß von Tanne und Buche und erst auf diesen folgt eine nicht sehr starke Entwicklung von Eichenmischwald und Hasel. Firbas hat damals die Vermutung ausgesprochen, daß der von ihm in den untersten Horizonten gefundene Fichtengipfel präboreal (wohl im weiteren, das ganze Spätglazial umfassenden Sinn) sei. Wenn ich auch die letztere Annahme als überholt ansehen möchte, weil die älteren spätglazialen Schichten in den Diagrammen nicht erfaßt sein dürften, so sei doch festgestellt, daß Firbas schon damals bei einem Vergleich der Entwicklung in Mittelkrain mit jener der Nordalpen die zutreffende Vermutung zum Ausdruck brachte, „daß Kärnten eine Mittelstellung einnehme, als hier wohl überall eine sukzessive Einwanderung festzustellen sein dürfte, der Ausbreitung von Buche und Tanne aber keine ausgeprägte Eichenmischwaldperiode vorausgegangen zu sein scheint.“

Ob die Ursache für das schwache und späte Auftreten des Eichenmischwaldes, das nunmehr für Kärnten festgestellt ist, darin liegt, daß, wie Firbas annimmt, die eiszeitlichen Refugien der Fichte hier sehr nahe, schon in der Gegend um Laibach, zu suchen sind, während die Eichenmischwadbäume natürlich einen viel weiteren Wanderweg zurückzulegen hatten, muß dahingestellt bleiben. Denn dann müßten wohl Buche und Tanne ebenfalls vorher eingewandert sein. Es hat nahezu den Anschein, als ob hier der Eichenmischwald aus dem Norden über die Alpenpässe zugewandert sei. Es dürften aber wohl vorzugsweise die klimatischen Verhältnisse gewesen sein, die die Entwicklung der Fichte vor dem Eichenmischwald begünstigten.

Die nun folgenden Zonen der Waldentwicklung sind nicht nur in Kärnten, sondern auch in den Tiroler Profilen gleichartig entwickelt.

Zone VI im Langen Moos und Faaker See (Fichtenzeit).

Die Fichte erlangt in dieser Zeit Massenverbreitung. Sie verdrängt nicht nur in den Tallagen den Eichenmischwald, sondern steigt auch im Gebirge weit über die heutigen Waldgrenzen. In

Tirol wurde in Schichten dieser Zeit in 2450 m Fichtenholz gefunden und in Lagen von 2000 und 2260 m Ahornholz. Die wärmezeitlichen Mindest-Baumgrenzen lagen also bei der Fichte um 550 m, beim Ahorn um 650 m höher als heute. Da daraus auf eine analoge Schneegrenzenerhöhung geschlossen werden muß, kann eine wesentliche Vergletscherung in den Zentralalpen wohl nicht mehr bestanden haben.

In den Diagrammen dieser Zone sehen wir neben der Fichte nur die Erle und in geringem Grade an manchen Orten noch Birke und Hasel mit sprunghaft wechselnden Kurven vertreten. Vorwiegend handelt es sich hier fast stets um lokale Bestände von *Alno-Betulo-Coryleten* um Moore und Seeufer, die auch dann fast stets in einem Bruchwaldcharakter der Ablagerungen zum Ausdruck kommen.

Da aber diese Erscheinung sowohl in der Fichtenzeit, als auch in der folgenden Tannen-Buchenzeit, meistens zu beobachten ist, muß der Verbreitung mindestens der Erle regionale und grundsätzliche Bedeutung beigemessen werden.

Durch den oft sprunghaften Wechsel, den der Pollennieder-schlag dieser lokalen Bestände in den Kurven der Diagramme insbesondere bei den Kärntner Profilen erzeugt, sind auch die Kurven der Hauptwaldbildner gestört und gedrückt. Es ist daher in diesen Diagrammzonen durch punktierte Linien noch die Pollenkurve eingezeichnet, die sich ergibt, wenn Erle und Birke (wie üblich die Hasel) in den Hundertsatz der gezählten Waldbaumpollen nicht eingerechnet werden.

Im oberen Teil dieser Zone beginnen die zusammenhängenden Kurven der Tanne und nachfolgend der Buche, die mithin im Gebiete eingetroffen sind.

Die Massenausbreitung der Fichten in dieser Zone wird wohl Ursache und Wirkung zugleich eines wesentlich feuchter werdenden Klimas gewesen sein, das sich auch stets in der gesteigerten Sedimentation der meist hier noch limnischen Ablagerungen zeigt. Diese Zone fällt in die obere Atlantische und untere Subboreale Periode nach Blytt-Sernander, sowie in den älteren Abschnitt der frühen Limnaeazeit der Ostsee-Entwicklung. Sie umfaßt ungefähr das Neolithikum in der Zeit von 4000—2000 v. Ch.

Zone VII im Langen Moos und Faaker See (Tannen-Buchenzeit).

Tanne und nachfolgend Buche erreichen nunmehr wesentliche Verbreitung. In den Kärntner wie in den östlicheren Tiroler Profilen ist ausgeprägt ein Doppelgipfel von Tanne und Buche in dem Sinne festzustellen, daß einem Vorstoß der Tanne ein solcher der Buche folgt, worauf häufig nach einer bedeutenden Erlenausbrei-

tung (Bruchwald) neuerlich die Tanne und darauf die Buche sich ausbreiten.

Die Fichte behält auch in dieser Zone ihre Massenausbreitung bei. In den Kärntner Diagrammen erreicht die Tanne nur ein Maximum von 42%, die Buche von 26% im Faaker See. Im Langen Moos bleiben die Maxima noch unter diesem Ausmaß zurück, während in Tirol im Lansersee solche von 56% bzw. 40%, in der Gegend von Kufstein von 55% und 60% erreicht werden. Bei der gegenüber Fichte und Tanne viel geringeren Pollenproduktion der Buche ist diese im Pollenbilde stets unterrepräsentiert.

Föhren- und Eichenmischwald sind in dieser Zone stets nur sehr untergeordnet vertreten. Häufig in vereinzeltten Pollen sind Hopfenbuche und Hainbuche, Esche, Efeu und im Langen Moos der Nußbaum nachgewiesen. Letzterer kann hier als Nachweis der bronzezeitlichen Kultur genommen werden, da er ja zum Zwecke der Gewinnung von Nußöl viel angepflanzt wurde und erst in den letzten Jahrhunderten stark zurückgegangen ist.

Die Nichtbaumpollen werden fast ausschließlich von Sauergräsern geliefert, die oft in großer Menge auftreten, wie in Probe 3.60 m des Faaker Sees, wo sie auf 900% ansteigen. Sie sind hier Zeugen rein lokaler Vegetationsverhältnisse, auch als Argument für Seespiegelschwankung und Transgression, keineswegs aber als solches für eine Abnahme der Walddichte anzusehen.

Die Sedimentproduktion dieser Zone ist meist außerordentlich gesteigert und die Auffüllung der Wasserbecken so weit fortgeschritten, daß sich der Übergang von limnischer Sedimentation zu terrestrischer Torfbildung schon meist mit dem Beginn dieser Zone vollzieht. Am Nordalpenrand, besonders in höheren Lagen, setzt meist eine üppige Hochmoorproduktion von Sphagnumtorfen ein. In den beiden Kärntner Profilen ist dies nicht zu beobachten. Die Torfbildung trägt hier, wie übrigens auch im Lansermoor, mehr Niedermoorcharakter. Für Tirol konnte im Schwarzsee bei Kitzbühel und im Rohrsee im Gschnitztal (2000 m) festgestellt werden, daß in diesem Zeitraum die Wasserbecken fast völlig verlandet waren und erst in der folgenden regressiven Entwicklungsperiode durch Erosion der Moorsubstanz neu gebildet bzw. erweitert wurden. Auch im Faaker See dürften Moorbildungen von der Westseite her weit in den heutigen See hineingereicht haben, wofür die steilen Erosionsufer der Torf- und Sedimentlagen sprechen, mit denen die ehemalige Seebucht in der Nähe der Bohrstelle in den See abfällt.

Die Tannen-Buchenzeit ist die abnehmende Wärmezeit mit kühlerem, niederschlagsreicherem, luftfeuchterem Klima, gesteigerter Ozeanität, wenn auch noch wärmer als heute. Sie fällt in den

oberen Abschnitt des Subboreals nach Blytt-Sernander und den oberen Abschnitt der frühen Limnaezeit der Ostsee-Entwicklung und umfaßt die Bronzezeit von 2000—500 v. Ch.

Zone VIII im Langen Moos und Faaker See (Rezente Fichten-Föhrenzeit).

Der jüngste Abschnitt der Diagramme ist durchwegs, wo er ausgebildet und erhalten ist, in zwei Phasen ausgeprägt. Im unteren Teil in einer starken neuerlichen Zunahme der Fichten (Oberer Fichtengipfel) und der Föhren bei gleichzeitigem Rückgange von Tannen und Buchen. Im oberen Teil in einer starken Zunahme der Föhren bei gleichzeitigem Wiederabnehmen der Fichten. Außer diesen sinken alle anderen Waldbildner zur Bedeutungslosigkeit herab und zeigen eine Verarmung der Waldbestände besonders an edlen Laubhölzern. Meistens zeigt dieser Abschnitt auch eine Zunahme der Pollen von Gräsern und Kräutern.

Eine weitere bedeutungsvolle Erscheinung ist der in die Wende der beiden letzten Zonen fallende, in höheren Lagen stets zu beobachtende Stillstand der Hochmoorbildungen, deren Einsinken und die beginnende Erosion. Die Diagramme fast aller hochgelegenen Moore schließen mit der Tannen-Buchenzeit ab, da sich seither keine Moorsubstanz mehr gebildet hat. Vielfach ist, wie im Langen Moos, eine Verheidung der Moorflächen festzustellen. Auch in tieferen Lagen ist ein Stillstand im Torfzuwachs und ein Abbau der gebildeten Forbsubstanz (Faaker See) festzustellen.

In den Tiroler Kalkalpenseen ist auch auffallend, daß sich auf die organogenen Seekreideschichten der Wärmezeit wieder stark tonige Schichten, die auf vermehrte Einschwemmung minerogenen Materiales zurückzuführen sind, absetzen. Zweifellos seit der oberen Tannen-Buchenzeit hat die neuerliche Vergletscherung der Hochalpen eingesetzt und die hohen Waldgrenzen der Wärmezeit wieder weit herabgedrückt.

Die Hauptursache für diese Erscheinungen liegt in dem an die Zonenwende VII—VIII anzusetzenden Klimasturz. Diese Klimaverschlechterung, die die postglaziale Wärmezeit der Zonen V—VII abschließt, ist in weitester Verbreitung festgestellt und nachgewiesen. Sie bildet den Wendepunkt des Subboreals zum Subatlantikum nach Blytt-Sernander, trennt in der Ostsee-Entwicklung die frühe von der späten Limnäa- und Myazeit und fällt auch um 500 v. Ch. mit der Wende der Bronzezeit zur Eisenzeit zusammen.

Daneben ist aber in der oberen Phase dieser Zone die menschliche Kultur- und Rodungstätigkeit verantwortlich. Der Anstieg der Föhrenkurve und der Anstieg der Gräser- und Kräuterpollen, unter

denen häufig Getreidepollen festzustellen sind, ist zweifellos ein Ausdruck zunehmender Entwaldung. Die Zunahme der Föhrenpollen ist hier nicht so sehr ein Zeichen der absoluten Zunahme der Föhrenbestände, sondern die zunehmende Waldarmut ermöglicht bei der ungeheuren Produktion von Föhrenpollen und deren großen Flugvermögen ihre Übervertretung im Pollenbilde.

Schriftenverzeichnis.

- Aario, L. 1940. Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lappland. (Anales Fennicae, T. LIV.)
- Ampferer, O. 1930. Begründung der Schlußeiszeit. (Petermanns geographische Mitteilungen, Bd. 7.)
1936. Waren die Alpen zwischen Würmeiszeit und Schlußvereisung unvergletschert? (Akademie der Wissenschaften, Wien.)
- Firbas, F. 1923. Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore in den Ostalpen (inkl. Laibacher Moor). (Naturwissenschaftliche Zeitschrift Lotos Prag, Bd. 71.)
1934. Über die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation walddloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse (Planta).
1935. Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. (Bibliotheca botanica Stuttgart.)
- Gams, H. 1937. Aus der Geschichte der Alpenwälder. (Alpenvereinszeitschrift.)
- Kielhauser, G. 1937. Pollenanalytische Untersuchungen am Weißensee und am Farchtnersee in Kärnten. (Österr. Botan. Zeitschrift.)
- Lüdi, W. 1944. Die Waldgeschichte des südl. Tessin seit dem Rückzug der Gletscher. (Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel, Zürich.)
- Penck und Brückner 1909. Die Alpen im Eiszeitalter.
- Reithofer, O. 1931. Über den Nachweis von Interglazialablagerungen zwischen der Würmeiszeit und der Schlußvereisung im Ferwall und Schonferwalltal. (Jahrbuch der geol. Bundesanstalt, Wien.)
- Sarnthein, R. Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer walddgeschichtlichen Bedeutung. (Beihefte zum Botan. Zentralblatt.)
1936. I Teil. Brennergegend und Eisacktal.
1940. II Teil. Seen der Nordtiroler Kalkalpen.
— III Teil. Kitzbühler Alpen und unteres Inntal. (Gesamtauflage 1945 durch Bombenschaden vernichtet, im Neudruck, öst. Bot. Ztsch.)
- v. Srbik, R. 1941. Glazialgeologie der Kärntner Karawanken. (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, Paläontologie. Sonderband III.)
- Wellen, M. 1945. Pollenanalytische, stratigrafische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. (Veröffentlichungen des Geobot. Institutes Rübel, Zürich.)

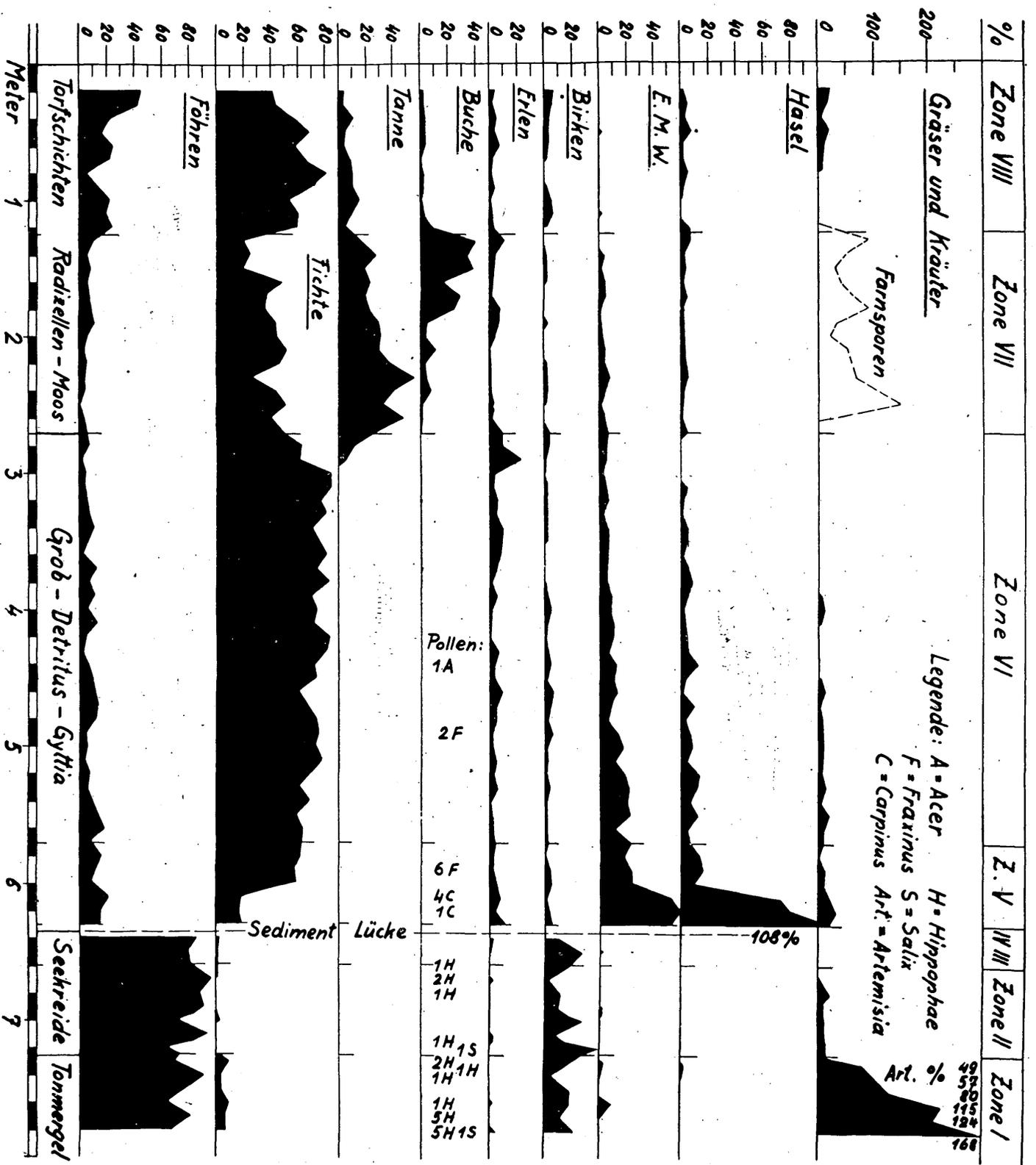


Fig. 3. Lansermoor.

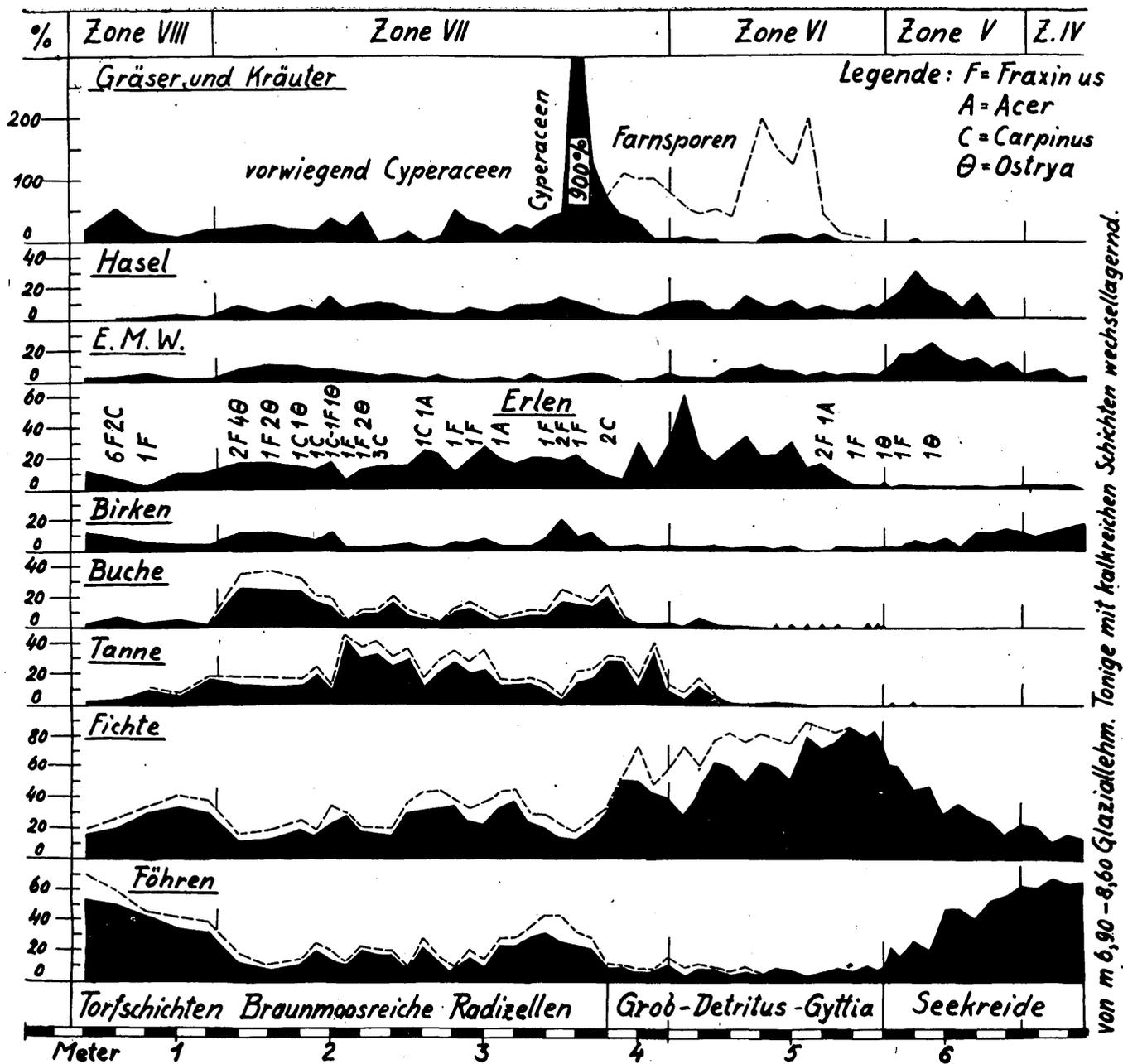


Fig. 2. Faaker See.

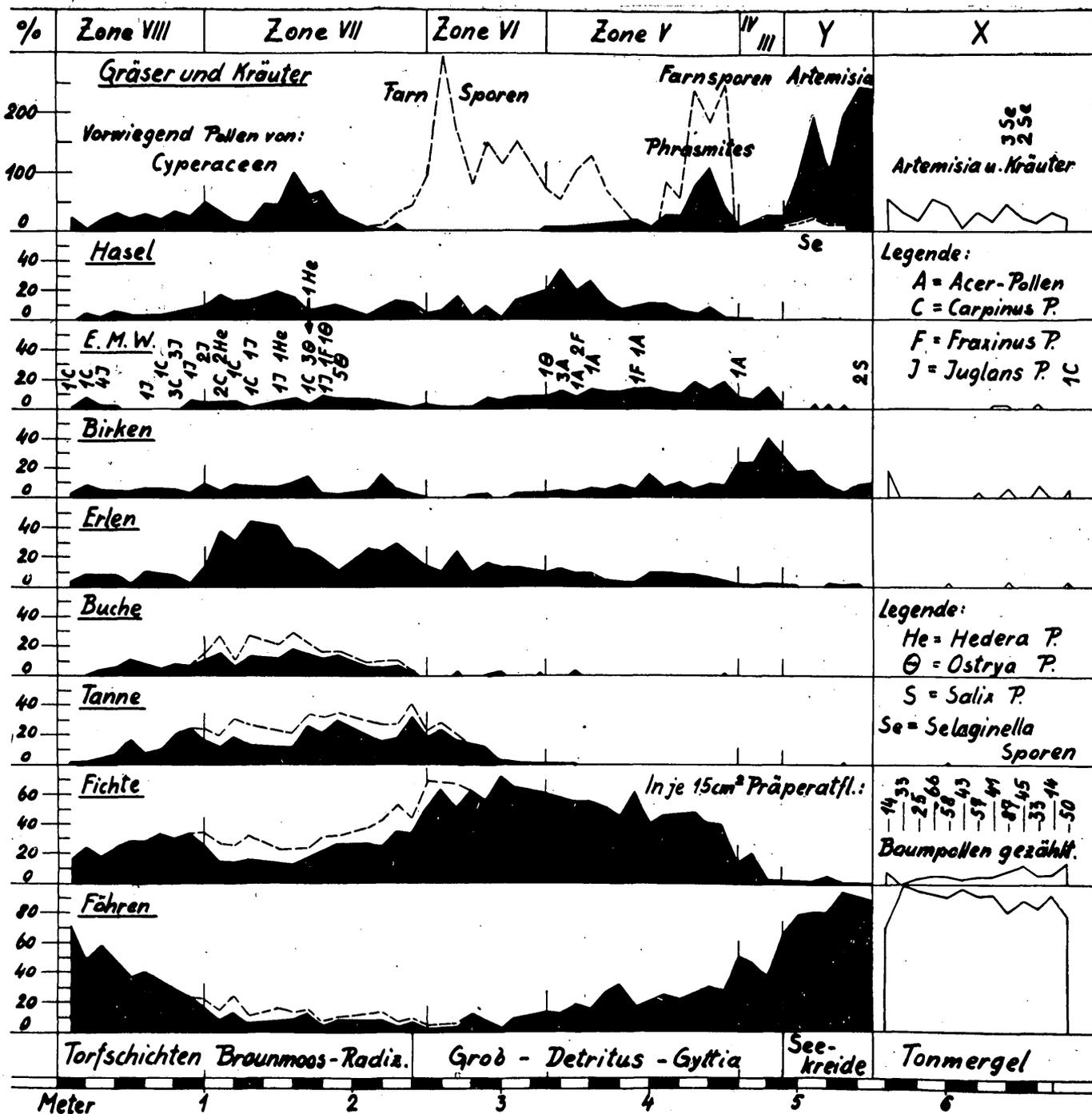


Fig. 1. Das Lange Moos.