

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)
Band: 21 (1944)

Artikel: Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez
Autor: Welten, Max
Kapitel: II: Das Postglazial
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307553>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 23.01.2026

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

II. Das Postglazial.

a) Erste Orientierung: Profile I—V.

Schon die zwei ersten Bohrungen im Jahre 1935 ergaben überraschende Resultate. Im ersten Profil wurde der sogenannte blaue Lehm in 7,3 m Tiefe erreicht, im zweiten erreichte ich ihn mit dem 9-m-Bohrer nicht mehr. Es lag also ein ungewöhnlich tiefes Moor vor. Die Bohrpunkte lagen zudem nur 13 und 18 m vom Moorrand entfernt. Das erbohrte Material war im obersten Abschnitt Flachmoortorf, 1 m im ersten, 2,8 m im zweiten Profil. Darunter erschien in Profil I Seekreide; Profil II zeigte alle möglichen Übergangsstufen von Seekreide, Kalkgyttja und kalkarmer Gyttja.

Die pollenanalytische Untersuchung von Profil I ergab ein aus vielen Gegenden Mitteleuropas wohlbekanntes Bild: eine klare Folge von Birken, Kiefern, Haseln, Eichenmischwald (EMW), Tannen, Buchen, Tannen und Fichten. So selbstverständlich, «alles» zeigend und doch nichtssagend war dieses Bild, daß ich damals von weiteren Untersuchungen abgesehen und das Moor als erledigt betrachtet hätte, hätte nicht das beträchtlich längere zweite Profil meine Neugierde angestachelt. Ein Punkt freilich war auch im ersten Profil etwas rätselhaft: Die untersten 30 bis 50 cm der Seekreide hart über dem blauen Lehm erschienen bei den einfachen Aufbereitungsmethoden von damals pollenleer; auch die Probe in 6,75 m Tiefe war sehr pollenarm. Ich legte mir damals die Auffassung zurecht, der Birkenzeit sei eine *b a u m - l o s e Z e i t m i t W a s s e r v e g e t a t i o n* vorausgegangen (Abb. 2).

Die Untersuchung von Profil II geschah von oben nach unten (Abb. 3). Der Flachmoortorf zeigte eine lange, ausgeprägte Fichtenzeit mit nach unten ansteigenden Tannenprozenten. In 3 m Tiefe folgte ein scharf ausgeprägter Buchengipfel. Von 3,6 bis 5 m dominierten wieder Tanne und Fichte. Nun war wohl bald der Anschluß an Profil I zu erwarten. Statt dessen erschien von 5,5 bis 6,5 m eine lange, alles weit übergipfelnde Buchenzeit. Sie machte nach unten abermals der Tanne und Fichte Platz. Und noch einmal sollte der Anschluß an Profil I nicht kommen: ein

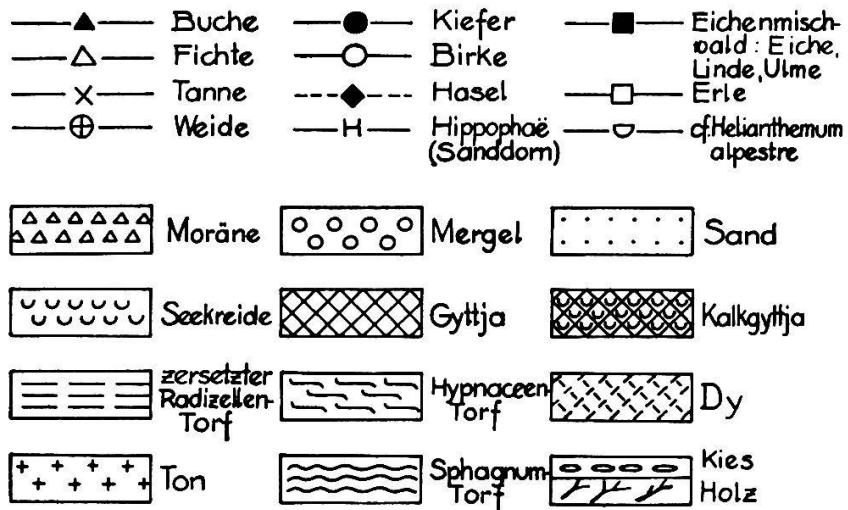


Abb. 1. Signaturen für Holzarten und Sedimente (letzte nach Lüdi, 1939).

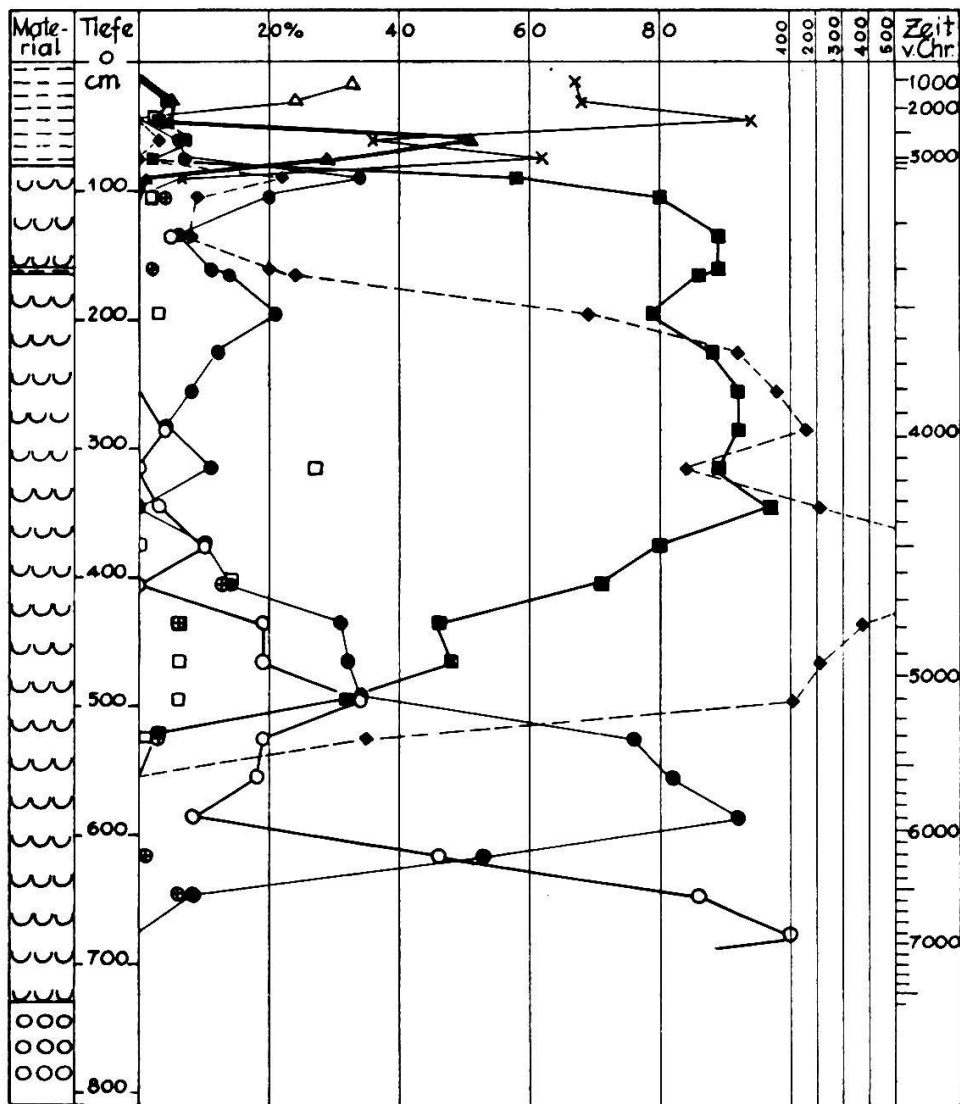


Abb. 2. Faulenseemoos. Pollendiagramm I.

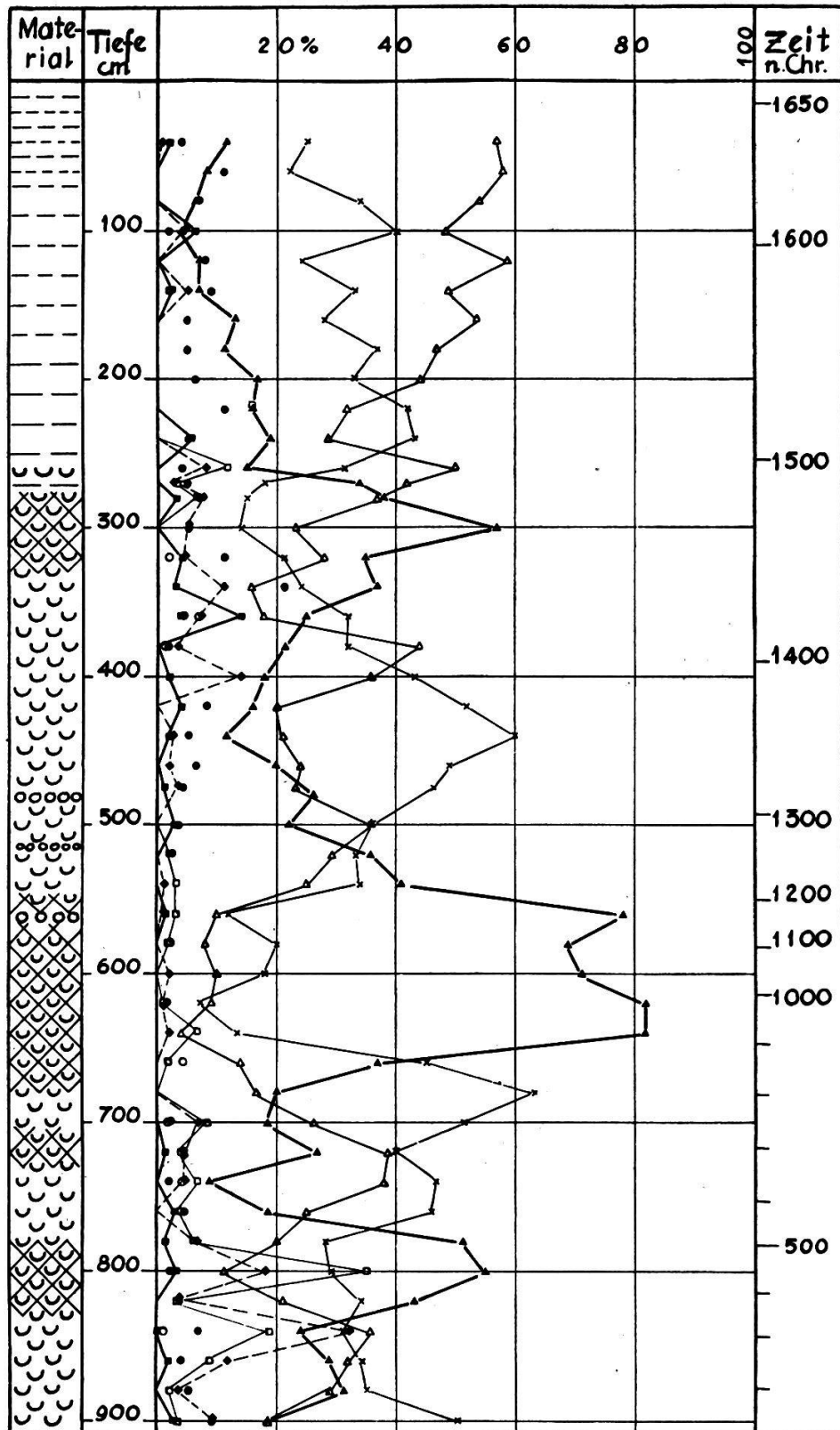


Abb. 3. Faulenseemoos. Pollendiagramm II.

drittes Mal stieg die Buche für eine kürzere Zeit (von 7,8 bis 8,2 m) zur Dominanz auf. Am Ende des Profils in 9 m Tiefe waren Fichte und Buche im Absteigen, die Tanne im Ansteigen begriffen. Ein Zusammenschließen der Profile I und II war auch jetzt noch unwahrscheinlich.

So lagen denn aus dem gleichen Moor zwei ungewöhnlich lange Profile vor mir, die ganz verschiedenen Schichten und Zeiten angehörten (Entfernung der Bohrpunkte 160 m).

Die zwei aufs Geratewohl gelegten Bohrungen hatten mithin nicht gegenseitige Bestätigungen, auch nicht einfache Ergänzungen geliefert, sondern stratigraphisch, pollenanalytisch und waldgeschichtlich höchst interessante Probleme aufgezeigt. Zuerst sollte das stratigraphische Problem der Verschweißung der zwei ersten Profile gelöst werden.

Ein längerer Bohrer zur Ergänzung von Profil II nach unten stand mir damals nicht zur Verfügung. Was lag deshalb näher, als zwischen den ersten Bohrpunkten ein Ergänzungsprofil zu erbohren? Im Jahr 1936 hob ich in 60 m Entfernung von Profil I ein weiteres 9-m-Profil heraus, wiederum ohne Ende (Profil III).

Anläßlich dieser Bohrung konnte ich eine wichtige Nebenbeobachtung machen: Von 6,5 bis 8,5 m waren mehrfach undeutliche, oft aber auch scharf sich abhebende horizontale Wechsellagen von brauner Kalkgyttja und weißer Seekreide festzustellen, die von weißer Schicht zu weißer Schicht 1—2 mm maßen und gelegentlich bis zur Zahl von 20 oder gar 50 aufeinander folgten. Ich vermutete sogleich Jahres-schichten. Ein neues Problem war aufgetaucht.

Die Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchung des Profils III (Abb. 4) waren abermals verblüffend. Die große Buchenzeit war von 6 m in Profil II auf 4 m heraufgestiegen; statt der gesuchten EMW-Zeit waren aber unten zwei weitere Buchenzeiten auf der Bildfläche erschienen. Das Einzigartige in der Verschiedenartigkeit der Pollenprofile I und II ist hier durch Annäherung auf nur 60 m noch betont.

Abermals mußte ein Zwischenprofil entnommen werden. Profil IV (Abb. 5) ergab endlich die Verbindung der Buchenzeitenreihe mit dem EMW. Dagegen blieb diesmal der Anschluß an die Buchenzeitenreihen der frühern Profile unsicher, weil eine

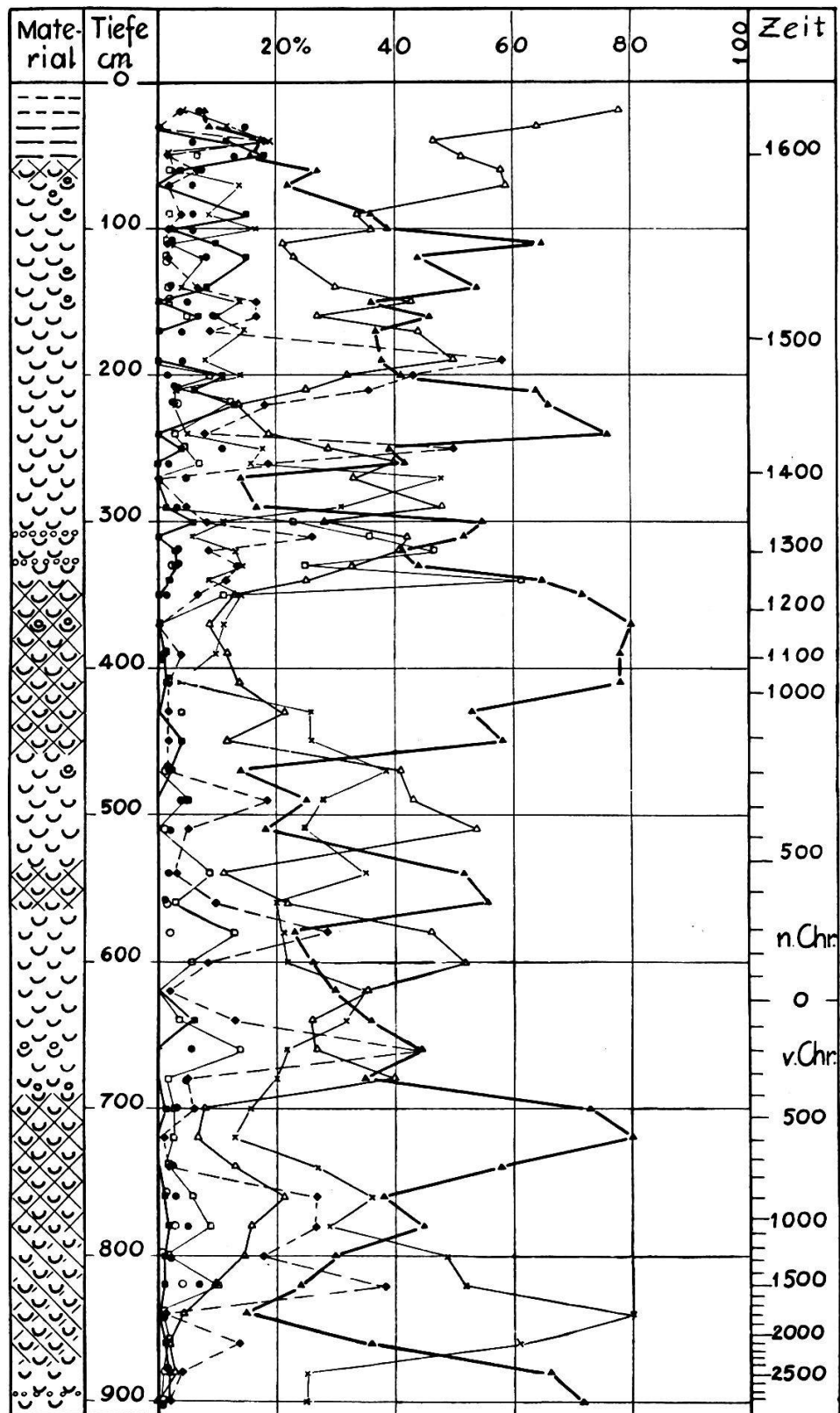


Abb. 4. Faulenseemoos. Pollendiagramm III.

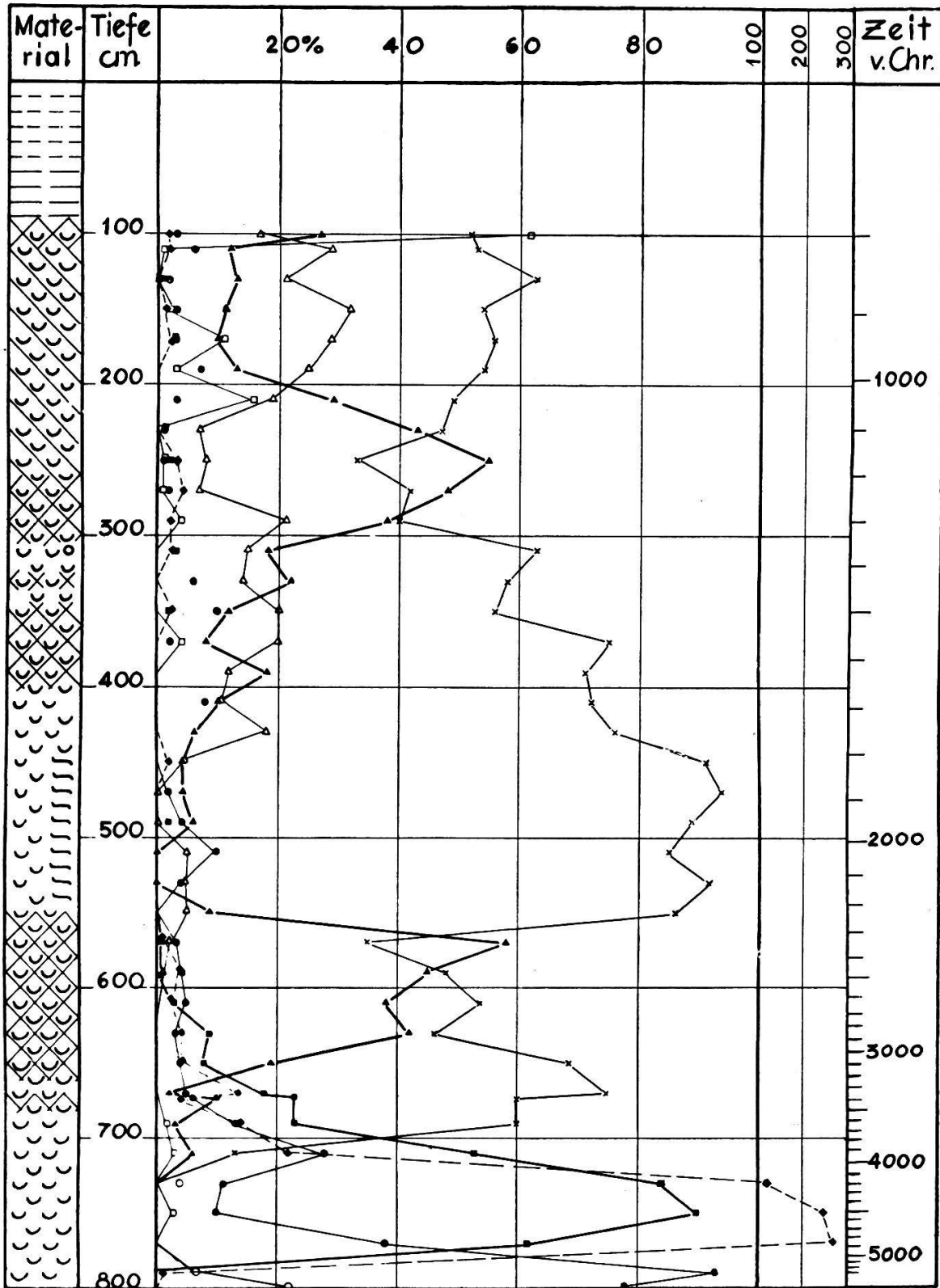


Abb. 5. Faulenseemoos. Pollendiagramm IV.

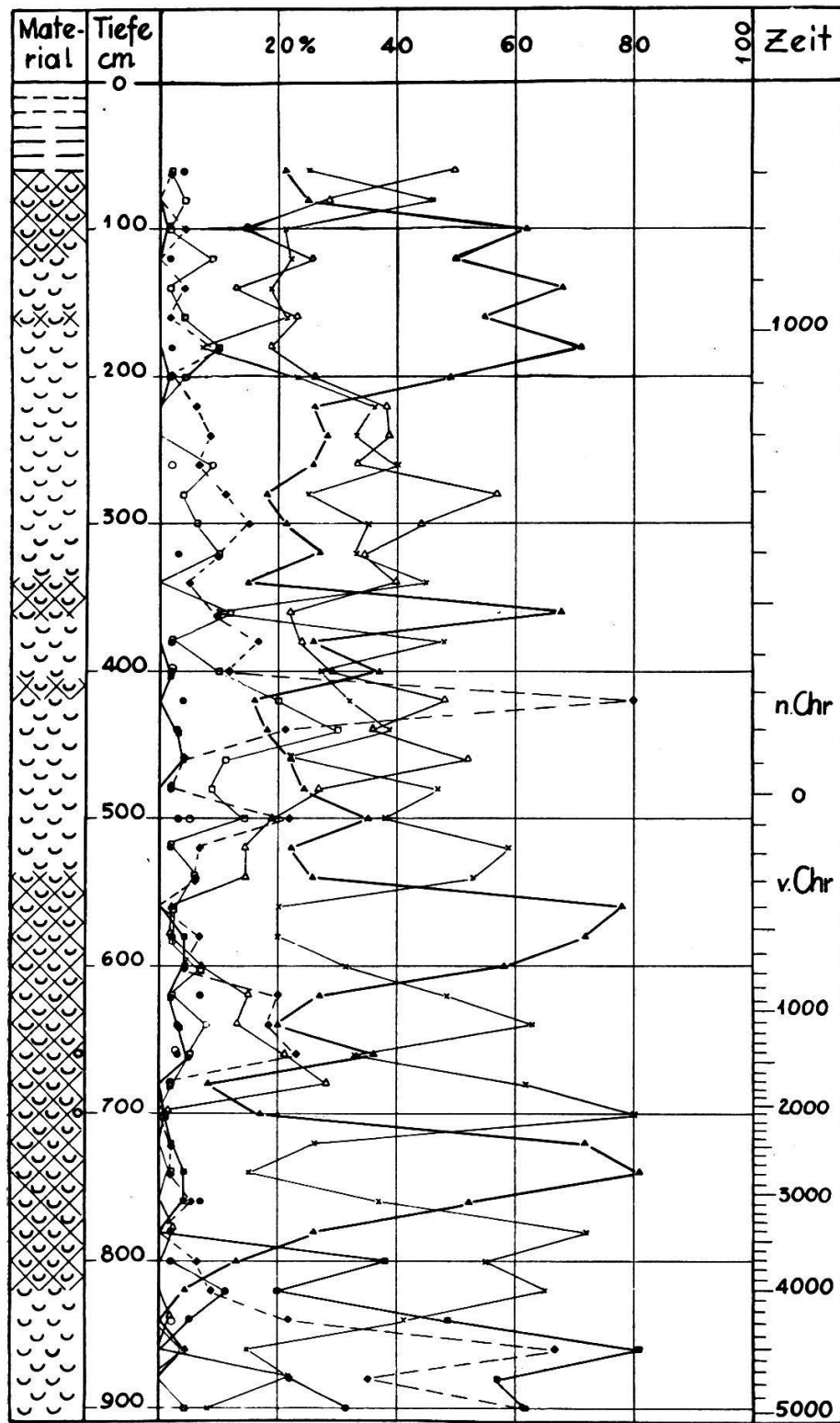


Abb. 6. Faulenseemoos. Pollendiagramm V.

besonders stark entwickelte Tannenzeit erschienen war. Deshalb wurde zwischen Profil III und IV noch ein Profil V entnommen (Abb. 6), das endlich völlige Klarheit brachte. Hier findet sich die große Buchenzeit in 1,5 m Tiefe, die EMW-Zeit von 8,4 m Tiefe an abwärts.

So war denn mit fünf langen Profilen endlich der Gang der postglazialen Waldentwicklung einigermaßen klargestellt. Man kann die Profile I, IV und II (oder III) benutzen zur Zusammenstellung eines Gesamtprofils, das sich über rund 21 m Sedimente erstreckt; davon entfallen etwa 15 m auf den Abschnitt seit der EMW-Zeit. Man tut dem Material dabei aber Gewalt an; denn so klar die Parallelisierung bis in Einzelheiten hinein möglich ist, so individuell verschieden sind die Kurvenverläufe auch wieder. Übereinstimmendes und Abweichendes sollen deshalb nach Beibringung weitem Materials später (S. 43 ff.) nur beschreibend wiedergegeben werden.

Die besondere Eigentümlichkeit der Faulenseemoosprofile besteht in der äußerst langen nacheisenschwäldzeitlichen Sedimentreihe, die wir nach ihrem pollenanalytischen Charakter als Buchenzeitenreihe bezeichnen wollen. Stratigraphie und vielseitige Betrachtungen brachten mich zur Überzeugung, daß es sich um eine vollkommen normale Bildung handeln müsse, die anderwärts auch nachweisbar sein sollte. Ich untersuchte deshalb weitere Profile am Alpenrand unserer Genden, hatte aber Mühe, ähnliche Entwicklungsbilder beizubringen. Zwei gute Beispiele seien hier kurz aufgeführt.

b) Analoge Entwicklungen: Sewelisdal im Reutigenmoos und Echarlens im Greyerzerland.

8 km westwärts des Faulenseemooses findet sich das Hochmoor Sewelisdal. Es bildet einen besondern Teil des großen Reutigenmooses, das schon in der Monographie von Früh und Schröter (1904) beschrieben ist. Es liegt eingebettet zwischen den Bergen der Stockhornkette im Süden (1500—2000 m) und dem Zwieselberg im Norden (830 m) und befindet sich selbst auf einer Meereshöhe von 620 m. Das Reutigenmoos wird vom Glütschbach durchflossen und ist im vergangenen Jahrzehnt in großen Teilen entwässert worden. Viele Teile sind kultiviert, an-

dere befinden sich im Abtorfungsstadium. In dieses Moor ging zu unbekannter Zeit ein Bergsturz nieder, der durch Stauungen Moortümpel zwischen Schuttrücken und Felsblöcken entstehen ließ und so jenes bekannte anziehende Mosaik schuf von frischer, nasser Hochmoorvegetation, die stellenweise nicht betretbar ist, von Sumpfföhrenwald, von Fichten- und Buchenhorsten. Während das Torfstichgebiet des Reutigenmooses sein Wachstum schon längst eingestellt hat und schlecht erhaltenen Torf aufweist (siehe das beigegebene Pollenprofil aus dem Schwefelwald, Abb. 7), befindet sich der Sewelisdal infolge der Naturkatastrophe in jugendlichem Zustand. Dieser Teil bot mir deshalb alle Gewähr, neuere und neueste Pollensedimentation zu zeigen.

Es sei auch hier auf die gegenwärtige Waldzusammensetzung hingewiesen: Die Südseite des Zwieselberges ist zu $\frac{4}{5}$ mit Buchen, zu $\frac{1}{5}$ mit Tannen und Fichten bestockt; die Nordseite der Stockhornkette weist im untern Teil 20—50 % Buche, wenig Tanne und viel Fichte auf, im obern Teil nur Fichte und wenig Bergföhre. Die Abteilung Sewelisdal selbst zeigt ein Stammzahlverhältnis von 53 % Fichte, 26 % Buche, 17 % Sumpfföhre, 2 % Tanne und 2 % Ahorn, während die Abteilung Schwefelwald 85 % Fichte, 13 % Tanne und 2 % Buche aufweist. (Angaben nach Wirtschaftsplänen des Kreisforstamts Spiez.)

Das Profil zeigt über Steinen und Lehm eine dünne Schicht von toniger Seekreide, darüber etwa 1 m Flachmoortorf und 3 m Hochmoortorf. Pollenanalytisch weist es eine stark variierte Buchenzeitenreihe auf (Abb. 8). Leider fehlt dem Profil ein jedenfalls großes unteres Stück, die Verbindung mit den mittlern Waldzeiten, weshalb vor der Vornahme weiterer Untersuchungen eine pollenanalytische Datierung des Bergsturzes nicht vorgenommen werden kann. Deshalb ist auch eine zuverlässige Parallelisierung mit der Buchenzeitenreihe von Faulensee vorläufig noch nicht möglich. Die Existenz eines stark bewegten Pollendiagramms in der weitem Umgebung von Faulensee spricht aber für eine mehr als lokale Erscheinung der in Faulensee festgestellten Waldentwicklung.

Interessant ist die gute Übereinstimmung des Pollengehalts der Oberflächenprobe mit der Waldzusammensetzung des Sewelisdal. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, daß die Sumpfföhre das Moor erst in neuester Zeit zu besiedeln angefangen hat.

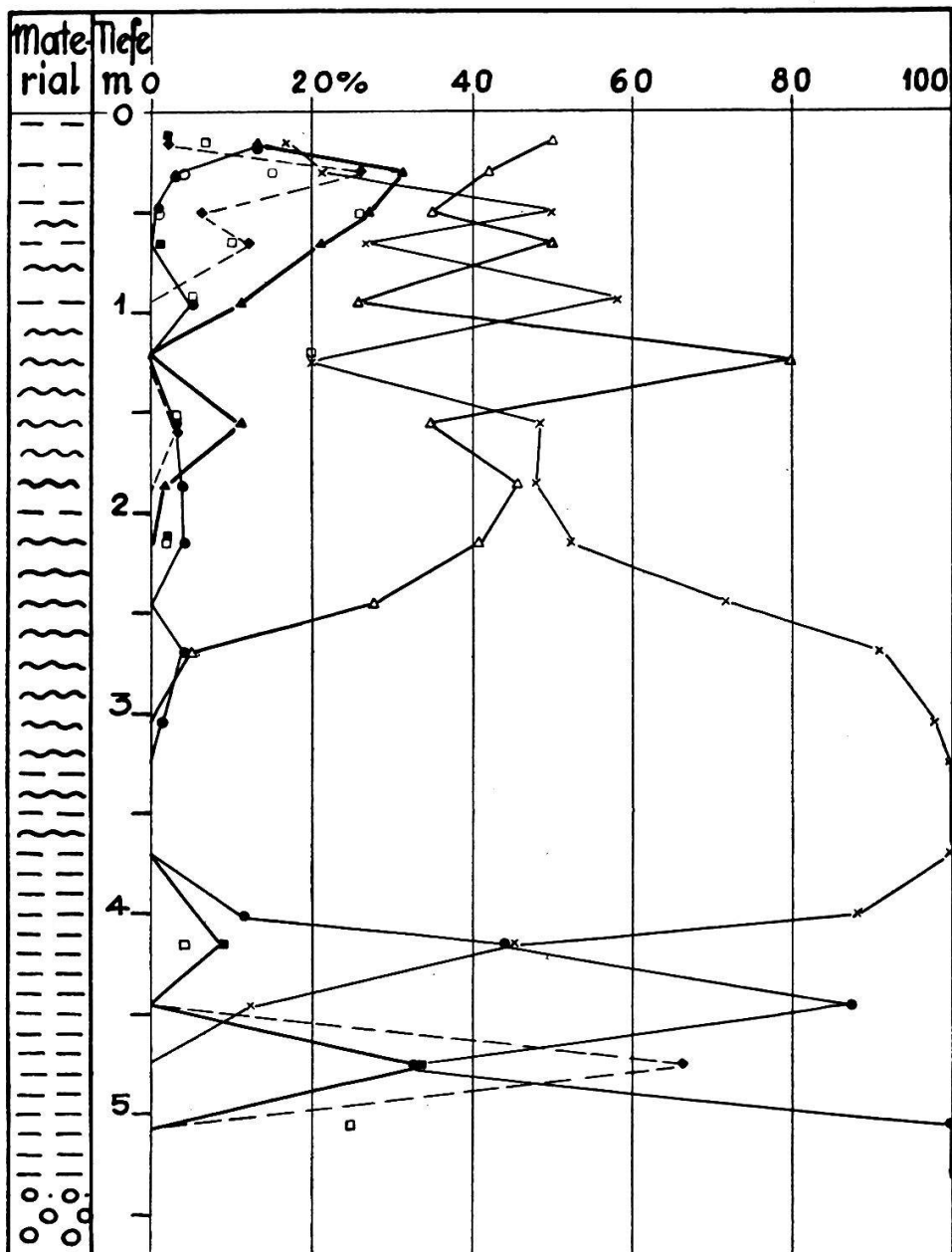


Abb. 7. Reutigenmoos, Schwefelwald. Ältere Moorteile, Stillstandskomplex (Erhaltungszustand oft schlecht).

Es scheint, daß gewisse Teile des Hochmoors jetzt und erst jetzt in den Zustand des verheidenden Kiefernhochmoors übergegangen sind.

In ganz ähnlicher Lage wie das Faulenseemoos am Rand der bernischen Voralpen, liegt das Torfmoor von Echarlens im Greyerzerland am Rand der freiburgischen Voralpen. Es liegt 47 km westlich des Faulenseemooses, im Moränengebiet unterhalb Greyerz-Bulle, 1 km vom linken Saaneufer entfernt, in etwa

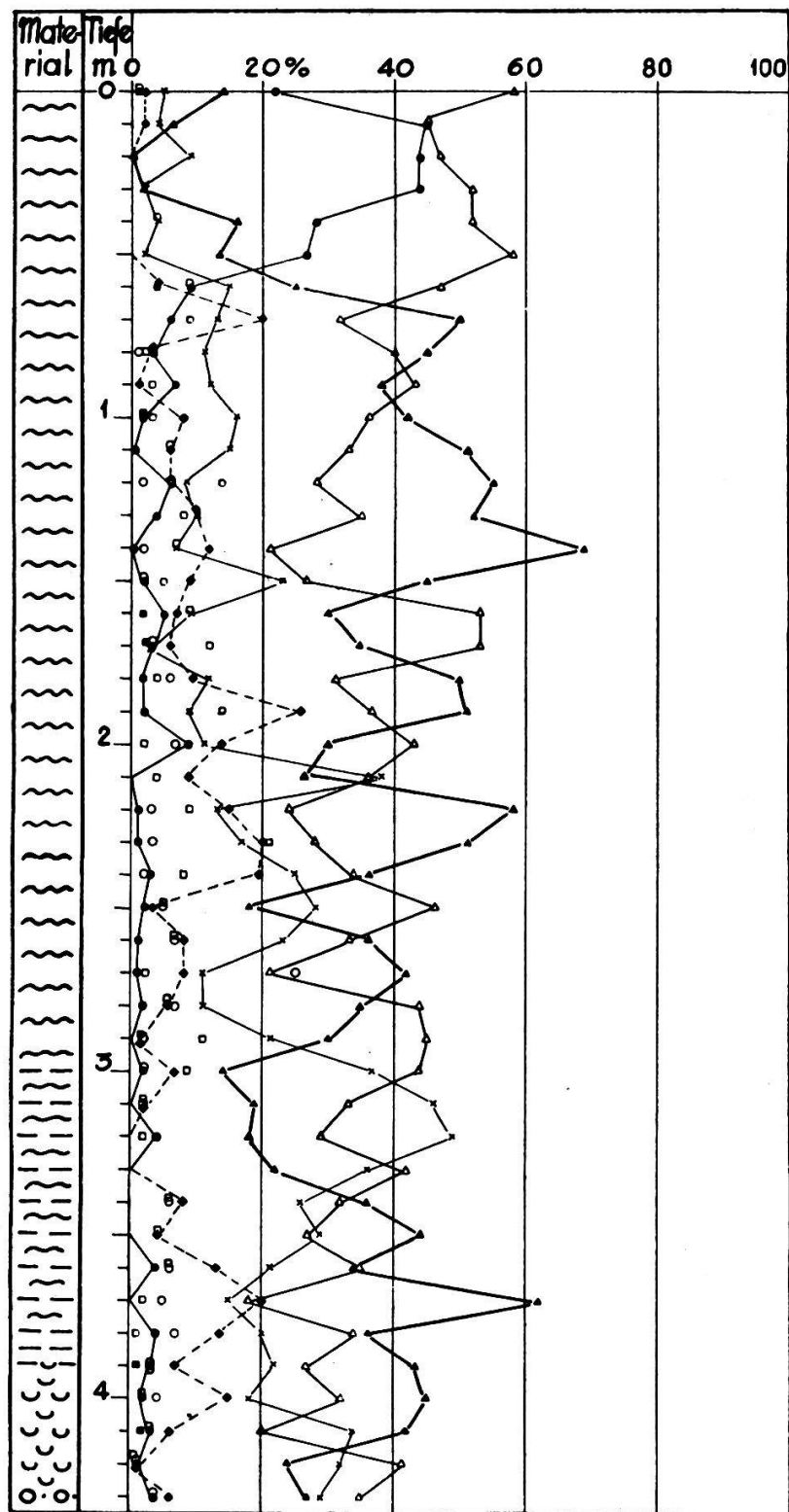


Abb. 8. Reutigenmoos, Sewelisd. Junges, vollwüchsiges Sphagnummoor.
Buchenzeitenreihe!

720 m Meereshöhe. Das Moor hat ca. 15 ha Flächeninhalt. Es wurde besonders in den Kriegs- und Nachkriegsjahren 1916/20 teilweise abgetorft. Einer weitem Abtorfung stand das hohe Grundwasserniveau im Wege. Nach Aussagen der Anwohner sind aber immerhin 2, stellenweise bis 3 m Torf ausgebeutet worden. Ich fand diese Angaben bestätigt, indem der Grundwasserspiegel schon in 20 cm Tiefe erschien und der Torf an verschiedenen Stellen ein äußerst wässeriger Hypnumtorf oder Moosdy war oder Gytjtja-Charakter hatte.

Diesen Verhältnissen entspricht die lange nacheichenmischwaldzeitliche Entwicklungsreihe, die ein hübsches Analogon zu unserer Buchenzeitenreihe darstellt (Abb. 9). Wenn man die Reihe um die abgetorften 2 m verlängert, so ist sie nicht weniger eindrucklich als im Faulenseemoos. Die Buchendominanzen sind zwar etwas weniger ausgeprägt, wohl deshalb, weil die fichtenpollenliefernden Höhenlagen hier ringsum näher an das Moor treten und die Fichte mehrfach in nassen, an moorigen Stellen der Umgebung und in kiesigen Uferstreifen günstige Standorte fand. Es dürfte sich lohnen, dem Moor weitere Profile an stratigraphisch vielleicht noch günstigeren Stellen zu entnehmen.

Andere Bohrungen im freiburgischen und bernischen Alpenvorland blieben bis jetzt insofern ohne Aufschluß über das Problem der Buchenzeitenreihe, als ihre Pollenkurven nicht weit über die EMW-Zeit hinausreichen. Es sei festgehalten, daß sie entweder stark abgetorft sind oder spezielle Uferlagen einnehmen.

c) Die Tiefenverhältnisse und die Eichenmischwaldzeit: Profile VI und VII.

Die Profile I—V hatten derart interessante stratigraphische Verhältnisse aufgezeigt und waren für die Aufhellung der neuesten Waldentwicklung so ergebnisreich gewesen, daß eine Ausdehnung der Untersuchungen auf weitere Moorteile wünschenswert schien. Die tiefste Moorstelle war noch nicht einwandfrei aufgefunden, und doch versprach gerade sie die rezentesten Pollenspektren. Ich dehnte deshalb die Bohrungen mooraufwärts aus und stellte genauere Nivellierungsmessungen für die Mooroberfläche an.

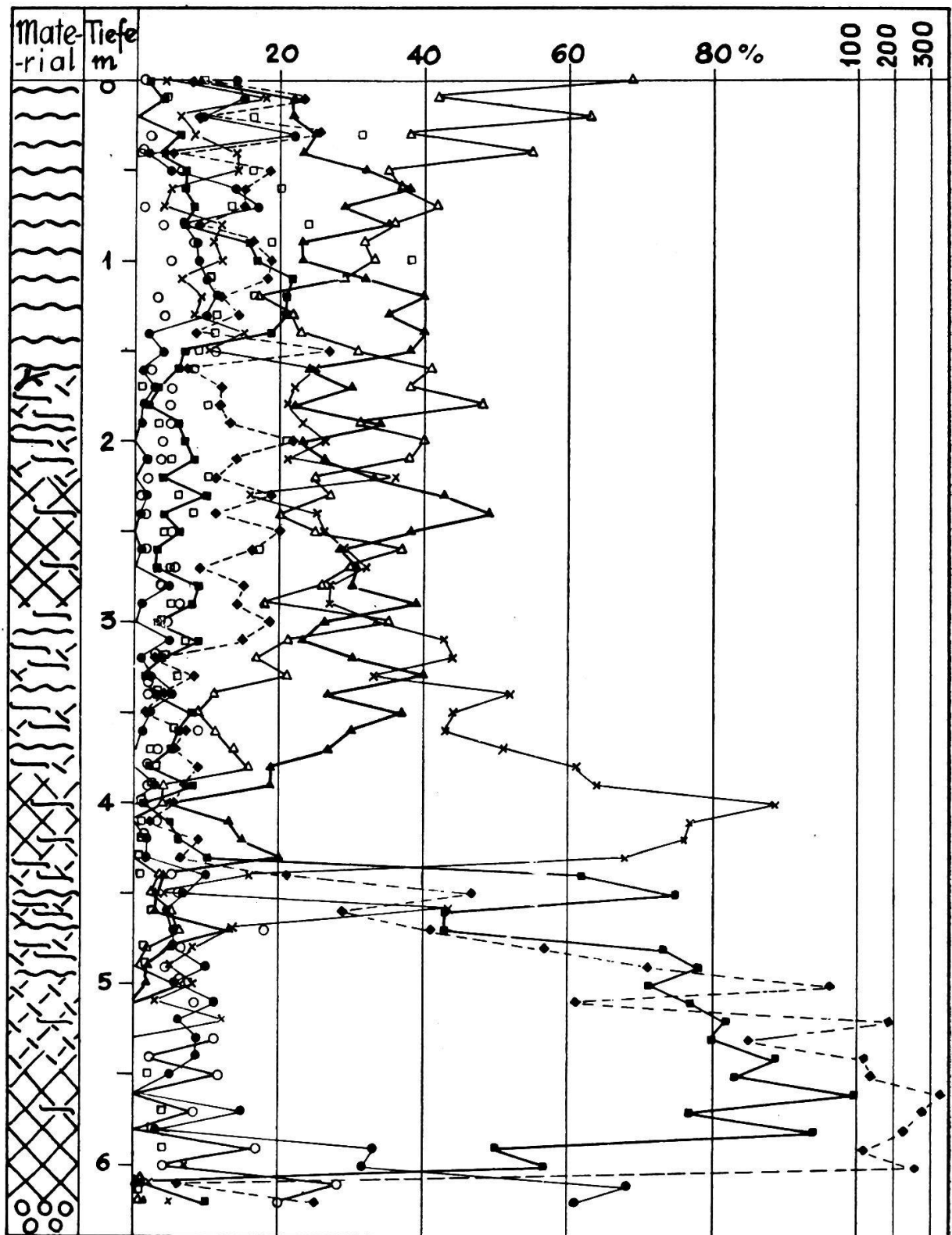


Abb. 9. Pollendiagramm aus dem Torfmoor von Echarlens im Greyerzerland (höchster Haselwert 335 %. Dem Profil fehlen 2—3 m, die abgetorft sind).

Eine Bohrung VI, 80 m vom obern Moorende herunter, ergab 1,5 m stark zersetzten Flachmoortorf über Moränenmaterial. Das äußerst pollenarme Material zeigte schon in den untersten Proben vorwiegend Tanne und Fichte, woraus wir den Schluß ziehen, daß sich das Moor erst in relativ später Zeit so weit hinauf ausdehnte. Die atlantische Zeit mit ihren vermehrten Niederschlägen dürfte den Grundwasseraustritt vermehrt und die Gips-trichterauswaschung und -senkung begünstigt haben. Der oberste Moorteil ist also erst seit etwa 3000 bis 2000 v. Chr. Moor.

Etwa in der Mitte zwischen dieser Probebohrung und Profil II wurde eine weitere Bohrung (VII) ausgeführt. Der oberste Abschnitt zeigte auch hier stark zersetzten Flachmoortorf bis 285 cm Tiefe. Beschaffenheit und Zersetzungsgrad wechselten aber mehrfach. So fanden sich bei 160—170 cm Holz, bei 90 und 120 bis 130 cm deutliche Kohlerestchen. Darunter fand sich bis zu 386 cm Tiefe Kalkgyttja wechselnder Zusammensetzung. Von 386 bis 800 cm erschien helle, unten gelbliche Seekreide, die sich von 800—900 cm in grauer Tönung fortsetzte.

Die pollenanalytische Untersuchung ergab für den Flachmoortorf hohe Tannenprozentage, die wohl durch selektive Zersetzung gesteigert waren. Vielfach war es aber unmöglich, brauchbare Resultate zu erhalten. Zwei niedere Buchengipfel dürften der 1. und 2. (?) Buchenzeit der Profile III, IV und V entsprechen, so daß wenigstens die Bildungszeit des Flachmoortorfes vergleichsweise feststeht (Abb. 10).

Die Probleme des EMW-Abschnittes sind mannigfacher Art und sollen z. T. später weiterverfolgt werden. Das Profil VII zeigt, daß die EMW-Phase in der Gegend von Faulensee-Spiez in eine ausgeprägte Haselphase und eine EMW-Phase im engeren Sinn zerfällt. Von 790—590 cm Tiefe ist der Haselpollen (mit der einzigen Ausnahme bei 630 cm) stets bedeutend stärker vertreten als der Pollen der eigentlichen Waldbäume. Der Anteil der Hasel beträgt, auf die Waldbäume bezogen, meist über 150 %, in vier Proben gar über 300 %, in einem Fall (bei 730 cm) selbst 456 %.

Berechnet man die Hasel wie üblich außerhalb der Pollensumme, so erhält man Werte, die entweder gar nicht aufgezeichnet werden können oder dann, wenn sie aufgezeichnet sind, eine höchst unwahrscheinliche Massenausbreitung vermuten lassen. Das sind äußere, praktische Erwägungen, die es mir nahelegten, die Hasel in allen Diagrammen in die Pollensumme einzurechnen. Besonders wichtig schienen mir aber noch folgende

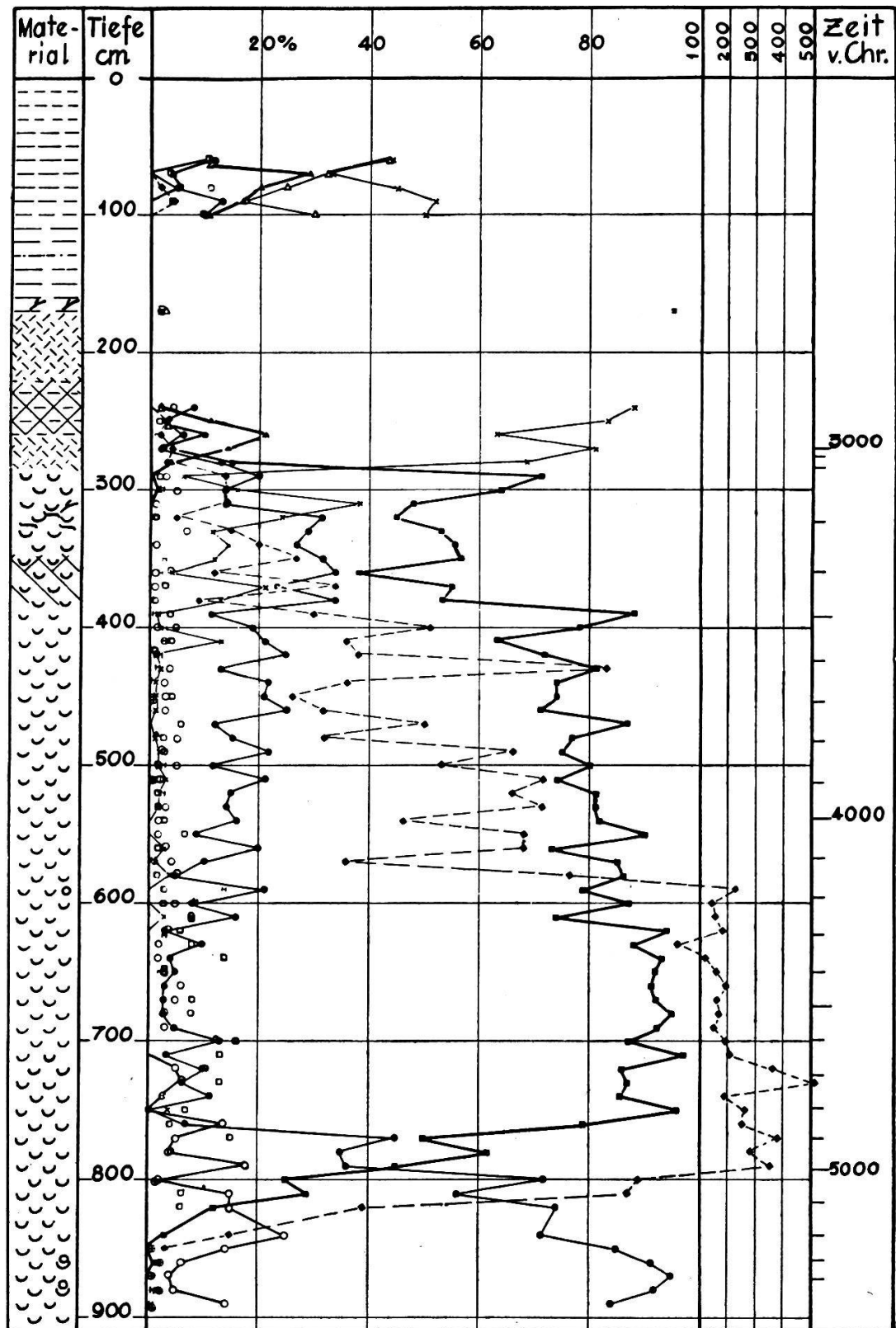


Abb. 10. Faulenseemoos. Pollendiagramm VII.

Argumente, die man für diese Darstellungsweise vorbringen kann: Die Hasel steht in ihren ökologischen Ansprüchen dem EMW nahe. Sie bildete sicher einen Bestandteil dieses und gab ihm in seiner Struktur den Charakter eines lichten strauchreichen Mischwaldes. Auch hat sie sich unter jenen ihr so günstigen Verhältnissen wohl zu einem Halbbaum entwickelt und ist im Waldbild stärker hervorgetreten als man vielleicht denkt. — Wie in der Natur dem Wald ein gewisser Lebensraum zur Verfügung steht und Vermehrung der einen Komponente eine Verminderung der andern bedingt, so ist bei einfacher Betrachtungsweise des Diagramms der 100 %-Rahmen gleichsam die feste und stets gleiche Grenze des Lebensraums, und diese Grenze sollte nicht doppelt erfüllt oder gar überschritten werden. — Liegen Spektren aus dem Gebiet intensiver Kulturen vor, so gehört die Hasel der Lebhäge so gut ins Gehölzbild einer Gegend wie die Eichen, die als Grenzbäume oft stehengelassen, früher als Nutzbäume wohl besonders geschützt und gehegt wurden. — Wenn man den Gesichtspunkt berücksichtigen will, nur Zusammengehöriges in die 100 % einzubeziehen, so müßte man im Verlauf eines Diagramms wohl bald die eine, bald die andere Komponente eliminieren, im EMW jedenfalls die Erle und die Birke, in Diagrammen von bewaldeten Moorteilen die Moorwaldbestandteile, auch lokale Moorrand- und Seeufergehölze. — Es gibt freilich auch Gründe, die für die Elimination gewisser Komponenten sprechen. So ist es vielleicht wünschenswert, eine durch Kulturmaßnahmen eingebrachte Komponente für sich zu berechnen, wenn man die Veränderung der natürlichen Artenkombination darstellen will, oder falls man mit einem Diagramm vergleichen will, das diese Komponente nicht aufweist. Ich halte die Elimination wichtiger Gehölzkomponenten überhaupt für ein methodisches Mittel der Analyse und des Vergleichs von Diagrammen. Die Elimination der Hasel kann deshalb nur den Sinn haben, das Verhältnis des EMW zu andern Waldbäumen (z. B. der Kiefer) in seinen Variationen zu untersuchen, oder aber das Verhältnis von Eiche, Linde und Ulme bei möglichst gleichbleibender Summe der drei Arten darzustellen. Im letzten Fall setzt man aber besser die Summe von Eiche, Linde und Ulme gleich 100 % und eliminiert alle andern Komponenten. — Schließlich konkurrieren sich Hasel-Gebüschwald und EMW bis zu einem gewissen Grad auch, sei es unter dem Einfluß kleinerer klimatischer Schwankungen oder der Großschwankung, die die Haselzeit in eine EMW-Zeit überführte. Diese Einflüsse auszuschalten, hat meines Erachtens vor einer speziellen Betrachtung keinen Sinn. — Trotzdem halte ich mich an die in der Pollenanalyse Gewohnheit gewordene Darstellung der Hasel außerhalb der Baum-pollensumme, um die Vergleichbarkeit mit Diagrammen aus andern Gegenden nicht zu beeinträchtigen. Gleichzeitig wird damit dem Umstand Rechnung getragen, daß die Hasel den neuern Wäldern der Tanne, Buche und Fichte wohl nicht mehr direkt angehört hat, sondern sich auf die Waldränder und Rodungsgebiete konzentrierte.

In diesem Sinne erlaube ich mir aber, entgegen der üblichen Darstellungsweise zugleich mit der Hasel auch die Erle außerhalb der Baum-pollensumme darzustellen. Sie ist heute ein ausschließlicher Bestandteil der genetisch jungen Auenwäldchen der Gegend und spielt weder in unsern Wäldern, noch sogar auf nassen Böden eine nennenswerte Rolle. Als Wasserrand- und Sumpfbodenbesiedler mag sie im Lauf der postglazialen Waldgeschichte eine gewisse Bedeutung gehabt haben; im Gesamtwaldbild unserer Gegend war sie aber wohl stets bedeutungslos. Als Baumart, die sich durch Stockausschläge leicht regeneriert, dürfte die

Erle jeweils aus Rodungen an wasserreichen Schattenhängen Vorteil gezogen haben und so heute Indizien für die Rodungstätigkeit des Menschen darstellen, ähnlich wie die Hasel auf trockenen Gebieten.

Profil VII zeigt außer der Hauptgliederung in eine EMW-Phase und eine Hasel-EMW-Phase eine reichgegliederte Kurvenentwicklung, wo weder von einem Haselgipfel, noch von einem EMW-Gipfel gesprochen werden kann. Vielmehr streben die Werte der Dominanten in beiden Phasen gleich am Anfang zu einer charakteristischen Höhe an und behalten diese Höhe mit kleinern Schwankungen bis zum Ende der Phase.

Die Haselphase des Profils VII zeigt einen typischen Beginn am Ende der Kiefernphase: Ein kleiner breiter Birkengipfel von 22 % Höhe bereitet den Abbau des Kiefernwaldes vor. Profil VII erweckt den Eindruck, daß sich Hasel und EMW gerade im Moment der sich stärker entwickelnden Birke auszubreiten beginnen. Immerhin steigen die Werte der Birke etwas früher und stärker an als die EMW- und die Hasel-Prozente. Dieser Abschnitt kann im Profil X nochmals genauer geprüft werden.

Über die Reihenfolge der Einwanderung wärmeliebender Arten nach Faulensee folgt aus Diagramm VII: Hasel, Ulme und Linde erscheinen fast gleichzeitig. Schon nach den allerersten Anfängen dominiert zahlenmäßig die Hasel über die Ulme und die Linde, die Ulme aber über die Linde. Bei 820 cm erscheint die Erle und zuletzt (erst bei 790 cm) erscheint die erste Eiche; sie ist von da an aufwärts in allen Spektren vertreten, weshalb erste Spuren bei weiterer Untersuchung noch etwas früher feststellbar sein dürften.

Durch die ganze EMW-Zeit im weiteren Sinne dominiert von den drei Komponenten des EMW stets die Ulme mit Werten von 50—70 %. Ihr folgen die beiden andern Komponenten, Linde und Eiche, in der Haselzeit mit fast gleichen Prozentzahlen. In der EMW-Zeit im engern Sinn bewegt sich die Linde zwischen 20 und 30 %, die Eiche zwischen 9 und 17 %.

Der Wendepunkt zwischen Hasel- und EMW-Zeit ist viel weniger ausgeprägt als Anfang und Ende der gesamten Entwicklung. Man kann nämlich den ganzen Abschnitt auch darstellen als mehr oder weniger kontinuierlichen Übergang von einer Zeit mit viel Hasel und weniger EMW zu einer solchen mit wenig Hasel und viel EMW. Der Haselabfall erfolgt ganz in diesem

Sinn; der EMW-Anstieg wird bei etwa 470 cm gestoppt durch stärkere Ausbreitung der Kiefer und das neue Auftreten der Tanne als später abbauender Komponente des EMW. Der Wendepunkt (580 cm) zeigt aber immerhin außer dem charakteristischen Schnittpunkt der Hasel- und EMW-Kurve eine von da an stärkere Vertretung der Kiefer (7—30 %) und eine von da an fast lückenlose Anwesenheit der Tanne. Wesentlichen Anteil nahm die Tanne an der Waldzusammensetzung allerdings erst von 410 cm an. (Ich halte dafür, daß der allerobere Abschnitt des EMW in Profil VII, etwa von 290 cm an, infolge des Übergangs zu Flachmoortorf und vorübergehender Austrocknung etwas verkürzt ist.)

Außerordentlich interessant ist das stoßweise Anwachsen der Tanne im EMW. Ich bin der Auffassung, daß wir hierin den Ausdruck kleinerer klimatischer Schwankungen erblicken müssen, die aber nicht diesem Abschnitt eigen sind, sondern in ihm besonders handgreiflich zum Ausdruck kommen. Die gleiche Erscheinung zeigt sich sonst noch vielfach (vgl. auch Profil Echarlens, Abb. 9).

d) Ausbau: Moormitte und jüngste Schichten; Profil IX.

Pollenanalytische Diagramme und Nivellierungsmessungen hatten die wahrscheinliche Lage der Moormitte ermitteln lassen. Ich brachte mit einem bis auf 12 m verlängerten Kammerbohrer eine weitere Bohrung zwischen Profil II und IV an. Der Zweck der Untersuchung dieses Profils IX war: Fahndung nach den rezentesten Abschnitten; genauere Untersuchung der in Profil IV gefundenen Jahresschichtchen; Aufstellung eines detaillierten Diagramms im Sinne eines weitem Ausbaus und zu Vergleichszwecken.

Um diesen Anforderungen zu genügen, wurden die Proben mit allergrößter Vorsicht und alle 5 cm entnommen. Da die Einzelproben 2—3 cm Schichthöhe umfassen, ist damit rund die Hälfte des Sedimentmaterials herausgehoben worden. Die pollenanalytische Untersuchung wurde freilich nur von 800—1200 cm in 5-cm-Abständen durchgeführt, oberhalb 800 cm begnügte ich mich mit solchen von 10 cm. Im ganzen sind über 150 Proben analysiert worden. Fast in jeder Probe wurden 100 Pollen ausge-

zählt. Um auch die Arten mit kleinsten Prozentsätzen richtig zu erhalten, hätte man das Mehrfache auszählen müssen, was ich mir bei der großen Zahl von Proben nicht leisten konnte. Von 400 cm an aufwärts wurden zufolge einer gewissen Pollenarmut der Sedimente mehrfach nur 50 Pollen ausgezählt.

Stratigraphie und Sedimentanalysen.

Die obersten paar Dezimeter des Profils waren torfig-schlammige Ablagerungen eines verlandenden Schilfteichs. Darunter fand sich bis 92 cm Schilftorf mit Holzspuren. Darunter folgte Kalkgyttja, die bald braun und gyttjaartig, bald weiß und seekreidig war. Erst unterhalb 1173 cm stellte sich mehr oder weniger reine graue Seekreide ein. Zur Illustration des häufigen Wechsels in der Zusammensetzung sei ein Teil des Bohrprotokolls ausführlich wiedergegeben:

92— 112 cm	Übergänge zu Kalkgyttja.
112— 115 cm	Holz (Abies?).
115— 135 cm	feinsandige Gyttja.
135— 158 cm	schlammige Gyttja.
158— 172 cm	Seekreide und Gyttja, verschwommene Wechsellagen.
172— 250 cm	Kalkgyttja, mehrfach wenig Seekreide.
250— 280 cm	graubräunliche Gyttja.
280— 308 cm	schwarze Gyttja, schwammig.
308— 315 cm	schwarzbraune Gyttja.
315— 322 cm	schwarze Gyttja.
322— 337 cm	grauschwarze Gyttja.
337— 367 cm	mehr oder weniger schwarze Gyttja.
367— 392 cm	braunschwarze Gyttja.
392— 400 cm	graue Kalkgyttja (etwas schichtig).
400— 425 cm	graue Kalkgyttja mit viel Schneckenhäuschen.
425— 445 cm	braune Gyttja, unten oliv.
445— 449 cm	tonige Zwischenschicht.
449— 465 cm	graue Gyttja.
465— 468 cm	tonige Zwischenschicht.
468— 730 cm	braune Gyttja (505—512 cm etwas grau; 565—570 cm schichtig).
730— 750 cm	heller, seekreidig.
750— 825 cm	Kalkgyttja mit Seekreideschichtchen.
825— 850 cm	braune Gyttja.
850—1153 cm	Kalkgyttja mit Seekreideschichtchen (bei 1056, 1071, 1080 cm Tonschichten von 2—3 mm Dicke, dazwischen, besonders unterhalb 1069 cm, mehrere kleine, 1 mm dicke Tonschichtchen).
1153—1173 cm	braune Gyttja ohne Schichten, mit etwas Schnecken.
1173—1200 cm	graue Seekreide.

Einer Anregung Herrn Dr. Lüdís Folge gebend, führte ich Kalkbestimmungen bei einer großen Zahl (110) der Proben durch. Die Ergebnisse sind dem Diagramm Abb. 11 beigelegt. In Kalkgyttjen mit häufigen tonigen Einschwemmungen sind zwar Kalkgehaltsprocente von beschränktem Wert, solange man über die zwei andern Komponenten, die organische und die tonige, nicht Anhaltspunkte besitzt. Zudem stammt bei starker mineralischer Einschwemmung ein beträchtlicher Teil des Kalkes aus dem eingeschwemmten Mergel und ist dann nur durch weitere Analysierung des Materials und auch dann nur schätzungsweise vom organischen Kalk zu trennen. Auch wissen wir über das Vorhandensein oder Fehlen der physikalischen Kalkfällung wenig Bestimmtes. Immerhin spricht folgender Umstand gegen eine wesentliche Rolle der physikalischen Kalkfällung: Im östlichsten Teil des Faulenseemooses finden sich mehrere Meter mächtige Seekreideschichten reiner Ausbildung (bis 93 % Kalk in der lufttrockenen Masse) hart unter der dünnen Flachmoortorfschicht; im mittlern, tiefsten Teil des Moores sind die zeitlich entsprechenden Schichten in 12 m Tiefe nur wenige Dezimeter dick und weisen außerdem meist weniger als 70 % Kalk auf (Ton-, also Mergelbeimischung!); daraus folgt, daß es sich meist nicht um eine durch die Wassertemperatur bedingte Kalkfällung handeln kann, sonst dürften die tiefsten Schichten nicht soviel weniger mächtig sein als die randlichen. (An eine Wiederauflösung gefällten Kalkes in tiefern Schichten ist bei einer so geringen Wassertiefe kaum zu denken; diese tiefere Schicht wäre selbst bei der Annahme fehlender mechanischer Durchmischung bald gesättigt.) Wie ich der botanischen Literatur entnehme, besteht diese Ansicht über das Ausmaß der physikalischen Kalkfällung ziemlich allgemein.

Eine erste Würdigung der Ergebnisse dieser Kalkgehaltsbestimmungen hatte gezeigt, daß die makroskopisch beurteilten Sedimente mehrfach eine falsche Bezeichnung erhalten hatten: Seekreide mit über 80 % Kalk gab es überhaupt nicht; die Kalkgyttja war von außerordentlich verschiedener Zusammensetzung. Auch die Zuhilfenahme von Notizen über den Gehalt an Schluff, die ich anläßlich der mikroskopischen Pollenanalyse gemacht hatte, vermochte die Kalkgehaltskurve nicht sonderlich sinnvoll erscheinen zu lassen. Viel eindeutiger waren die Ergebnisse in

spätglazialen Schichten gewesen, wo das organische Material neben der Seekreide und dem Ton fast fehlt.

Es ist aber auch nicht verwunderlich, daß eine Kalkgehaltskurve dieser komplexen Sedimente nicht sinnvoller ist. Über den Wechsel und die quantitative Vertretung der kalkfällenden Vegetation wissen wir ja sonst nichts, über die Abhängigkeit der Seekreidebildung von klimatischen Faktoren nicht viel mehr. Die Anschauungen über Bodenreifung legen den Gedanken nahe, daß bei zunehmender Bodenauslaugung der Kalkgehalt eines Bächleins, das nicht durch eigentliches Kalksteingebiet fließt, abnehmen müßte und so für die Seekreidebildung ein Minimumfaktor werden könnte. Unsere Kalkgehaltskurve scheint etwas für diese Entwicklungsrichtung zu sprechen, doch nur scheinbar: Die Gipfel der Kalkgehaltskurve sind im ganzen Kurvenverlauf gleich hoch. Andererseits sind tiefe Werte in den oberen Schichten wohl infolge vermehrter Toneinschwemmung der neuern Zeiten häufiger und extremer. Zudem stammt ein Teil des Zuflusses aus dem Kalksteingebiet des Hondrichhügels. Schließlich wirkt aber dem Sichtbarwerden der Kalkgehaltsverminderung eine andere Erscheinung entgegen: wenn die Sedimentoberfläche steigt, wird sie Standort der wurzelnden Wasservegetation; diese, oder doch ihr Milieu, ist im Faulenseemoos der ausschließliche Ort der Seekreidebildung gewesen; nur die wenige Meter tiefen Uferzonen weisen eigentliche Seekreide auf. Diese Erscheinung könnte die verminderte Kalkführung des Zuflusses scheinbar ins Gegenteil verdrehen. Das ist tatsächlich der Fall trotz den sonst bestehenden Deutungsschwierigkeiten der Kalk-Relativkurve: bei Berücksichtigung der mehrfachen Wachstumsgeschwindigkeit der oberen Schichten (1—5 m) ist die absolute Kalkausfällung der oberen Schichten das Anderthalb- bis Dreifache derjenigen der tiefsten Schichten ein und desselben Profils (10—12 m). Vergleicht man aber geringe Schichttiefen (1 bis 5 m) verschiedener Profile, so fällt auf, daß ältere Profilabschnitte (Kiefern- und EMW-Zeit) absolut viel größere Kalkausfällung aufweisen (rund das Dreifache) als jüngere. Diese Tatsache kann für eine zunehmende Kalkauslaugung der Moorumgebung sprechen, tut es aber so lange nicht, als man die biologischen und mikroklimatischen Bedingungen der Kalkfällung in den verschiedenen Zeiten nicht berücksichtigen kann.

In ihrer Deutung zugänglicher sind die Tongehalte und die Gehalte an organischer Substanz. Ich ergänzte deshalb meine Kalkbestimmungen durch Bestimmung der organischen Substanz.

Methodisch löste ich die Aufgabe so: durch Erhitzen kleinster, feingepulverter, lufttrockener (Zentralheizung!) Sedimentmengen in flachem, offenem Eisengefäß über kleiner Spiritusflamme erreichte ich, daß das Organische in Rauch aufging und doch dabei der Kalk intakt blieb. (Da die CO_2 -Spannung bei 600° erst 2,35 mm Hg beträgt, halte ich die Durchführung für einwandfrei; das Eisengefäß erreichte nämlich nie Rotglut.) Durch mehrfache Kalkgehaltsbestimmung nach dem Erhitzen (natürlich unter Berücksichtigung des Gewichtsverlustes) konnte ich ganz befriedigende Übereinstimmung mit meinen frühern Kalkgehaltsbestimmungen feststellen. Die mikroskopische Kontrolle zeigte zudem, daß wirklich alles Organische verschwunden war. Der festgestellte Gewichtsverlust umfaßt das brennbare organische Material und den Wassergehalt bei Lufttrockenheit. Dieser Mitläufer, der Wassergehalt, dürfte einen kleinen Teil des ganzen Gewichtsverlustes ausmachen, da der Gewichtsverlust selbst in mehreren Proben unter 10 % blieb (wird freilich bei vermehrtem Gehalt an Organischem auch etwas steigen).

Durch Subtraktion des Kalkgehaltprozentes und des Prozents für das Organische von 100 % erhielt ich auch das Tongehaltsprozent. Feststellungen an spätglazialen sogenannten «blauen» Tonen hatten mich belehrt, daß die mineralische Einschwemmung in unserem Kalkgebiet nie eine reine Toneinschwemmung ist, sondern stets 25—40 % Kalk enthält (weshalb man jene «blauen» Tone besser Seemergel nennt). Diese Tatsache läßt einmal mehr erkennen, wie schwer die Beurteilung einer Kalkgehaltskurve in Sedimenten mit Einschwemmung ist. Es liegt nahe, diesem Übelstand abzuhelpen durch Bestimmung des organisch ausgefällten Kalkes als Differenz des Gesamtkalkes und des Einschwemmungskalkes. Die Schwierigkeit liegt nur in der Bemessung des Kalkgehaltsprozentes der eingeschwemmten Sedimente. Gegenüber den vorhin angegebenen Zahlen von 25—40 % der Einschwemmungen aus dem mineralischen Rohboden der Moränen sind die Mergel späterer Zeiten sicherlich kalkärmer; das zeigt sich deutlich an verschiedenen Proben der Reihe, deren Gesamtkalk nicht das obige Prozent der mineralischen Einschwemmung erreicht. Ich setzte deshalb in erster grober Näherung fest, daß eingeschwemmte Mergel seit der Kiefernzeit 20 % Kalk enthalten. So vergrößerte ich die Tongehaltsprozente durch Multiplikation mit 1,25 zu Prozenten der Mergel einschwemmung.

Durch Subtraktion dieser Vermehrung vom Gesamtkalk errechnete ich den *organisch* (und eventuell physikalisch) *ausgefällten Kalk* in erster Näherung. Dieses sind die Prozentwerte, die dem Diagramm in Kurvenform beigegeben sind. Die Fehler der Einzelwerte können schätzungsweise $\pm 5\text{--}10\%$ erreichen, da meist nur geringe Sedimentmengen zur Verfügung standen. Kleinere Schwankungen dürfen deshalb nicht weiter ausgedeutet werden.

Die allgemeinen Ergebnisse dieser Sedimentuntersuchungen sind folgende: Eine große Überraschung bildete für mich der vielfach enorme Gehalt an *Einschwemmungsmergel*. An vielen Stellen des Profils wäre die Bezeichnung *Tongyttja* durchaus am Platze: nur in 10 von 100 Fällen geht das Prozent der Einschwemmung unter 25% , während es in fast der Hälfte aller Fälle 50% übersteigt (Maximum bei 450 cm: 89%). Abgesehen von diesen Einschwemmungen sind die an Ort und Stelle gebildeten Sedimente fast durchwegs *Kalkgyttjen*; nur die Proben aus 900, 600, 540, 500, 470, 450 cm stellen sich als *reine Gyttjen* und nur diejenigen aus 1200—1180, 1140, 1100, 1090, 1000, 950, 810, 780—760 und 410 cm Tiefe als *eigentliche Seekreiden* heraus.

In der Verteilung der Mergelinschwemmung über das ganze Profil fällt auf, daß die untern Teile (etwa von 980—1200 cm) viel weniger Mergel aufweisen als die obern. Das kann von geringern Niederschlägen, größerer organischer Stoffproduktion oder Kalkfällung, dichterem Bewaldung in älterer Zeit herrühren oder von ursprünglich andern Zuflußverhältnissen oder Wasserströmungen. Eine Entscheidung zugunsten einzelner dieser Ursachen kann erst im Zusammenhang mit Pollenkurven und Tatsachen des Jahreszuwachses gefällt werden (s. S. 188/189).

Die feinern und vielfach sehr intensiven Schwankungen der Einschwemmung können durch dieselben Ursachen bedingt sein. Doch sind sicher nur in wenigen Fällen Änderungen des Zuflußortes und der Wasserströmungen maßgebend. Auch sind derart zahlreiche und abrupte und intensive Änderungen in der organischen Stoffproduktion und Kalkfällung unwahrscheinlich. Man darf die Prozentkurven dieser Größen zur Beurteilung dieser Frage nicht direkt benützen; denn jede Änderung des Einschwemmungsprozentes ändert rein rechnerisch die zwei andern

Größen im entgegengesetzten Sinn. Der Umstand jedoch, daß weitaus die meisten starken Einschwemmungsänderungen mit entgegengesetzt gleichsinnigen Änderungen der zwei andern Komponenten verbunden sind, läßt den Wahrscheinlichkeitsschluß zu, daß meist die Einschwemmungsänderung die primäre Ursache der Kurvenschwankung ist. Wenn die Einschwemmungsänderung klimatisch bedingt war, dürfte allerdings häufig auch das Sedimentationsverhältnis von Gytta und Seekreide geändert worden sein. Auch beeinflusste der eingeschwemmte Mergel selbst die Wasservegetation stark in Entwicklung und Stoffproduktion. — Wenn für den Vergleich weit auseinanderliegender Profilabschnitte die Bewaldungsdichte und der Umfang der Waldreutungen stark berücksichtigt werden müssen, so ist das innerhalb enger Profilausschnitte viel weniger nötig. Wohl kann der eine oder andere Anstieg des Einschwemmungsprozentes dadurch bedingt sein, daß im beschränkten Einzugsgebiet meines Bächleins größere Rodungen stattgefunden haben; aber die Mehrzahl der 30 Einschwemmungsanstiege meines Profils ist nicht durch 30 Neu-rodungen erklärbar. Man darf deshalb mit größter Wahrscheinlichkeit schließen, daß die meisten Einschwemmungsschwankungen klimatisch, und zwar wohl vorwiegend durch Niederschlagsschwankungen bedingt sind, und daß Waldreutungen fast nur die Intensität dieser Schwankungen, diese freilich nachhaltig, beeinflusst haben. Da durch Ausgrabungen auf der direkt am Faulenseemoos liegenden Bürg durch Tschumi (1938) nachgewiesen ist, daß die Gegend in der Früh- und Spätbronzezeit intensiv besiedelt war, sind verstärkte Einschwemmungsschwankungen von dieser Zeit ab zu erwarten.

Die Deutung und Wertung der Kurve des organischen Anteils der Sedimente ist schon schwieriger. Primär deutet zwar vermehrte Stoffproduktion auf bessere klimatische Vegetationsbedingungen. Dabei kann man den Wasserfaktor für Wasservegetation weitgehend außer acht lassen, besonders wenn, wie im Faulensee, Wasserstandsschwankungen fast ganz fehlen. So dürfte vor allem der Wärmefaktor entscheidend beeinflussen. Größere Jahreswärme, Sommerwärme, vielleicht auch Winterwärme, stärkere und länger dauernde Insolation dürften auf eine Vermehrung des Organischen hinwirken. In gleichem Sinne

wirkt aber auch eine Niederschlagsverminderung, indem einerseits die Wassererneuerung langsamer erfolgt, andererseits verminderte Kalkzufuhr in das Seelein den relativen Anteil der See Kreide erniedrigen könnte. Es ist jedenfalls auffällig, daß die Maxima des Organischen in den Zeiten geringer Einschwemmung auftreten (z. B. in 1150, 1050, 1030, 900—880, 750—730, 480, 470, 400 cm Tiefe). Ob sie aber infolge vermehrter Wärme oder verminderter Niederschläge oder als Folge beider Erscheinungen auftreten, ist meist nicht zu entscheiden. Die beiden Faktoren haben aber schon klimatisch einen hohen Kopplungsgrad, so daß man Zeiten mit geringer Einschwemmung und großer organischer Stoffproduktion wohl als *t r o c k e n w a r m* bezeichnen darf. Entsprechend wären Zeiten mit viel Einschwemmung und wenig organischer Substanz als *f e u c h t k ü h l* zu bezeichnen. Der Abschnitt von 600—490 cm weist viel Einschwemmung und ziemlich viel organische Substanz auf; man müßte ihn nach dieser Auffassung als feuchtwarm, also mehr oder weniger ozeanisch bezeichnen. Es sei nicht verschwiegen, daß als Grund für vermehrte organische Sedimente auch eine Vermehrung des Laubwaldes gegenüber dem immergrünen Nadelwald und daherige vermehrte Laubeinblasung auf das Seelein in Frage kommen könnte. Immerhin handelt es sich um klimatisch ziemlich gleichsinnig zu deutende Ereignisse. Von einer Vermehrung der organischen Substanz durch die wurzelnde Vegetation in Tiefen bis etwa 6 m ist nicht viel zu spüren; möglich, daß die Oxydation vieles vernichtet hat, auch möglich, daß Wasserströmungen schon immer für eine gleichmäßige Verteilung gesorgt haben.

Am Schluß dieser Betrachtungen über die Sedimente des Faulensee-leins sei zusammenfassend noch folgendes festgehalten: Das Seelein hatte zu fast allen Zeiten seit der letzten Eiszeit den Charakter eines eutrophen Gewässers mit reichlicher Mergelzufuhr und Kalkausfällung. Zu gewissen Zeiten sind freilich der Abbau der organischen Substanz und die organische Kalkausfällung so schwach gewesen, war auch vielleicht die Einschwemmung nur zur Zeit der Schneeschmelze im frühen Frühling vorhanden, daß das Seelein extrem eutrophen Charakter annahm. Diese Grenzlage zwischen niedrigem und hohem Eutrophiegrad charakterisiert das Gewässer und seine Sedimente und läßt den Namen des «Faulensees» als zu Recht bestehend erkennen.

Es ist für diese Grenzlage wohl bezeichnend, wie sich die Sedimente in trockenen Zeiten oft folgten (z. B. 1070—1030 cm, 820—800 cm, 760—720 cm, 650—640 cm, 490—460 cm, 440 bis 390 cm). Nach der feuchten Einschwemmungsperiode bildete sich erst eine Seekreidephase, dann erst eine Gytjtjaphase aus. Wo die Austrocknungsphase zu kurz dauerte zum vollen Ablauf dieser Entwicklung, zeigt sich in ihr nur eine Seekreidephase (z. B. bei 1120, 1000, 850, 780, 710 cm und oberhalb 360 cm mehrmals).

In ähnlicher Weise dürfte der Jahreszyklus der Ablagerungen verlaufen sein:

Frühjahr	Frühsommer	Spätsommer-Herbst
Mergeleinschwemmung	Seekreide	Gyttja

Damit ist aber ein Vorgang am Werk, dessen Ergebnis infolge auffälliger Farbverschiedenheit der Sedimente auch später noch als Jahreszyklus erkennbar ist, sofern nicht sekundäre Materialverschiebungen die Feinschichtung verwischen. (Genaues hierüber im Abschnitt V, a.)

Wenn auch in diesen Beobachtungen die eine oder die andere Erscheinung allzu schematisch gedeutet wird, so scheint sich doch in einer verfeinerten, quantitativen Sedimentuntersuchung eine wertvolle Ergänzung zu andern Beobachtungen zu bieten. Diese wird um so besser begründet sein, je mehr wir limnologische Erscheinungen erfassen und klimatisch deuten lernen. Wertvoll scheinen mir in diesem Zusammenhang die beiden grundlegenden Untersuchungen G. v. Bürens über den Gerzensee (1935) und den Amsoldingersee (1937), um so mehr als beide Seelein in unmittelbarer Nachbarschaft und gleicher Meereshöhe mit dem Faulenseemoos liegen und eine ähnliche morphologische Tiefenstruktur aufweisen wie das einstige Faulenseelein. Es scheint mir, daß die wohl etwas stärkern Einschwemmungen des Faulensee-leins einen gewissen Unterschied, besonders im Tempo des Abbaus organischer Substanz geschaffen haben. Wir müssen bei der Besprechung der Jahresschichtung auf einen Punkt näher eingehen (S. 121).

Das Pollenprofil IX (Abb. 11).

Mit dem 12-m-Bohrer wurde das Profilende auch hier nicht erreicht. Es scheinen dem Profil nur wenige Dezimeter zu fehlen. Der Anfang liegt zwar möglicherweise nicht am Ende der Birkenzeit, wie die ersten zwei Spektren nahelegen; es kann sich auch um einen Birkengipfel am Anfang der Kiefernzeit handeln. Auf diesen knappen Kiefernzeitabschnitt folgt ein ebenso knapper Haselzeitabschnitt mit 267 % Hasel. Gerade zur Zeit dieses Haselmaximums stellt sich die Tanne ein und bleibt von da an im Profil vorhanden; die erste Buche erscheint 10 cm höher. Man bekommt auch hier den Eindruck, daß dieser Abschnitt außergewöhnlich verkürzt ist und eine eingehendere Betrachtung erübrigt. Es sei nur erwähnt, daß im Profil IX erst die Linde, dann erst Hasel, Ulme und schließlich Eiche festgestellt wurden.

Eine vorläufig recht unerklärliche Besonderheit in der Sedimentation des Abies-Pollens macht sich im Eichenmischwaldabschnitt geltend beim Vergleich mit dem gleichen Abschnitt in andern Profilen sowohl, als auch beim Vergleich mit andern Abschnitten des gleichen Profils: Abies ist früh und gut vertreten; die Vorstöße sind stark, so stark oder stärker als an randlichen, untiefen Stellen des Faulenseeins, was auf gute Sedimentationsfähigkeit und fehlendes Abdriften durch Wasser oder Wind schließen läßt. Für Pinus dagegen ist ein Abdriften nach meinen Profilen für die gleiche Zeit deutlich feststellbar. Mit dem Ende der EMW-Zeit ändert die Erscheinung gründlich. Abies ist von da an in allen randlichen Profilen viel stärker vertreten als hier in der Moormitte, war also wohl ausgiebiger Abdrift ausgesetzt. Die Erscheinung erhält sich weit durchs Profil hinauf. Picea macht diese Besonderheit nicht mit, sondern ist in der Moormitte mindestens so gut vertreten wie in den Randpartien. Dieses Verhalten von Abies ändert das gewohnte Bild des ersten nacheichenmischwaldzeitlichen Abschnittes etwa bis zur 2. Buchenzeit stark. Die randlich festgestellte 1. Buchenzeit wird nicht mehr durch einen Abies-Vorstoß von der EMW-Zeit getrennt; sie setzt bei 1095 cm direkt an die EMW-Zeit an. Der kleine Abiesgipfel bei 1080 cm entspricht jener randlichen Dominanz. Es ist natürlich auch möglich, daß Fagus und einige andere Kleinpollen im offenen Wasser besser sedimentierten (windoffen) als am Rand und

so die Besonderheit von *Abies* unterstreichen halfen. Wahrscheinlicher scheint mir folgende Erklärungsmöglichkeit: Der relativ große und schwere Tannepollen sedimentiert ziemlich rasch und zu einem großen Teil schon in der Nähe der Tannenbestände. Vom Ende der EMW-Zeit an standen nun wohl dichtere Tannenbestände auf dem der Tanne besonders zusagenden Moränenboden dicht um das Faulenseelein, wodurch der Eindruck der Andrift entsteht. Vor der 1. Buchenzeit war die Tanne zwar in der Gegend vertreten, doch nicht in solcher Individuendichte, daß sich ein deutlicher Gradient von der Seemitte nach dem Ufer herausbilden konnte. Es scheint mir deshalb denkbar, daß der Tannepollen gut sedimentiert und der Windandrifft wenig ausgesetzt ist, während der Kiefernpollen nicht gut sinkfähig ist und vom Wind auf der Oberfläche an die Ufer verfrachtet wird. Jedenfalls hat auch Groschopf (1936) in den Sedimenten des Plönersees deutliche Abdrift des *Pinus*-Pollens mit dem Wind festgestellt, glaubt aber im übrigen, daß die Pollensedimentation infolge der Turbulenz des Wassers für gute und schlechte Schwimmer kaum verschieden erfolge. Wenn in der Folge die Fichte keine randliche Übervertretung zeigt, so wohl deshalb, weil die Fichte in unsern Tieflagen am Seeufer eben noch nie Massenvegetation bildete.

Als Folge dieser Besonderheit der Tanne folgt in Profil IX auf die EMW-Zeit eine lange eindrucksvolle 1. Buchenzeit. Sie ist bei 1035 cm durch einen recht kräftigen Hasel- und Erlenvorstoß begrenzt, der in andern, weniger detaillierten Profilen nicht sichtbar geworden ist. Ob er natürlich bedingt ist durch Austrocknung nasser Randgebiete des Moores (bei zunehmender Tanne?), oder ob schon hier eine künstliche Beeinflussung des Waldbildes durch Rodungen vorliegt, bleibe dahingestellt. Jedenfalls beginnt gleichzeitig die in andern Profilen so mächtig entwickelte Tannenzeit hier mit einer schwachen Dominanz von nur 50—60 %. Schon bald nach dieser Dominanz gerät die Tanne in regen Dominanzwechsel mit der Buche, während gleichzeitig die Fichte erste Vorstöße auf 20—30 % ausführt: 1. Buchenmischwaldzeit (1. BMW-Zeit). Überraschend starke Erlen- und Haselvorstöße auf vielfach über 100 % der Baumpollensumme durchzucken diesen Abschnitt und erhöhen die Unruhe des Kurvenbildes noch beträchtlich. Ich glaube, daß man in

diesem Abschnitt, der zudem noch durch starken relativen Rückgang der Linde und erste kräftige Dominanz der Eiche (unter den Komponenten der Eichenmischwaldbäume) gekennzeichnet ist, unbedingt Kultureinflüsse erkennen muß. In diesem Sinn sind vielleicht auch die erstmals so kräftigen Mergeleinschwemmungen zu deuten. Die vielgestaltige Entwicklung ist möglicherweise aber auch natürlich, durch kurze kräftige Trockenperioden unterstützt.

Mit der Tiefe 915 cm setzt eine ruhige Entwicklung bei verminderten Niederschlägen und größerer organischer Stoffproduktion ein: die 2. Buchenzeit. In ihr gehen Tanne und Fichte stark zurück; doch auch die EMW-Bäume sinken meist unter 10 %, und die drei Komponenten sind wieder fast gleich stark vertreten.

Bei 870 cm treten wieder Mergeleinschwemmungen auf, sinkt die Buchenkurve plötzlich ab, schnellt die Tanne empor, steigt die Fichte an, beginnt die Erle Schwankungen auszuführen, die Hasel bald auch mächtig anzusteigen, erhöhen sich die Eichenmischwaldwerte wieder auf rund 20 %, wobei die Linde für immer bedeutungslos wird, die Ulme zurückgeht und die Eiche mit 75 % der Eichenmischwaldkomponenten zur endgültigen Dominanz gelangt: 2. Buchenmischwaldzeit (2. BMW-Zeit). Kultureinflüsse sind auch hier sehr wahrscheinlich. Diese Vermutung wird kräftig gestützt durch relativ zahlreich auftretende Getreidepollenkörner. Sie sind übrigens vereinzelt auch schon in der Tannenzeit und 1. BMW-Zeit aufgetreten. Es wird allerdings gerade für diese ältesten Abschnitte stets etwas unsicher bleiben, ob es sich wirklich um Getreide- oder nur um großen Wildgraspollen handelt, wofür in unsern Gegenden *Elymus europaeus* Pollenlieferant sein könnte (F i r b a s, 1937).

Von etwa 760 cm an aufwärts bis 700 cm hebt sich eine 3. Buchenzeit mit etwas kleinern Dominanzwerten heraus, die abermals wahrscheinlich eine trockenwarme Zeit darstellt. Die Hasel- und Erlenschwankungen klingen ab, die Tanne, dann auch die Fichte gehen stark zurück; die Eichenmischwaldbäume sinken auf ca. 5 %. Getreidepollen sind wieder selten geworden.

Eine 3. Buchenmischwaldzeit (3. BMW-Zeit) schließt sich an von 690—610 cm Tiefe. Sie weist in ihrem ersten Teil

einige kurze Einschwemmungs- und Austrocknungsphasen auf; der zweite Teil ist gekennzeichnet durch gleichmäßig stetige Einschwemmungen bei ziemlich hoch bleibender organischer Stoffproduktion. In dieser zweiten Hälfte treten abermals schwächere Erlen und Haselschwankungen auf bei mehr oder weniger fehlendem Getreidepollen.

Die gewaltige 4. B u c h e n z e i t, die bei 600 cm einsetzt und bei 470 cm aufhört, scheint in ihrem Klimacharakter von ihren Vorgängerinnen abzuweichen: Sie ist in ihrer ganzen Länge von starken Einschwemmungen begleitet. Dagegen weist sie recht starke organische Stoffproduktion auf wie frühere Buchenzeiten oder eigentlich stärker als diese, wenn man bedenkt, daß die vermehrte Einschwemmung den relativen Anteil des Organischen automatisch herabsetzt. Es dürfte sich also um einen w a r m - f e u c h t e n Abschnitt handeln. Kultureinflüsse sind kaum nachzuweisen, wenn nicht die Buchenherrschaft selbst durch Kultur unterstützt worden ist; ein einziges Getreidepollenkorn fällt in diesen Abschnitt; das hohe Einschwemmungsprozent ist zwar wohl eine Folge der Kulturmaßnahmen. Die Buche dominiert mit rund 80—85 % der Waldbäume. Die Fichte tritt stark (5—15 %), die Tanne noch stärker (1—10 %), die Eiche fast ganz zurück (1—4 %); die Kiefer erscheint nur sporadisch.

In diesem, aber auch schon im vorhergehenden Abschnitt, besonders aber in allen nachfolgenden Abschnitten verliert die T a n n e gegenüber der F i c h t e immer mehr an Bedeutung; die Tanne erreicht nur noch ganz selten das Prozent der Fichte. Es mag sich dabei vereinzelt um einen natürlichen S u k z e s s i o n s - v o r g a n g handeln, doch spricht das stete Schwanken eher für kurzdauernde k l i m a t i s c h e Einflüsse. Der obere Profilabschnitt zeigt, daß mehrfach Fichtengipfel mit Zeiten stärkerer Einschwemmung und geringer organischer Stoffproduktion zusammenfallen. Daneben sind für diese Abschnitte intensive Kultureinflüsse sicher anzunehmen. Den stärksten Einfluß dürften die W a l d r o d u n g e n gehabt haben durch Überführung der qualitativ besten Waldböden in Ackerland. Das zeigt schlagend die S. 10 gegebene Übersicht über die Waldungen der Gemeinde Spiez. Den weitaus besten Waldboden (tiefgründiger Moränenboden in fast ebener Lage) weist der Rustwald auf; er allein hat eine ansehnliche Tannenvertretung: 28 % der Stammzahl und

50 % der kluppierten Holzmasse! Das Fortbestehen dieser Waldung in heutiger Zeit spricht eigentlich gegen die angenommene Rodungstendenz, gute Böden in Ackerböden überzuführen. Der Rustwald nimmt aber durch verschiedene Umstände eine Sonderstellung ein: Ausgedehnte Siedlungen und Rodungen sind ursprünglich wohl zuerst im breiten, flachen, warmen Ufergelände von Faulensee, Spiez, Einigen erfolgt. Der Rustwald ist von diesem Siedlungsgelände ordentlich weit entfernt, liegt zudem auf einer flachen Höhe und kam deshalb für Siedlungen nie ernstlich in Frage. Später dürfte er obrigkeitlicher Wald und bald herrschaftlicher Privatwald der Herren von Spiez geworden sein. Erst 1863 ging er durch Kauf an die Bäuertgemeinde Spiez über. Alle andern genannten Waldungen stehen wenigstens in wichtigen Teilen auf schlechtern Böden (Auboden, trockene Kalkflühe, feuchte Nordhänge) und weisen deshalb $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Fichten auf (z. T. auch Kiefern) gegenüber $\frac{1}{10}$ im Rustwald. Der Einfluß der Kulturmaßnahmen auf die Zusammensetzung der Wälder ist mannigfaltig und nicht immer eindeutig erfaßbar. Sicher ist jedenfalls, daß die unregelmäßige Holznutzung früherer Jahrhunderte und das viele Begehen der neuern Zeit, die Waldweide und Streuenutzung früherer Zeiten die Bonität des Waldbodens verringert und so die Fichte begünstigt haben. Sicher ist auch, daß den Waldnutzern Tannen- und Fichtenholz zu Bau- und Flößzwecken wertvoller waren als Buchenholz, während zu Heizzwecken das Buchenholz wohl stets wertvoller schien. Sicher gestellt ist auch die Beobachtung, daß sich auf ehemaligen Kahlschlagflächen im Rustwald die Buche so üppig natürlich vermehrt, daß das darunter aufwachsende Nadelholz erstickt, wenn es nicht freigestellt wird. Die heutige Waldwirtschaft zielt für den Rustwald auf ein Holzartenverhältnis (der Masse) von 40 % Tanne, 30 % Fichte und 30 % Buche (während die heutigen Massenzahlen auf 50, 13, 30 % stehen). Die Wirksamkeit von Kulturmaßnahmen (gepaart mit unkontrollierten klimatischen Einflüssen) mag an der Veränderung der Massenprozente der Holzarten innerhalb von nur 20 Jahren nach den offiziellen Wirtschaftsplannmessungen dargestellt werden:

Waldungen	Jahr	Buche	andere Laubhölzer	Tanne	Fichte	Kiefer Lärche
Rustwald	1908	44 %	0 %	32 %	20 %	4 %
	1929	30	1	50	13	6
Auwald	1908	45	5	5	37	8
	1929	32	6	9	47	6
Faulenseewald	1906	65	12	+	23	—
	1926	51	3	+	46	—

Vergegenwärtigt man sich das Bild dieser kurzfristigen Veränderungen im Pollenprofil, so wird man verstehen, daß ein Wald und besonders ein Mischwald unter Kultureinflüssen ein äußerst variabler Pollenlieferant ist. Wären die Veränderungen in obiger Zusammenstellung gleichsinnig, so könnte man an klimatische Ursachen denken, hier z. B. an einen klimabedingten Rückgang der Buche; gerade die Buche hat aber in benachbarten Gemeindewaldungen zugenommen! Andererseits lehrt diese Tatsache, daß bei Waldungen unter Kultureinfluß nicht jedes Steigen und Sinken der Pollenkurve mit klimatischen Indizien übereinstimmen muß, auch daß man nicht aus allen Prozentänderungen auf klimatische Änderungen schließen darf.

So halte ich die Zunahme der Fichte seit der frühgeschichtlichen Zeit (und entsprechend den Rückgang der Tanne) in höhern Lagen hauptsächlich klimatisch, in tiefern Lagen hauptsächlich durch Waldrodungen und wirtschaftliche Einflüsse bedingt. Kleinere Kurvenschwankungen sind bald klimatisch (vgl. Einschwemmungskurve) und bald durch Kulturmaßnahmen ausgelöst worden oder stellen auch nur Zufälligkeiten der pollenanalytischen Untersuchung dar (einschließlich Zufälligkeiten der Pollensedimentation).

Auf die 4. Buchezeit folgt eine längere uneinheitliche 4. Buchenmischwaldzeit (4. BMW-Zeit). Ein erster Abschnitt von 470 bis 380 cm ist, abgesehen von einer kurzen und intensiven Einschwemmungsphase bei 450 cm, mehr oder weniger trocken-warm mit leicht dominierender Buche und ersten starken Fichtenvorstößen. Gleichzeitig erneuern sich die Erlen- und Hasel-

schwankungen früherer Zeiten und nehmen die Zeugen intensiver Getreidekultur in Form von Getreidepollen große Häufigkeit an. Gerade in diesem ersten trocken-warmen Abschnitt erscheint ein interessanter Kulturzeuge: Pollen von *Juglans regia* (seine Identifizierung wurde mir ermöglicht durch die Beschreibung in Firbas, 1931, und durch direkten Vergleich mit rezentem Pollen). Der Baum ist von da an in jeder Probe nachweisbar und erreicht oft außerordentlich hohe Prozente, so daß anzunehmen ist, daß er in unmittelbarer Nähe des Moores reichlich angepflanzt worden ist. Schon bald nach seinem ersten Auftreten steigt in einem ausgesprochen warmen Abschnitt mit viel Buche und wenig Fichte seine Pollenhäufigkeit auf 40 % des Waldbaumpollens. Die ersten Spuren des Walnußbaumes könnten bis zur trocken-warmen Stelle bei 470 cm zurückreichen. Über seine Einführung in unsern Gegenden wissen wir nichts.

Ein zweiter vorwiegend feucht-kühler Abschnitt der 4. BMW-Zeit schließt sich an von 380 bis 250 cm; dieser ist freilich bei 290—270 cm durch eine etwas trockenere Phase unterbrochen. In ihm dominiert fast stets die Fichte mit einigen Schwankungen. Gleichzeitig geht *Juglans* auf besonders geringe Beträge von 0 bis 15 % zurück. Auch sind die Spuren des Getreidebaus äußerst spärlich oder fehlend. Schon in der Mitte des vorigen Abschnitts ist die Eiche zur allein nachweisbar übriggebliebenen Komponente des EMW geworden, ob durch Übernutzung der Ulme (Drechslerholz) oder absichtliche Ausmerzungen im Walde (schlechtes Brennholz) oder nur durch relativ starke Begünstigung der Eiche (als Zaunbaum, für die Gerberei, als Fruchtbaum: Eichelmast) ist kaum zu entscheiden. Jedenfalls ist das Zurückgehen der Ulme auf fast Null bei 400 cm kaum klimatisch zu erklären. Möglicherweise haben auch vermehrte Rodungen, worauf die Haselgebüschphasen bei 410 und 380 cm hinweisen könnten, in dieser Richtung gewirkt.

Ein dritter, trockenerer Abschnitt mag bei 250 oder 240 cm beginnen und bei 190 oder 160 cm ausklingen. Er ist in seiner zentralen Partie durch starke Eichenvertretung gekennzeichnet. Die Eiche wird hier mit 40 % zum häufigsten «Waldbaum», eine Entwicklung, die fast sicher kulturbedingt ist. Gleichzeitig erreicht die Hasel eine gute Vertretung (Grenzhäge?). Vermehrte Kiefern Ausbreitung spricht auch für eine gewisse Trockenheit. In

diesem Abschnitt erreicht Juglans seine massigste Verbreitung (Maximum 52 % des «Waldbaumpollens»), wohl ein Indizium für günstiges Klima und starke Kulturförderung (Nußöl). Auch Getreidepollenkörner finden sich wieder häufiger. Im Walde behält die Fichte eine mäßige Dominanz, die aber von der Buche stark konkurrenziert wird.

In einem vierten und letzten Abschnitt der 4. BMW-Zeit scheinen Einschwemmungen wieder eine größere Rolle gespielt zu haben, wenigstens im Anfang. Die Fichte steigt zu Dominanzwerten von 40—70 % an. Die Buche bewegt sich zwischen 10 und 30 %, die Tanne zwischen 4 und 13 %. Die Eiche geht auf etwa 4 % zurück. Bis 90 cm ist Juglans noch stark kultiviert worden, dann geht sie zurück, eine Erscheinung, die der Entwicklung der letzten Jahrzehnte durchaus entspricht. Die Zunahme des Pinuspollens spricht für einen etwas trockeneren Endabschnitt. Dessen Pollendiagramm mag freilich durch die Entsumpfung und zeitweise Austrocknung der obersten paar Dezimeter infolge selektiver Zersetzung unzuverlässig geworden sein. Daraus erklärt sich wohl die Übervertretung der Fichte und Untervertretung der Buche gegenüber der aktuellen Waldzusammensetzung. Die relativ stärkere Pollenproduktion der Fichte gegenüber der Buche mag wie überall im Profil auch hier eine gewisse Rolle gespielt haben, kommt aber erst an diesem Punkt der Kontrollmöglichkeit zum Vorschein. Vermehrter Ferntransport von Picea-Pollen aus Berglagen als Folge zunehmender Entwaldung in der Tiefe dürfte wohl für den ganzen Abschnitt der 4. BMW-Zeit von einigem Einfluß sein, kann aber für diesen allerletzten Teil, wo die Rodungen sicherlich nicht mehr wesentlich ausgedehnt worden sind, nicht mehr zur Erklärung beigezogen werden.

Die 11—12 m langen nacheichenmischwaldzeitlichen Abschnitte der Faulenseemoosprofile IX und XI gehören zu den größten pollenanalytisch untersuchten Sedimentmächtigkeiten Mitteleuropas aus diesem Zeitabschnitt. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß sich die rezente Waldentwicklung hier so ausführlich und vollständig wie selten irgendwo verfolgen läßt.

Eine ähnlich mächtige Entwicklung (8—9 m) der rezenten Abschnitte hat L ü d i (1939) im Breitried im Sihltal festgestellt; ich bezweifle aber, daß dort die gleichmäßig gute Entwicklung wesentlich übers Jahr 1000 n. Chr. hinausgeht, um so mehr als L ü d i selbst eine große Abweichung zwischen dem Pollengehalt der Oberfläche und demjenigen der subrezentten Schichten findet.

Eine ebenfalls gute, wenn auch nur 4—5 m messende nacheichen-

mischwaldzeitliche Schichtreihe findet sich im Wauwilermoos (Härris, 1940). Hier dürfte vor allem das Profil von Punkt 5 (S. 40 der Arbeit Härris) bis in die Gegenwart reichen, wenn die obersten und nicht untersuchten 50 cm hinzugefügt werden, während die Profile Punkt 3 und besonders Punkt 4 subrezent zu wachsen aufgehört haben. Die tiefe Lage des Wauwilermooses und die ähnliche Holzartenmischung lassen hier einen Vergleich mit dem Faulenseemoos zu:

Faulenseemoos:

- 1. Buchenzeit
- Tannenzeit
- 1. BMW-Zeit
- 2. Buchenzeit
- 2. BMW-Zeit
- 3. Buchenzeit
- 3. BMW-Zeit
- 4. Buchenzeit
- 4. BMW-Zeit

Wauwilermoos Punkt 5:

- 490—450 cm Tiefe
- um 440 cm Tiefe
- ca. 420—330 cm Tiefe
- um 310 cm Tiefe
- ca. 290—260 cm Tiefe
- um 240 cm Tiefe
- ca. 230—200 cm Tiefe
- ca. 200—160 cm Tiefe
- oberste 160 cm

In voller Übereinstimmung mit Faulensee steigen im letzten Abschnitt Fichte, Kiefer und Eiche ungewöhnlich stark an. Die weitere Entfernung des Wauwilermooses von den Voralpen bedingt allerdings einen auffälligen Unterschied gegenüber Faulensee: die Fichte tritt die größte Zeit hindurch im Waldbild zurück, wogegen die Buche stärker dominiert. Der Vorlandslage und dem weitem Probeabstand ist es zuzuschreiben, daß das Diagramm von Wauwil einen weniger differenzierten Verlauf zeigt.

Der allerletzte Abschnitt des Pollendiagramms ist offenbar sehr schwer erhältlich im Zusammenhang mit dem übrigen Diagramm. Er fehlt den Sihltalprofilen und den Profilen vom Wauwilermoos; er fehlt fast überall. Auch im Faulenseemoos ist es nicht gelungen, ein zuverlässiges rezentes Profilstück zu erhalten. Das schnelle Wachstum der letzten paar Meter hat zwar zur Folge, daß noch relativ späte rezente Abschnitte im Grundwasser liegen und vor der Verwitterung geschützt sind; die letzten paar Dezimeter haben aber durch die Trockenlegung so stark gelitten, daß deren Pollengehalt nicht mit dem heutigen Waldbestand vergleichbar ist. So tritt vor allem die Buche fast ganz zurück, während sie doch rund 50 % aller Pollenkörner ausmachen sollte. Den Einfluß dieser selektiven Zerstörung des Laubholzpollens zeigt folgende Tabelle, die die verschiedene Pollenproduktion ganz außer acht läßt und voraussetzt, daß bloß ein Zehntel des Laubholzpollens erhalten bleibt:

Von 100 angeflogenen Pollenkörnern					
sind nach S. 10 wahrscheinlich			sind nach Verwitterung übrig		resultiert als Pollenspektrum
Buche	52	Stk.	5	Stk.	10 %
andere Laubbäume	4½		½		1
Tanne	6½		6½		13
Fichte	29		29		59
Kiefer	8		8		16
	100	Stk.	49	Stk.	100 %

Unter der Annahme einer so starken selektiven Zerstörung des Laubholzpollens resultiert ein Pollenspektrum, das von den wirklichen Ergebnissen in Profil XI höchstens noch darin abweicht, daß die tatsächlich gefundenen Abies-Werte die Erwartung deutlich übertreffen. Dieser Umstand spricht vielleicht für einen gewissen Ferntransporteinfluß, ebenso die oft sehr hohen Fichtenwerte.

Als Ergänzung zu Profil IX ist der oberste Abschnitt des später zu besprechenden Profils XI durchanalysiert worden (Abb. 12). Pollenanalytische und stratigraphische Befunde sprechen dafür, daß in den Profilen IX und XI gleichaltrige Ablagerungen in fast gleicher Tiefe liegen.

Viel zuverlässiger sind die in Abb. 8 wiedergegebenen Analysen vom Sewelisswald; auf die gute Übereinstimmung mit dem aktuellen Holzbestand wurde schon S. 24 hingewiesen. Leider ist der Anschluß ans lokale Pollendiagramm noch unsicher.

Schweizerische Profile mit relativ gutentwickelter Buchenzeitenreihe sind selten. Wohl eines der vollständigsten ist außer den genannten das Profil Ruth II aus dem Genfersee von L ü d i (1939a): Die erste Buchenzeit ist durch starke Tannendominanz unterdrückt, die zweite Buchenzeit dürfte sich bei 7 m, die dritte bei 4 m und die vierte bei 2 m finden; die Gipfel sind im allgemeinen durch starke Vertretung der Eiche und der eingerechneten Erle gedrückt; die ganze Sedimentreihe von Ruth II erreicht eher noch größere Mächtigkeit als in Faulensee.

Einen schönen Anfang der Buchenzeitenreihe hat schon früh F u r r e r (1927) aus dem Katzenssee bei Zürich publiziert; er umfaßt die 1. und 2. Buchenzeit; in jener trockenen 2. Buchenzeit hat das Moor seine Entwicklung eingestellt.

In allerletzter Zeit hat J o r a y (1942) aus dem Jura (Etang de la Gruyère) neuere Entwicklungsabschnitte publiziert, die aber wahrscheinlich nicht wesentlich über die Zeit unserer 2. Buchenzeit hinausreichen. Hierin liegt wohl der Grund, warum ein dem Grenzhorizont entsprechender Austrocknungshorizont nicht aufgefunden wurde: er liegt hart unter der nur stellenweise durch die künstliche Stauung wiederbelebten Mooroberfläche, die im übrigen aber durch Bewaldung und Verheidung Stillstand andeutet.

In Süddeutschland und den Vogesen sind ebenfalls einige Profile mit ausgedehnten rezenten Abschnitten aufgefunden worden. Schon P a u l und R u o f f (1927) fanden in den Chiemseemooren drei ausgeprägte Buchengipfel. Am Federsee fand K. B e r t s c h (1928a) ebenfalls drei Buchengipfel, die sich über die Zeit von der Bronzezeit bis ins Mittelalter verteilen sollen. Im Wasenried bei Sigmaringen hat K. B e r t s c h (1928b) eine stark variierte Buchenkurve nachgewiesen. B r o c h e (1929) hat aus dem Schwarzwald mehrere schöne Profile publiziert (z. B. Hirschenmoor und Moor von Zweiseenblick) mit ausgeprägten Buchenzeitenreihen. Eine sehr entwickelte Buchenzeitenreihe hat O b e r d o r f e r (1937) von Urbis im Süden der Vogesen untersucht; eine Parallelisierung mit unsern Ergebnissen ist aber vorläufig nicht möglich.

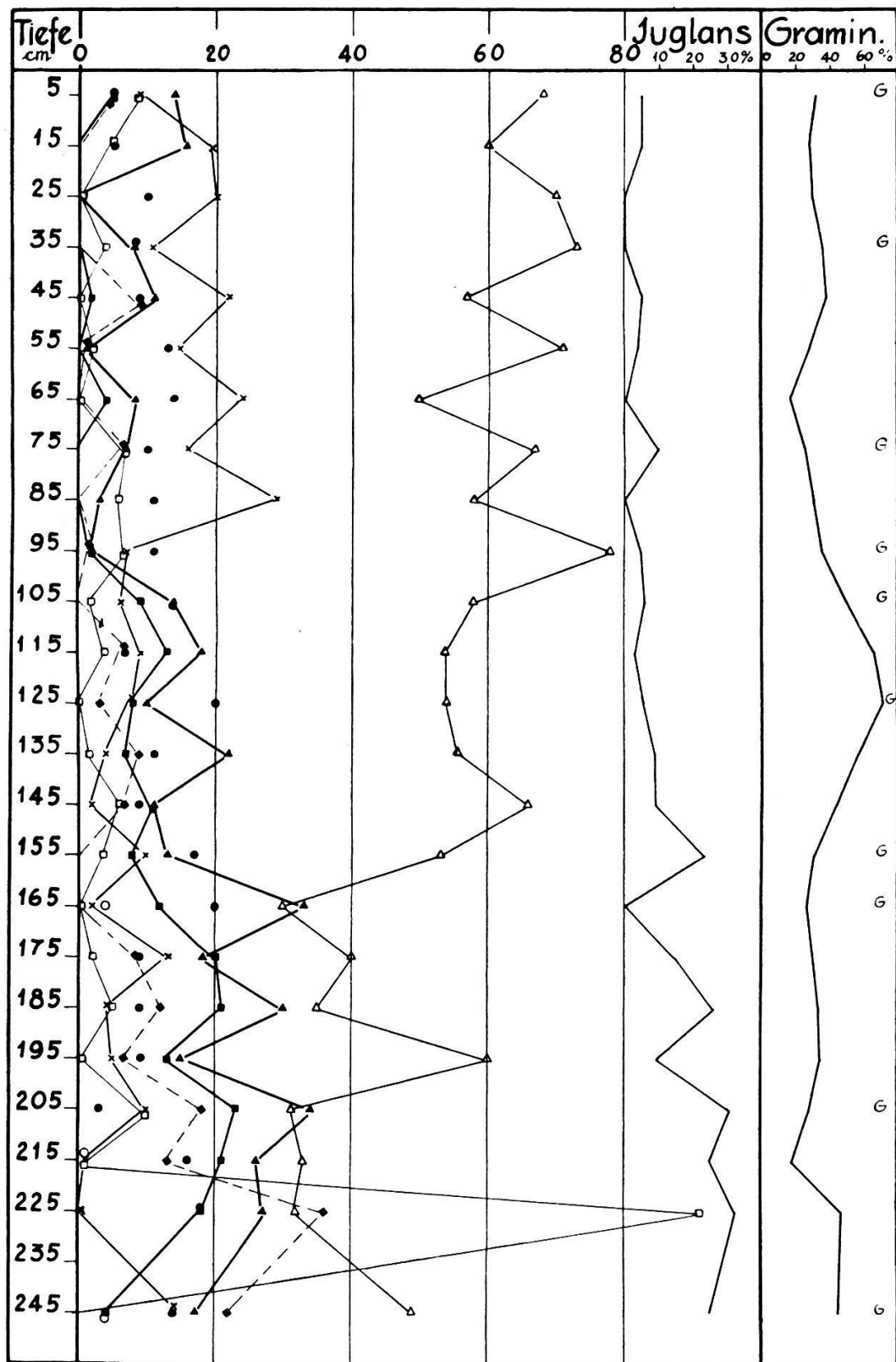


Abb. 12. Faulenseemoos. Der oberste, rezente Abschnitt von Pollendiagramm XI. Material: Ton-Gyttja mit Kalkgyttja. Fast alle Proben mit Flußsäure behandelt. Die obersten paar Dezimeter infolge Verwitterung unzuverlässig.