

Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Rhön)

Von

Hans-Jürgen Beug

Mit 13 Abbildungen im Text und Tafel I—IV

Eingegangen am 10. Juni 1957

A. Einleitung

In den höheren Lagen der deutschen Mittelgebirge sind bisher nur im Schwarzwald, den Vogesen und der Schwäbischen Alb eingehende Untersuchungen mit moderner pollenanalytischer Methodik an spätglazialen Ablagerungen durchgeführt worden. (E. OBERDORFER 1931; F. FIRBAS u. Mitarbeiter 1948; G. LANG 1952 a, 1952 b, 1954.) In den weiter nördlich gelegenen Mittelgebirgen haben nur F. FIRBAS im Fichtelgebirge (Fichtelberg, 625 m, unveröff. und Seelohe, 770—780 m, F. FIRBAS u. M. v. ROCHOW 1956), F. OVERBECK 1928 im Roten Moor in der Rhön (805 m) und F. BROIHAN 1937 (veröff. in: FIRBAS: Waldgeschichte I, Abb. 70) im Radauer Born im Harz (800 m) spätglaziale und präboreale pollenführende Ablagerungen gefunden. Diese Untersuchungen dienten jedoch hauptsächlich der Aufklärung der postglazialen Waldgeschichte. Da nun aber die Berücksichtigung der Kräuterpollen immer mehr in den Vordergrund rückt und diese zur Charakterisierung der Vegetation in den einzelnen Abschnitten des Spätglazials herangezogen werden können, mußte es wünschenswert erscheinen, die vier obengenannten Spätglazialfundstätten nochmals unter besonderer Berücksichtigung der Nichtbaumpollen zu untersuchen. Eine zweite Aufgabe bestand darin, die gefundene Spätglazialflora der drei Mittelgebirge hinsichtlich der Klimaunterschiede und Bodengegensätze zu vergleichen, die zwischen diesen Gebieten heute bestehen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden 1955—1956 am Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen durchgeführt. Herrn Prof. Dr. F. FIRBAS danke ich herzlich für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für eine erste Einführung in die Methodik der Labor- und Feldarbeiten und für seine Unterstützung bei

der Klärung einiger Probleme. Für Hilfe bei den Feldarbeiten danke ich Frl. E. ENGEL aus Hamburg, Herrn Dr. F. VERVOORST aus Buenos Aires sowie einigen Herren des Institutes.

B. Methodik

1. Probenentnahme: Da in den untersuchten Mooren keine Aufschlüsse vorhanden waren, mußten alle Profile erbohrt werden. Sie wurden mit Hilfe der von F. FLORSCHÜTZ verbesserten DACHNOWSKI-Sonde nach dem bei G. LANG 1952a angegebenen Verfahren als „überlappende“ Bohrkerne gewonnen. Für rein stratigraphische Zwecke fand gelegentlich auch der schwedische HILLER-Kammerbohrer Verwendung. Die Bohrkerne wurden im Labor in luftdicht abgeschlossenen Glasröhren unter Zusatz einiger Tropfen 4%igen Formols bis zur Untersuchung aufbewahrt.

2. Aufbereitung: Die Aufbereitung nach der KOH-Methode (vgl. FIRBAS 1949) ist bei der Untersuchung pollenarmer Sedimente zeitlich unrationell. Die Proben wurden daher stets nach dem Azetolyseverfahren von G. ERDTMAN 1934 aufbereitet, und zwar in Anlehnung an eine Vorschrift von J. TROELS-SMITH 1954:



Abb. 1.
Lage der Untersuchungsgebiete. 1, 2 Fichtelgebirge, 3 Harz, 4 Rhön.

a) Die Probe wird zunächst nach der KOH-Methode behandelt. Tonige Proben werden hierauf 1 bis 3 Tage in kalte technische Flußsäure (etwa 75%ig) gelegt. Ein Zusatz von konz. HCl ist bei anschließender Azetolyse nicht erforderlich. Die weitere Behandlung erfolgt nun stets im selben Zentrifugenglas, doch ist es ratsam, die Flußsäure nicht in Glas- sondern in Kunststoffröhrchen abzuzentrifugieren.

b) Einmaliges Waschen in Eisessig.

c) Die Probe wird im Wasserbad bei 100° 1,5 Min. lang mit einem Gemisch aus Essigsäureanhydrid und konz. Schwefelsäure 10:1 behandelt. Danach zweimaliges Waschen in Wasser.

d) 20 Min. in 10%iger KOH stehenlassen. Danach zweimaliges Auswaschen, bei kalkhaltigem Wasser (Göttingen!) möglichst mit Aqua dest., um einen Niederschlag von Kalziumhydroxyd zu vermeiden.

e) Zu dem Rückschlag wird eine möglichst konstante Menge Glycerin hinzugefügt, um eine vergleichbare Pollendichte zu erhalten.

Das 1934 von G. ERDTMAN entwickelte Azetolyseverfahren hat heute die ältere KOH-Methode vielfach verdrängt. Diese hat den Vorteil, daß nach der Aufbereitung rezente Verunreinigungen noch als solche zu erkennen sind. Leider liegt hierüber kein Zahlenmaterial vor. Bei den im Frühjahr und Sommer 1955 und 1956 aufbereiteten spätglazialen Proben war eine Verunreinigung etwa durch Eichenmischwald- oder *Corylus*-Pollen nicht zu merken. Größte Reinlichkeit und Vorsicht bei der Aufbereitung ist aber besonders im Frühjahr und im Sommer erforderlich.

3. Auswertung: Durchweg wurde jede Probe auf etwa 1000 Pollenkörner ausgezählt. Darüber hinaus wurden bei jeder Probe insgesamt mindestens zwei Deckgläser 18 x 18 mm bei kleinerer Vergrößerung auf Pollenkörner durchsucht, die bei der Zählung nicht erfaßt worden waren. Das Auftreten besonders interessanter, aber seltener

oder untervertreter Spätglazialpflanzen konnte auf diese Weise noch wesentlich genauer erfaßt werden, als es durch eine Zählung auf 1000 Pollenkörner möglich ist.

Für *Ephedra cf. distachya* als wichtige, aber sehr seltene Spätglazialpflanze ist in den Diagrammen nicht ihr prozentualer Anteil im Pollenspektrum angegeben, sondern die absolute Zahl der in einer Probe gefundenen Pollenkörner.

Bei der Darstellung der Ergebnisse wurde nur das Profil von Fichtelberg mit seinen spätglazialen Seeablagerungen als Gesamtdiagramm mit einer Grundsumme (GS) aus Baumpollen (BP) und Nichtbaumpollen (NBP) dargestellt. Aus der GS ausgeschlossen sind Wasserpflanzen, Farn- und Moossporen. Bei den anderen Profilen handelt es sich um Torfe, an deren Aufbau *Cyperaceen* maßgeblich beteiligt sind. Man muß hier also mit großen lokalen Schwankungen der NBP rechnen. In diesen Profilen sind daher die NBP auf die Summe der BP einschließlich *Corylus* bezogen. Um gegebenenfalls eine Umrechnung zu ermöglichen, wurde für jede Probe sowohl die Zahl der BP, als auch die Menge der gezählten Pollenkörner angegeben.

4. Einzelkornpräparation: Seltene Pollenkörner müssen nach Möglichkeit fotografiert und zum Beleg in einem Einzelkornpräparat aufgehoben werden. Eine gute Anleitung hierfür gibt K. FLEGRI 1939, nach der es aber in den meisten Fällen nicht möglich ist, mehr als ein Pollenkorn aus einem Präparat zu isolieren, da ein großer Teil des Glycerins in der Umgebung des gewünschten Kornes fortgewischt werden muß. Um diesen Nachteil zu beheben, wurde folgendermaßen verfahren: Unter mikroskopischer Kontrolle (Vergr. 125fach: Okular 12,5, Objektiv 10fach, bei kleineren Körnern eventuell auch bei 500facher Vergrößerung) wird das Deckglas fortgeschoben, bis das betreffende Pollenkorn freiliegt. Nun muß man es mit einer feinen Präpariernadel zum Rande des Glycerinbelages hintreiben und von dort, unter Hinterlassung einer feinen Glycerinspur, zum Rande des Objektträgers. Meist wird das Korn schon sehr bald auf dem Wege dorthin durch Adhäsion an der Nadel haften, sonst muß man es, um dieses zu erreichen, über den Rand des Objektträgers wischen oder schon vorher mit einem Bröckchen Glyceringelatine aufnehmen. Nun wird das Korn in einen Tropfen flüssiger Glyceringelatine auf einem vorbereiteten Objektträger überführt. Bei sehr kleinen Körnern ist es besser, das Korn mit einem kleinen Streifen Filtrierpapier zum Deckglas hinzusaugen und es schließlich vom Rande des Glycerintropfens mit etwas fester Glyceringelatine aufzunehmen.

5. Grobrestanalyse: Die übliche Behandlungsweise des restlichen, für die Pollenanalyse nicht mehr benötigten Materials mit 10%iger Salpetersäure hat den Nachteil, daß sich die Säuredämpfe sehr unangenehm auf Menschen und Labor auswirken können. Es wurde daher nach einer harmloseren Methode gesucht. K. BERTSCH 1942 beschreibt ein Oxalsäureverfahren mit 3%iger Oxalsäure, das von C. A. WEBER stammt. Gute Ergebnisse erhält man, wenn man die Bohrkerne erst mindestens 24 Stunden lang in 10%ige KOH legt, bis sie zerfallen. Danach wird das Material ausgewaschen (Sieb mit etwa 0,4 mm Maschenweite), etwa 2 Wochen lang in 5%ige Oxalsäurelösung gelegt und schließlich zur Untersuchung durch zwei Siebe von etwa 1,0 und 0,4 mm Maschenweite gespült. Beide Fraktionen werden getrennt untersucht.

6. Photographische Belege: Möglichst alle wichtigen Pollentypen wurden mit einem Zeiss-Winkel-Standard-Mikroskop (Optik: Neofluar 100, n. Ap. 1,30, Photo-okular 9fach, Kondensor-Apertur 1,3) in Verbindung mit dem Zeiss-Winkel-Mikroansatz und der Leica photographiert. Ein in den meisten Fällen benütztes Grünfilter wurde nur bei sehr dicken Pollenkörnern durch ein Gelbfilter ersetzt. Samen, Früchte und Gergleichen wurden mit dem Aristophot von Leitz (Balgengerät für Makroaufnahmen

bei auffallendem Licht) auf Kleinbildfilm oder auf Platten aufgenommen (Optik: Summar 1: 4,5, 8 cm). Aufnahme-material: Agfa-Isopan FF 13/10 Din Kleinbildfilm oder Perutz Silbereosin Platten 12/10 Din (Orthochromatisch).



Abb. 2. Moor bei Fichtelberg. Blick von NE.

C. Das Fichtelgebirge

1. Das Untersuchungsgebiet. Das Moor bei Fichtelberg liegt zwischen Fichtelberg und Mehlmeisel etwa 550 m südlich vom Forstamt Fichtelberg. Es handelt sich um ein kleines, in einer Mulde gelegenes, heute weitgehend abgetorfte und mit Bäumen und Buschwerk bestandenes kleines Hochmoor (Abb. 2). Es wird durch den Moosbach entwässert, der in die Fichtelnaab fließt. Nach Aussagen Ortsansässiger soll das Moor noch vor 30—40 Jahren baumfrei gewesen sein. Die heutige Bewaldung ist also eine Folge des Torfstechens und der damit verbundenen künstlichen Entwässerung. Mehrere Bohrungen und Nivellements (Abb. 3) ergaben, daß Teile des Hochmoores über einem kleinen Seebecken liegen; doch hat sich das Hochmoor später weit über die Grenzen des ehemaligen Sees ausgedehnt. Nach SW fällt das Gelände langsam ab, im N und NE steigt es rasch bis auf 660 m an. Das Moor selbst liegt in 625 m Höhe.

Die Seelohe, auch Torflohe genannt, liegt in 770—780 m Höhe nördlich des Fichtelsees und südlich des Punktes 765,5 m an der Bundesstraße 303. Es handelt sich um ein Sattelmoor, das nach Süden hin zur Fichtelnaab, nach Norden hin zum Weißen Main entwässert. Das Moor ist mit *Pinus montana* ssp. *uncinata* bestanden. (Vgl. ferner: F. FIRBAS u. M. v. ROCHOW 1956.)

Beide Moore liegen im Bereich des zentralen Granitstockes des Fichtelgebirges. Südlich von Fichtelberg wird der Granit von Phyllit abgelöst. Diesem Phyllit sind an einigen Stellen, so z. B. bei Mehlmeisel, Züge kristallinen Kalkes eingelagert. (Zu diesen geologischen Angaben vgl. H. SCHUBERTH 1935.)

Es gibt nur wenige meteorologische Daten über das Fichtelgebirge. Auf der 940 m hohen Kösseine wurden folgende Niederschläge gemessen: Jahresmittel 1042 mm,

Januarmittel 98 mm, Julimittel 102 mm, höchstes Monatsmittel (August) 116 mm (Abb. 4). Leider fehlen hier die Temperaturmessungen. Einigermaßen vollständige Klimadaten gibt es nur für Alexanderbad und das im NE des Fichtelgebirges gelegene Selb. (Zur Darstellung der Klimadiagramme vgl. H. WALTER 1955: 1 Teilstrich auf der Ordinate ist gleich 10°C , bzw. 20 mm mittlerer monatlicher Niederschlag. Der Raum zwischen Temperatur- und Niederschlagskurve ist senkrecht schraffiert. Links neben jedem Klimadiagramm: Tiefstes mittleres Monatsminimum und tiefstes absolutes

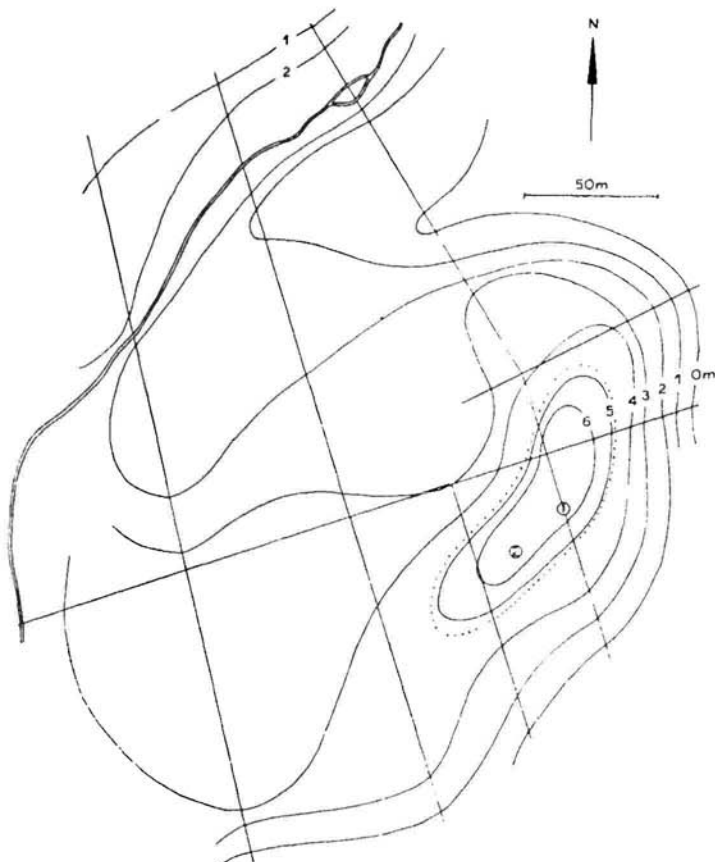


Abb. 3. Moor bei Fichtelberg. Höhenlinien des mineralischen Untergrundes. Punktierte Linie: Ausdehnung der Gytja. Nulllinie willkürlich gewählt. Gerade Linien: Nivellement und Sondierungen.

Monatsminimum. Abszisse: Monate 1---12. Schwarzer Balken: Monate mit einem mittleren Minimum unter 0°C , schräg schraffiert: Monate mit einem absoluten Minimum unter 0°C . Ferner ist die Zahl der frostfreien Tage im Jahre angegeben.) Die Maxima der Niederschläge liegen im August bzw. im Juli, die Minima im Februar. Das höchste Monatsmittel der Temperatur liegt im Juli bei $14,9^{\circ}\text{C}$ (Alexanderbad) bzw. bei $15,1^{\circ}$ (Selb). der kälteste Monat ist der Januar mit einem Mittel von $3,3^{\circ}$ bzw. $-3,0^{\circ}$. In Alexanderbad liegt das tiefste mittlere Minimum bei $-19,0^{\circ}$, das absolute Minimum bei $-23,1^{\circ}$.

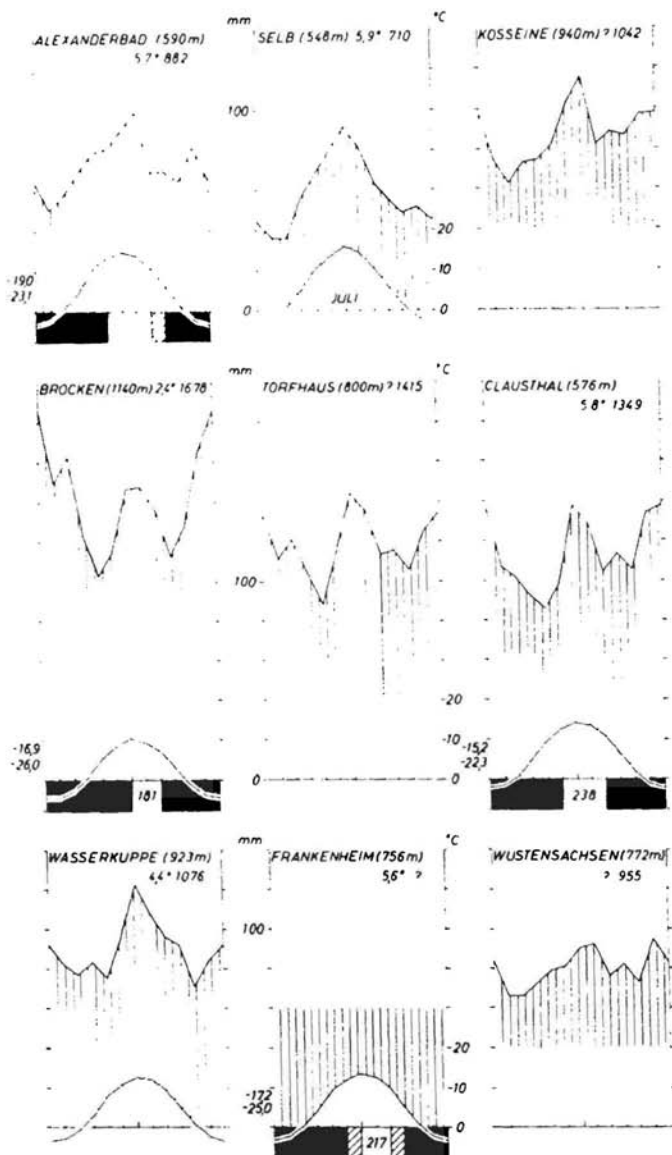


Abb. 4. Klimadiagramme der Untersuchungsgebiete. Oben: Fichtelgebirge. Mitte: Harz. Unten: Rhön. Weitere Erklärungen im Text.

2. Profilbeschreibungen

a) Fichtelberg. Das vorliegende Profil (Abb. 6) wurde 1950 von F. FIRBAS erbohrt (Bohrung 2 in Abb. 3). Seine genaue Lage zu dem 1955 ausgeführten Nivellement ist nicht bekannt. Es wurden folgende Schichten festgestellt, wobei die obersten 150 cm nicht untersucht wurden:

- A 150 - 220 cm Dunkler, wechselnd stark zersetzter Braunmoostorf, hauptsächlich aus *Meesea triquetra*.
Haselzeitlich mit geringen NBP-Werten. Eichenmischwald (EMW) unter 10% (GS).
- B 220 - 240 cm Mäßig zersetzter, sphagnumreicher Zwischenmoortorf mit reichlich Hölzern von *Salix* und *Betula nana*.
Haselzeitlich: Erster Anstieg der *Corylus*-Kurve. Spuren von EMW.
- C 240 - 260 cm Zwischenmoortorf wie in B.
Kiefern-birkenzeitlich mit Spuren von EMW und Hasel.
- D 260 - 268 cm Seggentorf. Pollengehalt wie bei C.
- E 268 - 300 cm Sphagnumreicher Riedmoostorf mit vielen Rhizomen. Pollengehalt wie in D.
- F 300 - 307 cm Schwach zersetzter Braunmoostorf, vorwiegend aus *Drepanocladus fluitans*.
Kiefern-birkenzeitlich ohne Spuren von *Corylus* und EMW.
- G 307—327 cm Graue, diatomeenreiche Feindetritusgyttja mit sehr geringem Tongehalt.
Kiefern-birkenzeitlich, NBP-Werte auf 40% ansteigend.
- H 327 - 340 cm Weißgraue, tonige, diatomeenreiche Feindetritusgyttja mit einzelnen kleinen Steinen.
Kiefern-birkenzeitlich, NBP-Werte auf 60% ansteigend.
- J 340 - 363 cm Weißgraue, diatomeenreiche Tongyttja, durchsetzt von Granitgrus. Bei 361—363 cm eine Schicht Kies, hierin ein 2 cm langes Stück Granit.
Kiefern-birkenzeitlich, NBP-Werte bis zu 66%.
- K 363—392 cm Graue, diatomeenreiche Tongyttja ohne größere mineralische Bestandteile.
Kiefern-birkenzeitlich, NBP-Werte nur 40 - 50%.
- L 392—409 cm Graue, diatomeenreiche Tongyttja.
Birken-kiefernzeitlich, NBP-Werte um 50%. Untere Grenze: Erneuter Anstieg der NBP-Werte.
- M 409—440 cm Graue, diatomeenreiche Tongyttja.
Birkenzeitlich mit höheren *Salix*-Werten. NBP-Werte nach unten hin auf etwa 85% ansteigend.
- N 440—447 cm Brauner, tonreicher Riedtorf.
In der untersten Probe liegen die *Pinus*- und *Salix*-Werte über denen der Birke. NBP-Werte bis 89%.
Extrem geringe Pollendichte (PD).
- O 447 - Graublauer, sehr steiniger Ton, bis 490 cm erschlossen. Vermutlich Solifluktionsmaterial, unbrauchbar für die pollenanalytische Untersuchung.

Ein zweites Profil wurde im Herbst 1955 erbohrt (Abb. 3, Bohrung 1). Die Stratigraphie und die Makrofossilien seiner unteren Schichten sind aus Abb. 7 ersichtlich.

b) Seelehe. Das Profil wurde 1950 von F. FIRBAS östlich des Weges vom Fichtelsee zur Bundesstraße 303 erbohrt.

- A 40–50 cm Dunkle, schmierige Torferde. Größere Pflanzenteile sind fast vollständig zersetzt.
Haselzeitlich, mit geringen NBP-Werten.
- B 50–58 cm Seggentorf, im oberen Teil stärker zersetzt.
Kiefern-birkenzeitlich mit Beginn der Haselkurve. NBP-Werte 100 bis 200% der BP.
- C 58–65 cm Seggentorf mit *Salix*-Holz.
Birken-kiefernzeitlich mit NBP-Werten wie in B.
- D 65–80 cm Toniger Seggentorf mit einzelnen Braunmoosen.
Weidenzeitlich mit hohen NBP-Werten.
- E 80–88 cm Toniger Riedmoostorf.
Weidenzeitlich mit hohen NBP-Werten.
- F 88 – Bis 90 cm erschlossener steiniger Ton des Untergrundes.
Hauptbestandteile: Granitstücke.

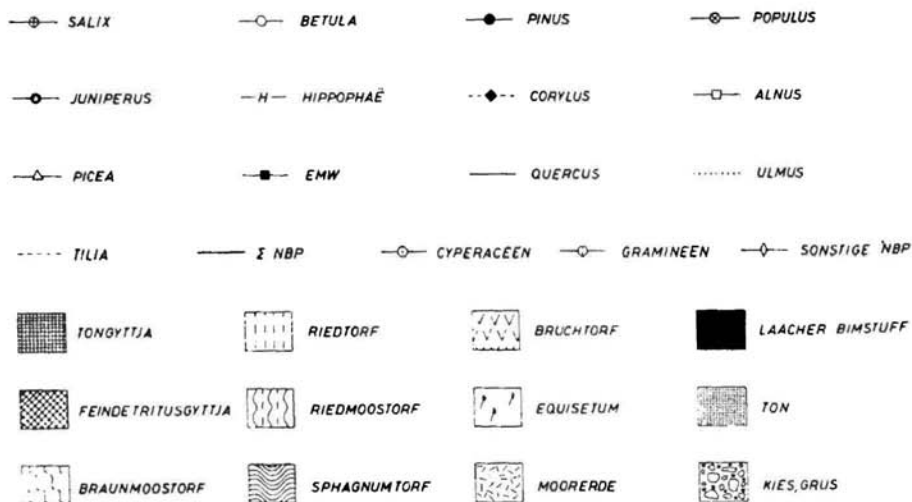


Abb. 5. Zeichenerklärung.

3. Vegetationsentwicklung Fichtelberg (625 m)

I. Ältere Tundrenzeit¹⁾

Die hohen NBP-Werte weisen auf eine waldarme Zeit. Unter den Gehölzen dominiert *Betula*, abgesehen von der untersten Probe, in der *Pinus* höhere Werte einnimmt. Bei der sehr geringen Baumpollendichte muß diese

¹⁾ Bei der Beschreibung der Vegetationsentwicklung wird die Eingliederung in das vor allem auf v. POST, K. JESSEN und H. GROSS zurückgehende FIRBASsche Waldzeitensystem der Einfachheit halber voraus genommen. Die Begründung erfolgt jeweils in einem eigenen Kapitel über die Datierung.

Ersehung wohl durch Fernflug zu erklären sein. Außer von *Betula nana* liegen auch schon mehrere Großrestfunde von *Betula pubescens* vor. Mit einem lichten Bestand von Moorbirken wird man wenigstens gegen Ende dieses Abschnittes schon rechnen müssen. Eine Weidenzeit ist nicht ausgeprägt, vielleicht standen am Rande des Sees nur wenige Weidensträucher, von denen die Holzfunde stammen. *Hippophaë* kann in dem damaligen Vegetationsbild nur eine geringe Rolle gespielt haben, da die Kurve nicht geschlossen ist.

Die hohen *Cyperaceen*-Werte dürften zum größten Teil auf lokale Seggenbestände zurückgehen. Dagegen sind die hohen *Gramineen*-Werte wohl nicht lokal bedingt, da Großreste völlig fehlen. Die *Gramineen* werden vielmehr zusammen mit *Artemisia* in der Vegetation der Mineralböden dominiert haben. Andere typische Spätglazialpflanzen, wie *Sanguisorba minor*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, *Ephedra* u. a. treten im Pollenspektrum dagegen stark zurück. Dieses gilt auch für die noch folgenden Abschnitte des Spätglazials.

In dem See kamen zu dieser Zeit tonige, diatomeenreiche Gytjtjen zur Ablagerung. Zwischen der Gytjtja und dem Ton des Untergrundes liegt merkwürdigerweise eine 7—20 cm mächtige Schicht von tonigem Riedtorf. Großreste von Wasserpflanzen fehlen hier. Nach Abb. 3, die die Höhenlinien des Moor- und Seeuntergrundes zeigt, liegt das Seebecken in einer Mulde, die sich nach SW etwas öffnet, hier aber durch einen 2 m hohen Erdriegel abgeschlossen ist. Die Annahme, daß der See gegen Ende der Älteren Tundrenzeit durch einen solifluktsbedingten Erdstrom aufgestaut wurde, ist bei der Mächtigkeit dieses Erdriegels unwahrscheinlich. Man wird das Seebecken als eine Art Soll auffassen müssen, das allerdings nicht durch Abschmelzen eines Toteisblockes, sondern durch Auftauen eines von Solifluktsmaterial begrabenen Firn- oder Schneefleckens entstanden ist. Vor der Bildung dieses Solls dürfte eine flache Mulde schon vorhanden gewesen sein, in der sich ein mit Strauchweiden bestandenes Seggenmoor entwickelte. Beim Abschmelzen des Schneefleckens und beim Einsturz der Erdecke gelangten diese Flachmoortorfe auf den Boden des neugebildeten kleinen Sees. (In Ostpreußen fand H. Gross 1943 dünne Lager von Tundratorf am Grunde spätglazialer Gytjtjen.) Der See wurde von Wasserpflanzen besiedelt, unter denen *Nitella flexilis*, *Typha*, *Sparganium*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton obtusifolius*, *P. praelongus*, *P. rutilus* und *Batrachium* spec. zu nennen sind. Das durch Statoblasten nachgewiesene Vorkommen der Bryozoe *Cristatella mucedo* rundet das Bild eines oligotrophen Sees, dessen Ablagerungen aus tonigen Algengytjtjen bestanden (*Diatomeen*, *Pediastrum*), noch weiter ab.

IIa. Allerödzeit, älterer Teil

Die NBP-Werte sind stark abgesunken und liegen zwischen 50 und 55 % der GS. Eine stärkere Bewaldung mit Baumbirken (*Betula pubescens*) hat nun eingesetzt. Sie kann aber noch nicht zu völlig geschlossenen Wäldern geführt haben, da vor allem die *Gramineen*- und *Artemisia*-Werte nicht so stark zurückgehen, wie das zu Beginn des Postglazials (s. dort) der Fall ist. Man wird mit einem Baumbestand zu rechnen haben, der noch reichlich Platz für die offenbar typischen lichtliebenden spätglazialen Pflanzengesellschaften (reich an *Gramineen* und *Artemisia*) ließ. Die Gyttyen aus dieser Zeit lassen sich von denen des vorigen Abschnittes nicht unterscheiden. Man möchte einen geringeren Tongehalt erwarten. Eine exakte Erfassung des Tongehaltes durch Bestimmung des Glührückstandes schien jedoch wegen des hohen Anteils an *Diatomeen* nicht erfolversprechend zu sein.

IIb. Allerödzeit, jüngerer Teil

Hinsichtlich der Bewaldung ähnlich wie in IIa. Zu Beginn der auf diesen Abschnitt folgenden Klimaverschlechterung (s. unten) wurde ein Kiefern-same gefunden, der vermutlich aus Allerödmaterial stammt und bei der nun wieder einsetzenden Solifluktion umgelagert und in den See hineingespült sein dürfte. Man wird daher diesen Fund — es handelt sich um einen flügellosen Samen, der keine Artbestimmung mehr zuläßt — mit einem gewissen Vorbehalt als Nachweis dafür ansehen können, daß einzelne Kiefern am Schluß der Allerödzeit wenigstens in tieferen Lagen des Gebirges schon vorhanden waren. Auch gelangt in diesem Abschnitt die Kiefer im Pollenspektrum zur Dominanz, ein Zeichen dafür, daß gegenüber dem vorigen Abschnitt der Kieferngürtel höher- oder nähergerückt sein muß. Die Kurve der im Diagramm eingetragenen *Sphagnum*-Sporen zeigt während der ganzen Allerödzeit einen deutlichen Gipfel.

III. Jüngere Tundrenzeit

Erneutes Ansteigen der NBP-Werte von etwa 50 auf 66 % deutet auf einen Rückgang der Bewaldung. Baumbirken lassen sich aber noch nachweisen. Ein Teil der hier gefundenen Früchte und Fruchtschuppen mag vielleicht wie der im vorigen Abschnitt besprochene Kiefern-same auf sekundärer Lagerstätte liegen. Doch spricht die relativ große Zahl der Großreste — darunter die vielfach gute Erhaltung der Fruchtlügel — dafür, daß *Betula pubescens* diesen Klimarückschlag am Orte überdauert hat. Ein Vergleich mit der Verschiebung der Waldgrenzen in anderen Gebieten zeigt, daß dieses durchaus möglich ist. K. STEINBERG rechnet im Untereichsfeld damit, daß die Waldgrenze während III etwa 800 m tiefer lag als heute. Nach G. LANG 1952a lag sie im Schwarzwald etwa 750 m unter der heutigen, und in den Vogesen

nehmen F. FIRBAS und Mitarbeiter 1948 an, daß die Waldgrenze während der Jüngerer Tundrenzeit nicht höher als 400—600 m lag. Wenn man auf Grund der vorliegenden Funde für das Fichtelgebirge zu dem Schluß kommen muß, daß in III die Birkengrenze bei 600 m lag, so bedeutet das — die heutige theoretische Waldgrenze liegt bei etwa 1300 m —, daß die Waldgrenze dort während der Jüngerer Tundrenzeit etwa 700 m unter der heutigen lag. Auch wurde in diesem Abschnitt reichlich *Polytrichum commune* gefunden. BROTHÉRUS 1923 schreibt, daß dieses Moos in Fennoskandien bis in die Birkenregion geht, in der unteren alpinen Region aber nur noch selten und steril vorkommt. Wahrscheinlich lag also der See während der Jüngerer Tundrenzeit im oberen Bereich der Baumgrenze. Beachtet werden müssen die teilweise erheblichen Beimischungen von Sand und Kies in den Gytjtjen dieses Zeitabschnittes. Am Nordrand des spätglazialen Seebeckens liegt eine so mächtige Kiesschicht in den Seeablagerungen, daß sie sich stellenweise nicht mehr mit einem DACHNOWSKI-Gestänge durchstoßen ließ. Das im N und NE des ehemaligen Sees gelegene Gelände steigt sehr steil an und man muß annehmen, daß von hier in der Jüngerer Tundrenzeit mineralisches Material durch Solifluktion in den See, vielleicht auch auf seine winterliche Eisdecke gelangt ist.

Gramineen und *Artemisia* erreichen wieder ähnliche Werte wie in der Älteren Tundrenzeit. Bei der Wasserflora ist ein besonders weitgehendes Zurücktreten von *Nitella flexilis* bemerkenswert. (Die Werte sind in die Diagramme nicht mit aufgenommen.) Allerdings kann nicht entschieden werden, ob diese Art nur noch ganz selten in dem See wuchs oder ob vielleicht das ungünstige Klima die Ausbildung von Fortpflanzungsorganen nicht mehr ermöglicht hat. Quellflurpflanzen wie *Montia rivularis*, *Stellaria uliginosa*, *Philonotis fontana* und *P. calcarea* scheinen in diesem Abschnitt gute Entwicklungsmöglichkeiten gehabt zu haben.

IVa. Praeboreal, älterer Teil

Die abgesunkenen NBP-Werte deuten wieder auf eine stärkere Bewaldung des Gebietes. *Gramineen* und *Artemisia* treten im Pollenspektrum stark zurück. Die Ablagerungen an der Bohrstelle stehen nun im Zeichen der Verlandung: Die Feindetritusgyttja hat nach oben hin einen immer geringeren Tongehalt und wird schließlich völlig tonfrei. Dann wird sie von einer 8 cm mächtigen Braunmoostorfeschieht überlagert, die von *Drepanocladus fluitans* gebildet wird. Die Wasserpflanzen erreichen in den obersten Schichten der Gytjtja ihre absoluten Höchstwerte im Pollenspektrum. Neu hinzu kommt *Ceratophyllum submersum* (1 Frucht). *Myriophyllum alterniflorum* ist jetzt sehr häufig.

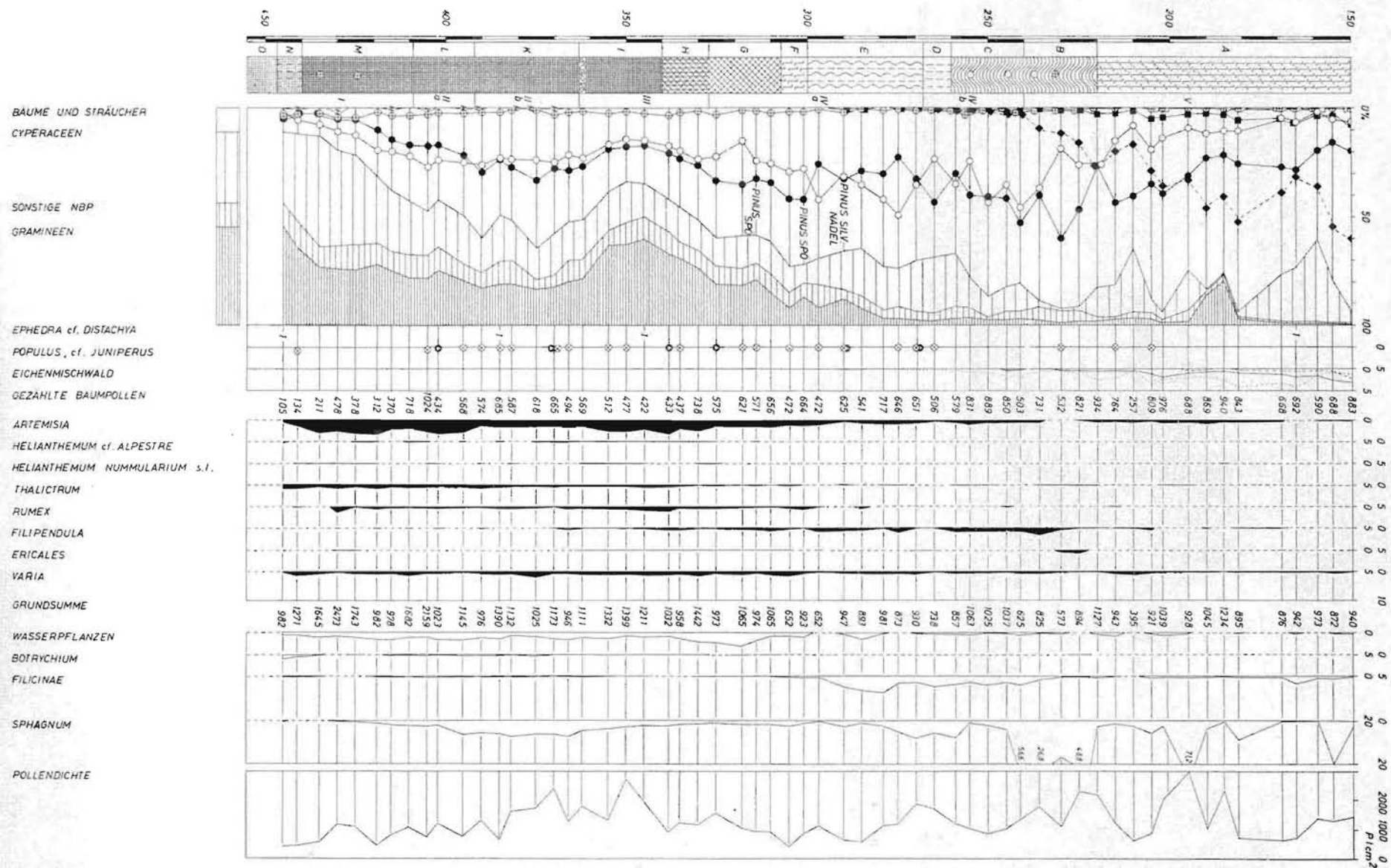


Abb. 6. Moor bei Fichtelberg, 625 m. Pollen- und Sporendiagramm.

Ansätze zu einer Verlandung sind sicher schon während des Spätglazials, besonders während der Allerödzeit, vorhanden gewesen. Folgende nachgewiesene Arten können dabei an der Verlandung des spätglazialen Seerandes durch Seggen- und Braunmoosmoore beteiligt gewesen sein:

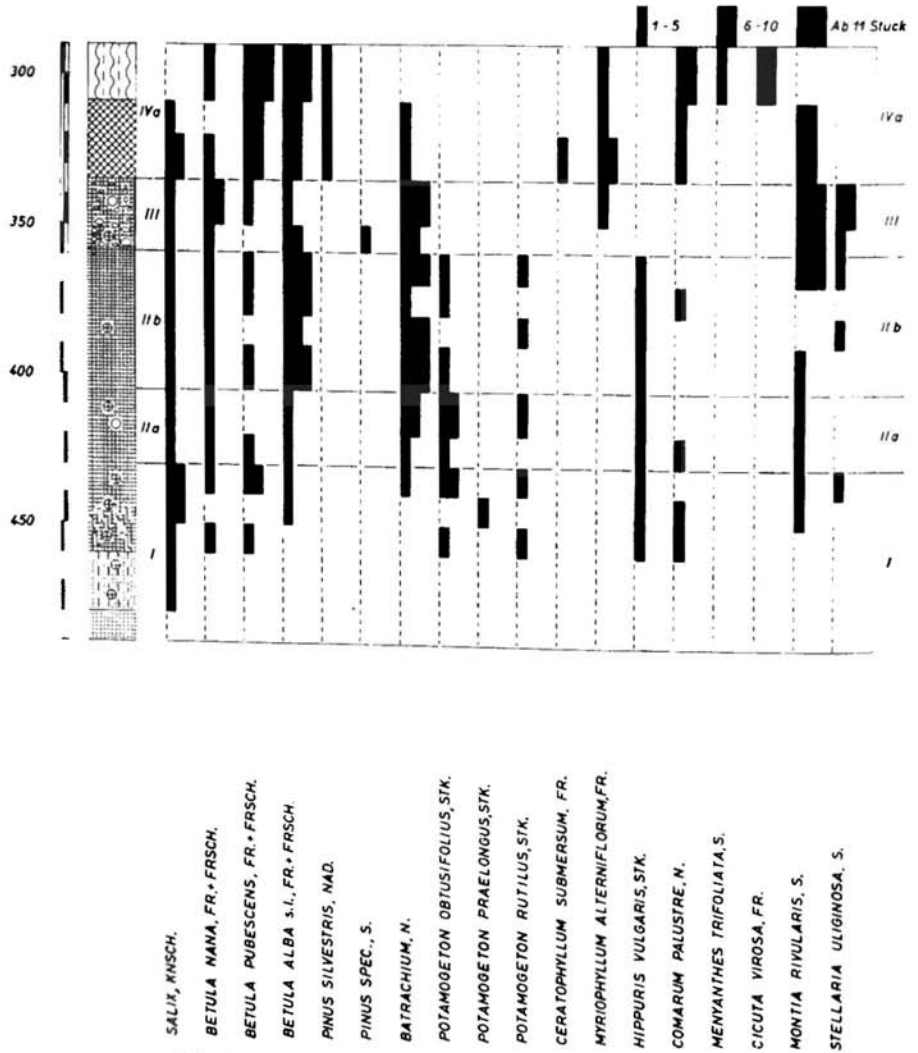


Abb. 7. Moor bei Fichtelberg, 625 m. Großstadiogramm.

Carex inflata, *Sphagnum teres*, *Drepanocladus exannulatus*, *D. fluitans*, *D. Sendtneri*, *Helodium lanatum*, *Calliergon giganteum*, *Sanguisorba officinalis* und *Succertia perennis*. Zu Beginn des Praeboreals führte diese Vermoorung zur völligen Überwachsung des Sees, an dessen Stelle ein Zwischenmoor mit

folgenden Arten trat: *Carex inflata*, *Sphagnum teres*, *Juncus spec.*, *Carex canescens*, *Cicuta virosa*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Sanguisorba officinalis*, *Sweetia perennis*, *Equisetum spec.*, *Dryopteris thelypteris*, *Paludella squarrosa*, *Drepanocladus exannulatus*, *D. fluitans* und *Calliergon stramineum*.

Die Kurven von *Pinus* und *Betula* sind von dem Übergang der Gytjtja zum Torf ab starken, wohl lokal bedingten Schwankungen unterworfen. *Pinus* ist schon zu Beginn dieser Periode auch wieder durch Großreste nachzuweisen. Es wurden fünf Nadeln gefunden, die alle von *Pinus silvestris* stammen. Die ersten Pollenkörner von *Ulmus* treten hier auf.

IVb. Praeboreal, jüngerer Teil

Es herrschen ähnliche Verhältnisse wie in IVa, doch beginnt nun die geschlossene *Corylus*-Kurve. Die EMW-Kurve, die zunächst nur von *Ulmus* gebildet wird, schließt sich. Gegen Ende von IVb treten die ersten Spuren von *Quercus* auf. Die NBP-Werte sinken weiterhin ab. Das Zwischenmoor lagerte Riedtorf und einen Sphagnumtorf mit viel *Betula nana* ab.

V. Boreal, Haselzeit

Die Haselkurve steigt langsam an. Die Kurve des EMW überschreitet nicht die 10% Grenze und ihre Komponenten treten in der Reihenfolge *Ulmus-Quercus-Tilia* auf. Über weite Strecken dominiert aber *Ulmus* im EMW. Der artenreiche Zwischenmoortorf geht in einen fast reinen *Meseta triquetra*-Torf von stark wechselndem Zersetzungsgrad über.

4. Vegetationsentwicklung Seelohe (770 -780 m)

III. Jüngere Tundrenzeit

Die hohen NBP-Werte deuten auf eine waldlose Vegetation. Die hohen *Salix*-Werte sind vermutlich lokal zu verstehen und wohl nicht durch größere Kriechweidenbestände bedingt. Reichliche Funde von Holz und Knospenschuppen sprechen dafür, daß *Salix* zumindest auf und am Rande des Moores reichlich vorkam. Leider wurden von *Betula* überhaupt keine Großreste gefunden. Auf Grund von Berechnungen der Waldgrenze (vgl. S. 176 bis 177) dürfte die Seelohe in III 150 -200 m über der Waldgrenze gelegen haben (Abb. 8).

Als Ursache der Flachmoorbildung läßt sich nach der Lage im Gelände vermuten, daß die Versumpfung von dem Quellgebiet eines Baches ausging. Es ist auffällig, daß an dem Aufbau der unteren Torfschichten relativ nährstoffliebende Moose wie *Helodium lanatum* und *Camptothecium trichoides* stark beteiligt waren. In den jüngeren Schichten von III fehlen sie, obwohl

dort der Torf noch tonhaltig ist. Eine geringere Nährstoffzufuhr kann daher nicht als der maßgebliche Faktor dafür in Frage kommen.

IV. Praeboreal

Das Praeboreal zerfällt auch hier in zwei Teile: Der ältere Teil IVa ist durch einen *Betula*-Gipfel gekennzeichnet, während in IVb die Haselkurve beginnt und *Pinus* über *Betula* dominiert. Die EMW-Kurve setzt mit Spuren von *Tilia* an. Die Werte der *Gramineen* und von *Artemisia*, wie überhaupt die der NBP liegen so hoch, daß man noch mit keiner dichten Bewaldung rechnen kann. Großreste von Birken fehlen. Der Soggentorf von IVa und IVb ist tonfrei.

V. Boreal. Haselzeit

Die Haselkurve steigt rasch an. Im Gegensatz zu dem Moor bei Fichtelberg liegt die *Betula*-Kurve über der *Pinus*-Kurve. (Betonung der Birke durch die Höhenlage?) Die NBP-Werte sind stark abgesunken.

5. Nähere Begründung der Datierung

Die Zuordnung der im Pollendiagramm unterscheidbaren Phasen zu den Abschnitten des FIRBASSCHEN Waldzeitensystems ist in den beiden Kapiteln über die Vegetationsentwicklung vorausgenommen worden. Sie muß daher noch näher begründet werden. Es treten in mehrfacher Hinsicht Schwierigkeiten auf:

1. Die unmittelbare Verknüpfung mit dem Eisrückzug und damit die Festlegung des Höchstalters der untersten Ablagerungen ist nicht möglich, da es zur Zeit keinerlei Hinweise auf eine würmeiszeitliche Vereisung des Fichtelgebirges (und auch der Rhön) gibt.

2. Wenigstens für das Fichtelgebirge ist es durchaus möglich, daß die Aschenregen der in die Allerödzeit fallenden Eruptionen des Laacher Vulkanes in der Eifel hier nicht mehr niedergeschlagen wurden. Die Existenz der Bimstufschicht wird also zumindest im Fichtelgebirge keine notwendige Voraussetzung für den Nachweis der Allerödzeit sein können.

3. Vergleichsmöglichkeiten mit gut datierten Diagrammen aus der näheren Umgebung bestehen nicht. Altersbestimmungen mit C^{14} stehen noch nicht zur Verfügung.

Eine Datierung soll zunächst am Profil Fichtelberg versucht werden. Es handelt sich zweifellos um sehr günstiges Material. Infolge der steilen Ufer des ehemaligen kleinen Sees braucht man mit lokalen Störungen im Pollengehalt kaum zu rechnen, wenigstens nicht im Bereich der Gytjen. Großreste sind in den Gytjen in befriedigender Menge vorhanden. Man kann

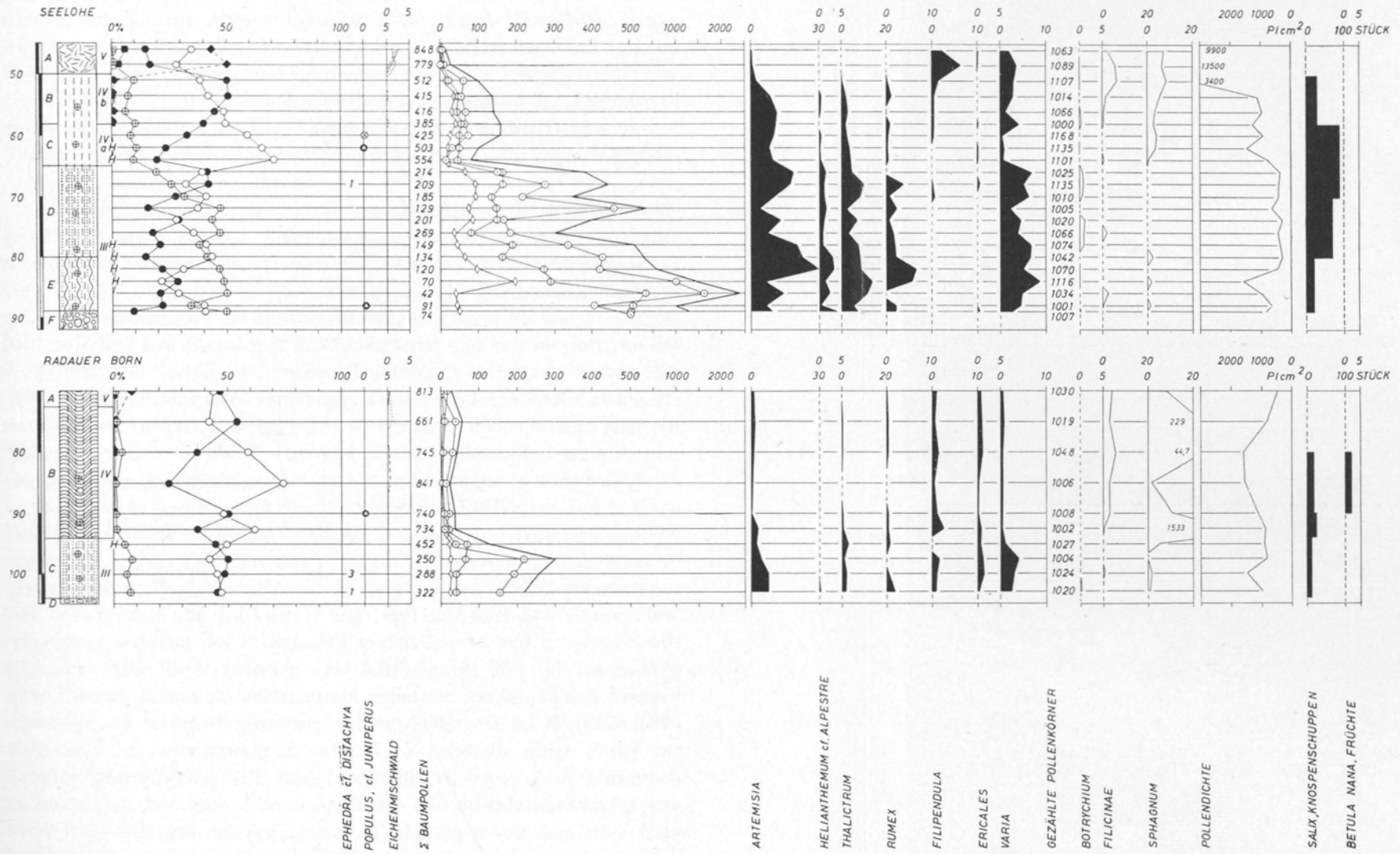


Abb. 8. Pollen- und Sporendiagramme. Oben: Seelohe (Torflohe) im Fichtelgebirge. 770—780 m. Unten: Radauer Born im Oberharz, 800 m.

daher hoffen, daß das erste Auftreten von Holzpflanzen recht gut erfaßt sein wird.

Nach dem unter Punkt 1 und 2 Gesagten ist eine Datierung vorläufig nur durch Vergleich mit anderen Pollendiagrammen möglich. Hierzu bieten sich die Untersuchungen aus den Vogesen und dem Schwarzwald an. Es handelt sich dort um Ablagerungen aus 450—1099 m Meereshöhe. Genau wie diese Gebirgslagen lag das Fichtelgebirge während der Allerödzeit im Bereich eines Kieferngebietes. (Vgl. hierzu: F. FIRBAS 1935 und 1949, hier die verbesserte Karte der Waldzonengliederung während der Allerödzeit.) Man wird also eine gewisse Übereinstimmung zwischen dem Diagramm von Fichtelberg und jenen aus den entsprechenden Höhen der Vogesen und des Schwarzwaldes erwarten können.

Zunächst braucht in dem Profil von Fichtelberg die Existenz spätglazialer Ablagerungen nicht besonders nachgewiesen zu werden. Die Datierung der frühpostglazialen Schichten macht ebenfalls keine Schwierigkeiten: Die Haselzeit entspricht offenbar dem Boreal, ihr Beginn kann dort angenommen werden, wo die Haselkurve endgültig ansteigt. Das Praeboreal liegt zwischen dem Boreal und dem Spätglazial und beginnt dort, wo der NBP-Abfall am Schluß der Jüngeren Tundrenzeit beendet ist. Genau läßt sich diese Abgrenzung nicht vornehmen, zumal auch kein scharfer Sedimentwechsel vorhanden ist. Das Praeboreal wird hier wie üblich in einen jüngeren Teil mit geringen *Corylus*-Werten und in einen älteren Teil ohne *Corylus* eingeteilt. Das Spätglazial zerfällt nach dem Diagramm in drei große Teile, in einen älteren und einen jüngeren mit hohen NBP-Werten und in einen Bereich niedrigerer NBP-Anteile dazwischen. Alle drei Teile sind deutlich ausgeprägt. In die Zone mit den geringen NBP-Werten fällt die Kurvenüberschneidung *Pinus* über *Betula*. Ein Vergleich mit den Diagrammen aus dem Schwarzwald und den Vogesen zeigt, daß auch dort diese Kurvenüberschneidung während des Spätglazials vorhanden ist und in eine Periode geringerer NBP-Werte zwischen zwei NBP-Gipfeln fällt. Allerdings liegt diese Überschneidung im Schwarzwald schon am Anfang, in den Vogesen (Sewensee, 500 m) jedoch genau wie im Fichtelgebirge in der Mitte des NBP-Minimums. Im Schwarzwald ist es G. LANG gelungen, durch Funde des Laacher Bimstufes das NBP-arme Interstadial eindeutig als allerödzeitlich nachzuweisen. Die gute Übereinstimmung des Spätglazialverlaufes von Fichtelberg mit dem des Schwarzwaldes (abgesehen von dem noch fraglichen Bölling-Interstadial) und der Vogesen ermöglicht es, im Fichtelgebirge den jüngeren NBP-Gipfel der Jüngeren Tundrenzeit, den älteren NBP-Gipfel dem Ende der Älteren Tundrenzeit und den dazwischenliegenden interstadialen Abschnitt der Allerödzeit zuzuordnen.

Man könnte jedoch auch versuchen, in dem ganzen Spätglazialablauf von Fichtelberg nur eine zweigeteilte Jüngere Tundrenzeit zu sehen, weil nämlich der NBP-Rückgang nur zu dem Wert von 39% der GS führt. Beispiele für eine zweigipfelige Jüngere Tundrenzeit gibt u. a. H. Gross 1937 für Ostpreußen. Aber der Bestand von Baumbirken braucht in 600 bis 800 m Seehöhe während der Allerödzeit noch nicht so dicht gewesen zu sein, daß der Lebensraum für viele NBP produzierende Pflanzengesellschaften völlig verlorengegangen wäre. Im übrigen spricht hier schon die Mächtigkeit der spätglazialen Schichten gegen die Annahme einer zweigipfeligen Jüngerer Tundrenzeit.

Auf Grund dieser Datierung ergibt sich, daß am Ende der Älteren Tundrenzeit (I) im Fichtelgebirge in etwa 600 m Höhe bereits folgende Gehölzpflanzen vorhanden waren: *Betula nana*, *Salix*, *Betula pubescens*, *Hippophaë* und eventuell *Populus*. Im Alleröd (IIb), in dem die jüngsten Funde von *Hippophaë* liegen, wanderten, nach den Pollenanteilen zu urteilen, vermutlich Kiefern ein, ihre Art läßt sich aber nicht bestimmen. Spätestens zu Beginn des Praeboreals läßt sich dann eine nochmalige Ausbreitung von *Pinus* erkennen und an Hand der Nadelreste *Pinus silvestris* bestimmen. Für die Annahme eines zeitweilig die Waldgrenze bildenden *Pinus mugo*-Gürtels wurden keinerlei Anhaltspunkte gefunden. Auch *Betula pendula* — in den Vogesen (Sewensee, 500 m) im Alleröd nachgewiesen — wurde nicht gefunden. Ferner muß erwähnt werden, daß *Betula pubescens* im Fichtelgebirge bereits am Ende der Älteren Tundrenzeit vorhanden war, während der erste Nachweis von Baumbirken aus den höheren Lagen der Vogesen und des Schwarzwaldes erst aus IIa stammt. Eine synchrone Grenze I/IIa in diesen Gebirgen zu ziehen, ist freilich schwierig.

Die nur 24 cm mächtigen spätglazialen Ablagerungen der Seelohe lassen schon wegen der geringen Mächtigkeit vermuten, daß hier nicht das gesamte Spätglazial erfaßt sein kann. Unter der wohl lokal bedingten *Salix*-Dominanz zeigen *Betula*- und *Pinus*-Kurve einige Schwankungen, die aber keinen Zusammenhang mit dem Verlauf der NBP-Kurve erkennen lassen. Diese fällt mehr oder weniger kontinuierlich ab. Die spätglazialen Schichten stammen — nach Ausschaltung der *Salix*-Kurve — aus einer Birken-Kiefernzeit. Offenbar wurde hier im Pollenspektrum *Betula* durch die Höhenlage gefördert. (Vgl. die Jüngere Tundrenzeit im Profil Fichtelberg.) Berechnungen der Waldgrenze machen es wahrscheinlich (s. S. 176—177), daß es sich dabei vorwiegend um *Betula nana* gehandelt hat. Leider wurden keine Großreste von *Betula* gefunden. Bei der Abgrenzung der Jüngerer Tundrenzeit von dem Praeboreal und bei dessen Gliederung und Abgrenzung zum Boreal wurde wie bei dem Profil Fichtelberg verfahren.

Die Angabe bei F. FIRBAS (Waldgeschichte I, Tabelle auf S. 301), daß sich bei der Seelohe unter den Ablagerungen aus der Jüngeren Tundrenzeit noch allerödzeitliche Schichten (Hohe *Pinus*-Werte und nur 68% NBP) befänden, konnte nicht bestätigt werden.

D. Der Harz

1. Das Untersuchungsgebiet

Der Radauer Born (800 m) liegt unmittelbar südöstlich von Torfhaus im Oberharz. Es handelt sich um ein ombrogenes Hochmoor, das als Standort von *Betula nana* bekannt ist. F. BROIHAN untersuchte dieses Moor 1937 und fand am Grunde einer seiner Bohrungen wenige Zentimeter Riedtorf aus dem Ende des Spätglazial. (Vgl. das aus drei Profilen zusammengesetzte Diagramm in F. FIRBAS, Waldgeschichte I, Abb. 70.) An der von F. BROIHAN beschriebenen Stelle wurde im Herbst 1956 eine weitere Bohrung ausgeführt. Diese neue Untersuchung des Radauer Borns soll vorwiegend zur Kenntnis der spätglazialen Flora beitragen. Da der Harz heute im subozeanischen Klimabereich liegt, wurde nach Hinweisen gesucht, daß auch hier schon während der Späteiszeit die Niederschlagsmengen höher waren als in der Rhön und im Fichtelgebirge. Abb. 9 zeigt die Abhängigkeit der heutigen Jahresniederschläge von der Höhenlage. Die Werte des Harzes liegen dabei deutlich über denen der Rhön und des Fichtelgebirges. Die Klimadiagramme einiger Stationen aus dem Harz zeigen (Abb. 4) sowohl im Januar als auch im Juli Niederschlagsmaxima, während Rhön und Fichtelgebirge im wesentlichen nur ein Maximum im Juli bzw. im August aufweisen.

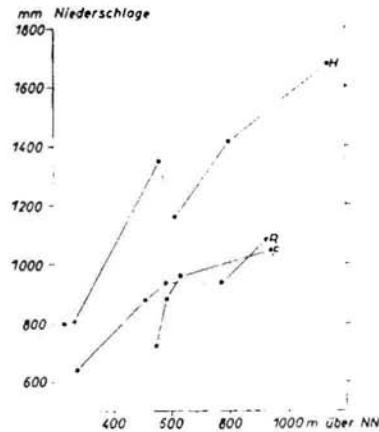


Abb. 9. Abhängigkeit der Jahresniederschläge von der Höhenlage in den drei untersuchten Mittelgebirgen. F Fichtelgebirge, R Rhön, H Harz.

2. Profilbeschreibung

- A 170 —172.5 cm Zwischenmoortorf aus *Sphagnum teres* und Seggen. Haselzeitlich mit geringen NBP-Werten.
- B 172.5 —194 cm Zwischenmoortorf wie in A, aber mit Holz von *Salix* und *Betula nana*. Birken-kiefernzeitlich mit geringen NBP-Werten.
- C 194 —204 cm Toniger Riedtorf mit Holz von *Salix*. Kiefern-birkenzeitlich mit hohen NBP-Werten.
- D 204 — Bis 208 cm erschlossener Gesteinsgrus (Granit) des Untergrundes.

3. Vegetationsentwicklung

III. Jüngere Tundrenzeit

Hohe NBP-Werte zeigen eine waldlose Vegetation an. Allerdings sind an diesen NBP-Werten die *Cyperaceen* stark beteiligt. (Sediment: Toniger Riedtorf; vgl. das Diagramm Abb. 8 unten) Großrestfunde von *Salix* (Holz und Knospenschuppen) weisen darauf hin, daß es sich hier ähnlich wie bei der Seelohe in III um ein mit Strauchweiden bewachsenes Flachmoor gehandelt hat. Großreste von Birken fehlen.

IV. Praeboreal

Ein starker Rückgang der NBP deutet auf eine einsetzende Bewaldung. Großreste von Birken fehlen jedoch noch. Dagegen wurden zwei Früchte und einige Zweigstücke von *Betula nana* gefunden. Diese Funde sind besonders interessant, da *Betula nana* heute noch auf dem Radauer Born wächst und offenbar mit Recht als Eiszeitrelikt angesehen wird. Im Pollendiagramm treten die ersten Pollenkörner von *Corylus*, *Tilia* und später von *Ulmus* auf. Das Pollendiagramm zeigt ferner wie bei der Seelohe zuerst einen Birken-gipfel. Im jüngeren Teil des Praeboreals dominiert dann *Pinus*. Es kam ein *Sphagnum teres*-Torf mit Resten von Seggen zur Ablagerung.

V. Boreal, Haselzeit

Anstieg der Haselkurve.

Wegen der heute bestehenden Klimaunterschiede ist ein Vergleich zwischen der Seelohe und dem Radauer Born interessant. Besonders wichtig ist die Kurve der *Ericales*: Im Harz ist sie geschlossen und erreicht mehrfach Werte von 1 bis 2 % der BP. Dagegen sind im Fichtelgebirge (auch im Fichtelberger Moor) nur ganz spärliche Einzelfunde von *Ericalen*-Tetraden zu verzeichnen. Dasselbe gilt auch für die Rhön. Vermutlich geht diese Erscheinung auf die verstärkte Ozeanität im nördlichen bis nordwestlichen Bereich Mitteleuropas zurück (mildere und in den Gebirgen schneereichere Winter). Innerhalb von Mitteleuropa macht sich nämlich in der Späteiszeit (besonders in der Jüngeren Tundrenzeit) im nordwestlichen Raum gegenüber Süd- und Mitteldeutschland eine deutliche Förderung der *Ericalen*-Werte bemerkbar. In Westeuropa ist besonders *Empetrum* in der Jüngeren Tundrenzeit sehr häufig, so daß man in NW-Irland von *Empetrum*-Heiden während dieses Zeitabschnittes spricht. (Vgl. hierzu: R. SCHÜTRUMPF 1936; F. OVERBECK u. S. SCHNEIDER 1938; K. FAEGRI 1939/40; K. JESSEN 1949; Th. v. d. HAMMEN 1951 u. a.)

4. Nähere Begründung der Datierung

Bei der Datierung konnte hier ebenso verfahren werden wie bei der Seelohe. Das obere Ende des NBP-Abfalls (Grenze: Jüngere Tundrenzeit – Praeboreal) fällt sehr gut mit dem Sedimentwechsel: Toniger Riedtorf – Sphagnumtorf mit *Cyperaceen*-Resten zusammen. Mit dem Ende der Jüngeren Tundrenzeit hört auch die Einschwemmung mineralischer Bestandteile auf. (Die Untersuchungen von H. POSER u. J. HÖVERMANN 1951 machen es wahrscheinlich, daß die oberen Lagen des Harzes während der Jüngeren Tundrenzeit unter dem Einfluß eines periglazialen Klimas standen.)

E. Die Rhön

1. Das Untersuchungsgebiet

Gute Beschreibungen des Roten Moores zusammen mit den geologischen Verhältnissen geben F. OVERBECK 1928, K. KEILHACK u. K. RUDOLPH 1929 und F. OVERBECK u. J. GRIÉZ 1954. Das Rote Moor liegt 805 m hoch, 4,5 km nordöstlich von Gersfeld und 4,5 km südöstlich von der Wasserkuppe auf der Hochfläche an der Bundesstraße 278 zwischen Bischofsheim und Wüstensachsen. Das Moor besteht aus zwei Teilen, dem westlichen Großen (30—40 ha) und dem östlichen Kleinen Roten Moor (6 ha). Zwischen beiden fließt ein kleiner Bach, das Moorwasser, der nicht in die Fulda, sondern in die Fränkische Saale mündet.

Die jungtertiären Basaltausbrüche (Deckenergüsse) bedeckten groß. Teile der Rhönhochfläche in wechselnder Mächtigkeit. Vor diesen Ausbrüchen bestand die Hochfläche aus Buntsandstein und Muschelkalk. Im älteren Tertiär wurden in flachen Mulden Tone und Sande abgelagert. Dort, wo heute das Rote Moor liegt, wurden diese Tone entweder nicht oder nur ganz dünn vom Basalt bedeckt, so daß sie nachträglich wieder herauswitterten und nun in der sonst einheitlichen Basaltdecke ein Fenster aus tertiärem Ton bilden. Diese Tone beschreiben KEILHACK und RUDOLPH als „außerordentlich fett, weiß, kalkreich . . . von hoher Wasserundurchlässigkeit und unbekannter Mächtigkeit“. Auf dem Basalt wäre infolge seiner hohen Wasserdurchlässigkeit niemals ein Moor entstanden, die wasserundurchlässigen Tone gaben aber in diesem Falle Anlaß zur Versumpfung. OVERBECK schreibt 1928, daß die tiefste Stelle mit den vermutlich ältesten Ablagerungen unter dem Kleinen Roten Moor liegen dürfte. Deshalb wurden im Juni 1955 dort (im nördlichen Teil des Kleinen Moores und in der Richtung WNW—OSO) ein genaues Oberflächennivellement und einige Bohrungen durchgeführt. Der tiefste Punkt des Untergrundes lag entlang dieser Linie unter dem nordwestlichen Randgehänge des Kleinen Moores.

Die klimatischen Verhältnisse sind in der Rhön ähnlich denen des Fichtelgebirges (Abb. 4). Für das Rote Moor und seine nähere Umgebung dürften etwa die Temperaturangaben für Frankenheim gelten. Die jährlichen Niederschlagsmengen liegen zwischen denen von der Wasserkuppe und von Wüstensachsen, wahrscheinlich bei etwa 1000 mm. Vollständige

Klimadaten sind aus den höheren Lagen der Rhön leider nur von der Wasserkuppe bekannt.

2. Profilbeschreibungen

Profil I (Abb. 10) liegt an der eben genannten tiefsten Stelle des mineralischen Untergrundes im Bereich des nordwestlichen Randgehänges. Profil II (nicht abgebildet) wurde 40 m OSO von Profil I auf der Hochfläche des Moores entnommen.

a) Profil I (Abb. 10).

- A 105 —118,5 cm Schwarzer, stark zersetzter, dyartiger Bruchwaldtorf. Haselzeitlich, geringe NBP-Werte.
- B 118,5—129 cm Bruchwaldtorf wie in A, mit Holz von *Betula alba* s. l. Kiefern-birkenzeitlich mit geringen NBP-Werten. In der untersten Probe hohe *Cyperaceen*-Werte.
- C 129 —147 cm Intensiv senkrecht durchwurzelter, durch Humusstoffe gelbbraun gefärbter Laacher Bimstuff. Kiefern-birkenzeitlich mit geringen Mengen *Corylus*. NBP-Werte hoch, aber hauptsächlich *Cyperaceen*.
- D 147 —162,5 cm Riedmoostorf ohne mineralische Beimengungen. Pollengehalt wie in C. Untere Grenze: Kurvenüberschneidung *Pinus* über *Betula*.
- E 162,5—177 cm Riedmoostorf wie in D. Birken-kiefernzeitlich mit höheren NBP-Werten.
- F 177 —185 cm Riedmoostorf wie in E, mit Holz von *Salix*. Maximum der NBP- und *Pinus*-Werte. Höhere *Salix*-Werte.
- G 185 —215 cm Toniger Riedmoostorf. Holz von *Salix*. Weidenzeitlich, meist mit geringen *Pinus*- und *Betula*-Werten. *Pinus*-Kurve im älteren Teil wieder ansteigend. Hohe NBP-Werte.
- H 215 — Bis 270 cm erschlossener hellgrauer, stark steiniger Ton des Untergrundes. Kiefernzeitlich, sehr geringe Pollendichte. Hohe NBP-Werte, wenig Großreste.

b) Profil II (nicht abgebildet).

- 284 cm Moorerdeartiger Bruchwaldtorf. Tonfrei. Beginn des Haselanstieges. V.
- 284—300 cm Riedmoostorf mit geringen mineralischen Beimengungen: Geringe Mengen Tuffsplitter, eventuell auch Ton (?). Kiefern-birkenzeitlich, NBP-Werte bis über 500‰, ohne *Cyperaceen* aber unter 100‰ der BP. IV.
- 300—307 cm Laacher Bimstuff, stark durchgewurzelt. Birken-kiefernzeitlich, NBP-Werte etwas höher als im vorigen Abschnitt. Spuren von *Corylus* und *Alnus*. Sehr geringe Pollendichte. IIb.

- 307--310 cm Brauner, schwach zersetzter Sphagnumtorf (*S. teres*), ohne Tuffsplitter.
 Birken-kiefernzeitlich, geringe NBP-Werte, PD normal. IIb.
- 310--315 cm Laacher Bimstuff, etwas durchwurzelt.
 Pollengehalt wie im vorigen Abschnitt, jedoch Spuren von *Picea*. Sehr geringe Pollendichte. IIb.
- 315--317 cm Brauner, schwach zersetzter Sphagnumtorf (*S. teres*), ohne Tuffsplitter.
 Polleninhalt wie im vorigen Abschnitt, aber ohne *Picea*. Pollendichte normal. IIb.
- 317--344 cm Riedmoostorf, tonfrei. Entspricht E von Profil I. IIa.
- 344--361 cm Riedmoostorf, am Grunde tonig. Entspricht F und G. I.
- 361— Bis 400 cm erschlossener Ton des Untergrundes.

Herr Prof. Dr. J. FRECHEN, Bonn, führte freundlicherweise die petrographische Untersuchung des Tuffmaterials durch, wofür ihm an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Er untersuchte zwei Proben aus dem unteren Tufflager vom Profil II. Dabei zeigte sich, daß die diagnostisch wichtigsten Bestandteile Augit und Hornblende Werte ergaben, die zwischen denen liegen, wie sie für die hellen und dunklen Tuffe am primären vulkanischen Profil in der Eifel charakteristisch sind (vgl. S. 190):

	obere Probe	untere Probe
Kornprozent: Augit	68,5 %	72,4 %
Hornblende	24,8 %	22,0 %
Biotit	4,1 %	2,8 %
Apatit	1,3 %	2,8 %
Titanit	1,3 %	—

Magnetit blieb unberücksichtigt

Herr Prof. FRECHEN schreibt dazu (5. November 1956), daß diese Zwischenwerte charakteristisch für umgelagerte Tuffe sind: „Nach meinen eigenen Untersuchungen, die sich vom Laacher See bis zum Vogelsberg erstrecken, besteht in diesem Gebiet zwischen dem primären Bimstuff und den umgelagerten Bimsschichten kein Hiatus. Oft gehen primär gelagerte Bimsschichten in umgelagerte Tuffe über, so daß in ihrem Schichtenprofil auch der umgelagerte Tuff noch die Stelle des ehemaligen Allerödhorizontes anzeigt.“ Vgl. hierzu H. D. LANG 1954.

Ferner muß im oberen Teil der Profile auf eine Diskordanz aufmerksam gemacht werden. Hier lagert unmittelbar über dem umgelagerten Tuff ein stark zersetzter Bruchwaldtorf, der bereits Nadeln von *Pinus silvestris* führt. In Profil II ist zwischen diesen Bruchwaldtorf und den Tuff noch ein Riedmoostorf mit geringen Mengen von Tuffsplittern eingeschaltet. Die Diskordanz liegt hier zwischen dem Bruchwaldtorf und dem Riedmoostorf.

3. Vegetationsentwicklung

I. Ältere Tundrenzeit

Zur Beurteilung, ob eine Bewaldung vorhanden war, muß man hier, wie auch in den folgenden Abschnitten, die *Cyperaceen* aus der NBP-Summe herausnehmen, da diese zum allergrößten Teil aus lokalen Beständen stammen dürften.

Dieser älteste Abschnitt mit durchweg sehr hohen NBP-Werten zeigt in sich noch eine Gliederung. Zunächst dominiert die Kiefer, während die NBP-Werte relativ gering sind, aber schnell ansteigen. Darauf sinkt die Kiefernkurve und *Salix* erreicht sehr hohe Werte. Innerhalb dieses Unterabschnittes steigt die *Betula*-Kurve stark an und dominiert in einigen Proben sogar über *Salix*, während die Kiefer nur noch ganz geringe Werte zeigt. Gegen Schluß der Älteren Tundrenzeit ist noch ein kleines Kiefernmaximum vorhanden, das mit einem ausgeprägten NBP-Gipfel zusammenfällt.

Die ältere Kieferndominanz, die mit geringen NBP-Werten verbunden ist, wird man am besten durch Fernflug erklären. Zu Beginn des Flachmoorwachstums waren wohl Seggen und Braunmoose (besonders *Helodium lanatum*) die ersten Besiedler der feuchten tertiären Tone. Bäume und Sträucher gab es in dieser Höhenlage wahrscheinlich noch nicht, so daß im Pollenspektrum *Pinus* infolge Fernflug dominieren mußte. (Beispiele für eine älteste, durch Fernflug bedingte Kieferndominanz geben z. B. F. FIRBAS 1935 im Kolbermoor bei Rosenheim und F. FIRBAS, G. GRÜNIG und Mitarbeiter 1948 im Sewensee in den Vogesen.) Als erste Sträucher siedelten sich darauf Weiden an, deren nunmehr lokale Pollenerzeugung die *Pinus*-Kurve herunterdrückte. *Hippophaë* tritt auf, und es folgt nun der Anstieg der *Betula*-Kurve. Leider wurden keine Großreste von *Betula* gefunden. Bei den NBP findet man, daß sich zuerst Gräser ausbreiteten, darauf folgten zusammen *Artemisia*, *Helianthemum* cf. *alpestre*, *Thalictrum*, *Rumex* u. a. Zum Schluß der Älteren Tundrenzeit bildet *Pinus* ein kleines Maximum, das mit einem NBP-Gipfel zusammenfällt. Bemerkenswert sind hier die hohen Werte von *Artemisia* (70% der BP) und von *Rosaceen* (über 200% der BP, in Abb. 10 nicht als eigene Kurve eingezeichnet). Man möchte dabei an einen Klimarückschlag denken, durch den die ferntransportierten *Pinus*-Pollenkörner wieder in den Vordergrund rückten. Gegen diese Vermutung spricht jedoch die Tatsache, daß der Ton in dem Riedmoorstorf nunmehr ganz fehlt, während er bei einem Klimarückschlag gerade zu erwarten wäre.

Die Flachmoorvegetation bestand zunächst aus vielen Moosen und Seggen (Sektion *Vignea*). Unter den Moosen sind zu nennen: *Helodium*

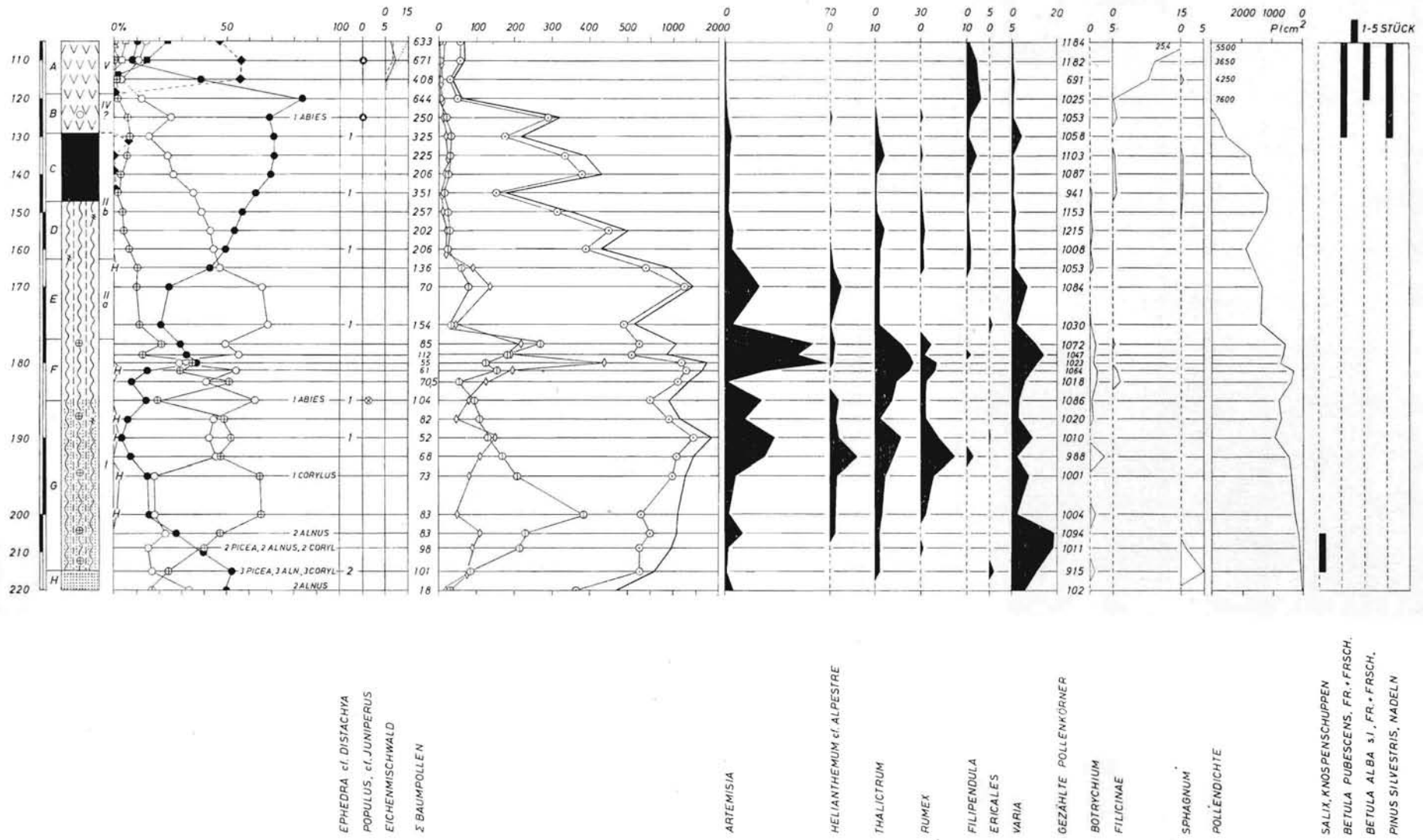


Abb. 10. Rotes Moor in der Rhön, 805 m. Pollen- und Sporendiagramm von Profil I.

lanatum, *Scorpidium scorpioides* und *Campylium polygamum*. In den darauf folgenden jüngeren Torfschichten von Profil I fanden sich viele Reste von mehr feuchtigkeitsliebenden Pflanzen: *Calliergon giganteum*, *C. sarmentosum*, *Comarum palustre*, *Montia rivularis*, *Sphagnum minimum* oder *affine*, *Hippuris vulgaris* und *Carex aquatilis*.

IIa. Allerödzeit, älterer Teil

Dieser Abschnitt wird durch das Absinken der NBP- und *Salix*-Kurve sowie durch das Ansteigen bzw. durch hohe Werte der *Betula*-Kurve eingeleitet. Leider fehlen auch hier wieder Großreste von Birken, so daß nichts über Art und Dichte einer eventuellen Bewaldung ausgesagt werden kann. In dem Flachmoor wurde in dieser Zeit ein tonfreier Riedmoorstorf abgelagert.

IIb. Allerödzeit, jüngerer Teil

Dieser Abschnitt ist im Pollendiagramm eine Kieferzeit. Besonders gut ist diese Kieferzeit im Profil I zu erkennen. In Profil II liegt die Birkenkurve wesentlich höher, meistens sogar etwas über der Kiefernkurve. Großreste von *Betula* und *Pinus* fehlen. Der Abschnitt IIb beginnt im Diagramm (Abb. 10) mit der Kurvenüberschneidung *Pinus* über *Betula* und ist durch das Vorkommen der Bimstufschicht gekennzeichnet. In Profil I ist die Tuffschicht 18 cm mächtig und enthält Großreste. Die Pollendichte ist hier durchaus normal. In Profil II sind zwei 7 bzw. 5 cm mächtige Tufflager vorhanden, die durch eine dünne Lage von *Sphagnum teres*-Torf voneinander getrennt werden. Hier sind die Tuffe außerordentlich pollenarm, und Großreste fehlen in ihnen praktisch völlig. Offenbar ist das Tuffmaterial von Profil I wesentlich stärker aufgearbeitet. Die Tuffe enthalten geringe Mengen von *Corylus*-, *Alnus*- und *Picea*-Pollenkörnern. Im Profil I wurden regelmäßig *Corylus*-Pollenkörner im Tuff gefunden, sie fehlen aber sowohl in den Torfen unter dem Tuff als auch in der ersten Probe über dem Tuff. In den pollenarmen Tufflagern von Profil II traten schon bei einer Zählung auf weniger als 300 Pollenkörnern pro Probe die ersten Körner von *Corylus*, *Alnus* und *Picea* auf. Sie fehlen aber in der zwischen beide Lager eingeschalteten Sphagnuntorfschicht, in der sogar wieder eine Zählung auf 1000 Pollenkörner möglich war. Damit dürfte der Nachweis erbracht sein, daß es sich nur um Sekundärpollen handelt. Auch H. STRAKA fand 1952 sogar in primär gelagerten Laacher Bimstufen Sekundärpollen.

V. Boreal, Haselzeit

Das Boreal beginnt mit dem Steilanstieg der *Corylus*-Kurve. *Pinus* geht stark zurück. *Betula* spielt im Pollendiagramm nur eine untergeordnete

Rolle. Die EMW-Kurve steigt rasch an. Von *Pinus silvestris* und *Betula pubescens* wurden Großreste gefunden. Die NBP-Werte sind endgültig abgefallen.

Die zwischen den Schichten der Haselzeit und den Tufflagern liegenden Torfe lassen sich zur Zeit nicht recht einordnen. Auf eine hier liegende Diskordanz wurde schon hingewiesen. Offenbar umfaßt die Sedimentationslücke im Profil I die ganze Jüngere Tundrenzeit, sehr wahrscheinlich auch noch Teile von Abschnitt IV und IIb. Teile vom Praeboreal sind in Profil I wohl noch erfaßt. Leider läßt sich auch im Profil II der über den beiden Tuffschichten liegende Riedmoostorf mit Tuffsplittern nicht einordnen. Da hier die NBP-Werte etwas höher sind als zuvor, könnten in dieser Schicht vielleicht Teile der Jüngeren Tundrenzeit stecken. Eine sichere Aussage läßt sich zur Zeit nicht machen.

4. Nähere Begründung der Datierung

Entscheidend für die hier vorgenommene Datierung ist die Existenz und Bewertung der Tuffschicht. Deren Wert als Zeitmarke wird natürlich dadurch gemindert, daß es sich nach der petrographischen Untersuchung durch Prof. FRECHEN, Bonn, um aufgearbeitetes Material handelt. Es ist jedoch nach FRECHEN, wie bereits auf S. 187 gesagt worden ist, möglich, daß primär gelagerte Tuffe in umgelagerte Tuffe übergehen, dabei aber im Schichtenprofil trotzdem noch den Allerödhorizont anzeigen. (Vgl. hierzu H. D. LANG 1954.) Wenn man diese Meinung nicht teilt, wäre es nach dem Pollendiagramm allenfalls noch möglich, unter Nichtbeachtung der Diskordanz die Tuffschicht in das Praeboreal zu verlegen. Dazu teilt Prof. FRECHEN mit (Brief vom 25. August 1956): „Ich möchte aber darauf hinweisen, daß die Umlagerung bei den meisten Vorkommen zwischen dem Laacher See und dem Vogelsberg in der Jüngeren Tundrenzeit stattfand oder zumindest in dieser Zeit abgeschlossen war, denn an zahlreichen Profilen, besonders auf dem Westerwald, sind ausgezeichnete Solifluktionerserscheinungen und Solimixionsphänomene zu erkennen.“ Schon durch diese Aussage läßt sich eine Tuffumlagerung während des Praeboreals weitgehend ausschließen. Es bliebe dann noch die Möglichkeit, daß während des Praeboreals das Tuffmaterial durch eine Verlagerung des Baches in das Moor eingeschwemmt worden sei. In diesem Falle müßte man aber annehmen, daß der Laacher Tuff in oder unmittelbar über dem liegenden tertiären Ton vorhanden ist und dort nachgewiesen werden kann. Soweit ich diese Frage untersuchen konnte, enthalten die liegenden Tone unter dem Moor keine Tuffpartikel. Sie bestehen vielmehr aus vorwiegend ziemlich großen, deutlich abgerundeten Mineralkörnern.

Folgt man der hier vorgeschlagenen Datierung, so gehören die älteren Schichten im Profil I bis zum Steilabfall der NBP (*Cyperaceen* ausgenommen) zu Beginn des Anstieges der *Betula*-Kurve bei etwa 177 cm der Älteren Tundrenzeit an. Darauf folgt, wie im Profil Fichtelberg, eine Birkenzeit, deren Ende durch die Kurvenüberschneidung *Pinus* über *Betula* festgelegt ist. Es handelt sich um den Abschnitt IIa, den älteren Teil der Allerödzeit. In den jüngeren Teil der Allerödzeit fällt die Ablagerung des Laachen Tuffes. Nun folgt eine Diskordanz, und eine sichere Datierung ist erst wieder beim Anstieg der *Corylus*-Kurve möglich. Das hierdurch eingeleitete Boreal ist im Pollendiagramm völlig normal ausgebildet.

Wenn auch die hier vorgeschlagene Datierung sehr wahrscheinlich richtig ist, so ist doch wegen der vermutlichen Diskordanz über der Tuffschicht und wegen der Tatsache, daß es sich um umgelagerten Binstuff handelt, eine gewisse Unsicherheit vorhanden. Es dürfte daher richtig sein, in dem Falle des Roten Moores erst von einer vorläufigen Datierung zu sprechen. Die endgültige Klärung dieser Frage wird nur durch zur Zeit noch fehlende C^{14} -Bestimmungen möglich sein.

F. Die spätglaziale und frühpostglaziale Flora

Es war eines der Ziele der Arbeit, mit den Hilfsmitteln der heutigen, durch die kritische Bestimmung möglichst vieler Nichtbaumpollen erweiterten Pollenanalyse und natürlich auch mit Hilfe der Makrofossilien zu zeigen, welcher Anteil der spätglaziale Flora heute erfaßt werden kann. Es wird daher im folgenden eine Liste der nachgewiesenen Sippen (Taxa) vorgelegt, die neben Fundort und Alter der Fossilien auch kritische Angaben über ihre Bestimmbarkeit enthält.

Die Bestimmung der Pollenkörner erfolgte im besonderen Maße mit Hilfe der mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft hergestellten Vergleichssammlung des Systematisch-Geobotanischen Institutes. Nomenklatur: Algen nach W. MIGULA 1909; Moose nach W. PAUL 1931 (*Sphagnum*) und V. F. BROTHERUS 1923 (Laubmoose); Spermatophyten nach HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa und E. OBERDORFER, Pflanzensoziologische Exkursionsflora von Südwestdeutschland 1949.

Abkürzungen: Fi: Fichtelberg; S: Seeohe; Hz: Harz; Rh: Rhön. Bl: Blatt; Ep: Epidermis; Fr: Frucht; Frsch: Fruchtschuppe; Ho: Holz; Nd: Nadel; N: Nuß; KnSch: Knospenschuppe; P: Pollenkorn; S: Same; SpÖ: Spaltöffnung; Sp: Spore; StK: Steinkern; I-V: Perioden der Pollendiagramme.

Diatomeae. Fi: Reichlich in den spätglazialen und frühpostglazialen Gyttjen. Vorläufig noch nicht bearbeitet. - *Pediastrum spec.* Fi: Reichlich in den Seeablagerungen. Bestimmung nach D. RÜHMANN 1952: *P. duplex* MEYER, *P. mollicum* KÜTZING, *P. integrum* NAEGELI, *P. bidentatum* BRAUN, *P. constrictum* HASSAL, *P. boryanum* MENEGHINI. In allen auf *Pediastrum* ausgezählten Proben war *P. duplex* am häufigsten. - *Botryococcus*. Fi: In fast allen Proben. Rh: Selten im Spätglazial. —

Nitella flexilis (L. ex p.) AG. Fi: I—IVa. Oosporen dunkelbraun bis schwarz, 0,85—0,65 mm lang mit deutlich hervortretenden Spiralleisten und (5) 6—7 Windungen. Innerhalb der Gattung *Nitella* hat die nachgewiesene Art nach Vergleichsmaterial die längsten Oosporen (vgl. W. MIGULA 1909).

Sphagnum spec. Fi: I—V, Sp. S: III—IV, Sp. Hz: III—V, Sp. Rh: I—IIb V, Sp. — *Sphagnum teres* (SCHIMP.) ÅNGSTR. Fi: I—IVb, Bl. Hz: II—V, Bl. Rh: IIb, Bl. Astblättchen sicher bestimmbar, vor allem an den zusammengezogenen Spitzen, an Form und Lage der Chlorophyllzellen und an den Porenverhältnissen. — *Sphagnum* sect. *Acutifolia*. S. III, Bl. Rh: I, Bl. Nicht weiter bestimmbar.

Polytrichum commune L. Fi: IIb—IVa, Stämmchen und Bl. Det. KOPPE¹⁾.

Cinclidium stygium Sw. Fi: I, IIb—IVa, Bl. Det. KOPPE. Bl bis 3,5 mm lang, spatelförmig bis verkehrt-eiförmig mit kurzem Spitzchen. Rippe kräftig, bis in die Spitze. Blattzellen isodiametrisch, in divergenten Schrägreihen angeordnet, Blatttrand 3—5 reihig gesäumt, mit einigen Zähnen. Abb. 11a, b. — *Mnium cinclidioides* (BLYTT) HÜB. Fi: III, 2 Bl. Det. KOPPE. Bl. 3,5—5,0 mm lang, oval bis länglich, zugespitzt. Die kräftige Rippe endet deutlich vor der Spitze. Die rhomboidischen Zellen sind in deutlichen schrägen Reihen angeordnet. Blatttrand von 1 bis 3 Reihen dünnwandiger Zellen gesäumt. Abb. 11c, d. — *Bryum* spec. Fi: III, 1 Bl. Det. KOPPE. — *Bryum ventricosum* DICKS. Fi III, 1 Bl. Det. KOPPE. — *Paludella squarrosa* (L.) EHRH. Fi: II—IVa, Bl + Stämmchen, Rev. KOPPE. — *Meesea triquetra* (L.) ÅNGSTR. Fi: Torfbildend in V, Rev. KOPPE. — *Philonotis calcarea* (BR. EUR.) SCHIMP. Fi: III, 1 Stämmchen, Det. KOPPE. Bl 1,2—1,5 mm lang, allmählich zugespitzt, mit einfachen oder Doppelzähnen. Rippe geht bis in die Spitze. Zellen mamillös. — *Philonotis fontana* (L.) BRID. Fi IIa—IVa. Sehr gut erhaltene Stämmchen, auch mit Perichaetialblättern. Det. KOPPE. Bl. 1—1,8 mm lang, schmal, von der Basis ab scharf zugespitzt. Wie *P. calcarea* gezähnt, Zellen stark mamillös. Perichaetialblätter nur 0,7—1,0 mm lang, mit breiter Rippe, diese aus dem Blatt nicht austretend. Abb. 11e—g. — *Helodium lanatum* (STROEM) BROEN. Fi: I—III, Bl + Stengel, S: III, Bl + Stengel, Rh: I—IIa, Bl + Stengel, Rev. KOPPE. Stengel dicht einfach gefiedert. Stammblätter etwa 1 mm, Astblätter etwa 0,5 mm lang, aus breitem Grunde zugespitzt, locker dachziegelartig stehend. Blattzellen papillös. Rippe vor der Spitze endend. Reichlich Rhizoiden und Paraphyllien. Abb. 11h. — *Campylium polygamum* (BR. EUR.) BRYEN. Rh: I. Wenige Stämmchen. Det. KOPPE. Bl breit lanzettlich, allmählich verschmälert mit langer Pfiemenspitze, ganzrandig, mit gut differenzierter Gruppe von Blattflügelzellen. Rippe bis zur Mitte. — *Scorpidium scorpioides* (L.) LAMPR. Rh: I, Bl. Meist schlecht erhalten. Rev. KOPPE. — *Calliergon stramineum* (DICKS.) KINDB. Fi: I—IIa, IVa—V, Bl + Stämmchen, Rev. KOPPE. Bl 1—1,5 mm lang, Rippe über der Mitte endend. Blattflügelzellen eine kleine, nicht scharf begrenzte, oft ausgehöhlte Gruppe bildend. Blattspitze mit Rhizoiden oder Initialzellen. Abb. 11l. *Calliergon sarmentosum* (WAHLENB.) KINDB. Rh: I. Stämmchen. Selten. Rev. KOPPE. Bl 2,5 mm lang. Sehr hohl. Rippe endet unmittelbar vor der Spitze. Die Blattflügelzellen bilden eine scharf abgesetzte Gruppe. Abb. 11m. — *Calliergon giganteum* (SCHIMP.) KINDB. Fi: I—IIb, Rh: I—IIb. Häufig Stämmchen und Bl. Rev. KOPPE. Kräftige Pflanzen, Bl 2—2,5 mm lang, braun. Rippe endet direkt vor der Spitze. Die Blattflügelzellen bilden eine scharf begrenzte Gruppe. — *Drepanocladus*

1) Sämtliche fossilen Moose wurden freundlicherweise von Herrn Dr. F. KOPPE, Bielefeld, durchgesehen. Ich möchte Herrn Dr. KOPPE hierfür herzlich danken.

revolvens (Sw.) WARNST. Fi: I, Rh: IIa -IIb. Gut erhaltene Stämmchen. Rev. KOPPE. Bl fast kreisförmig eingebogen, eiförmige Basis, lanzettlich scharf zugespitzt, mit langer Pfriemenspitze. Blattflügelzellen stark reduziert. Abb. 11i, k. — Drepanocladus Sendtneri (SCHIMP.) WARNST. Fi: IIb. Vereinzelt Stämmchen. Det. KOPPE. — Drepanocladus fluitans (L.) WARNST. Fi: IIa -IVa. Oft reichlich Stämmchen.

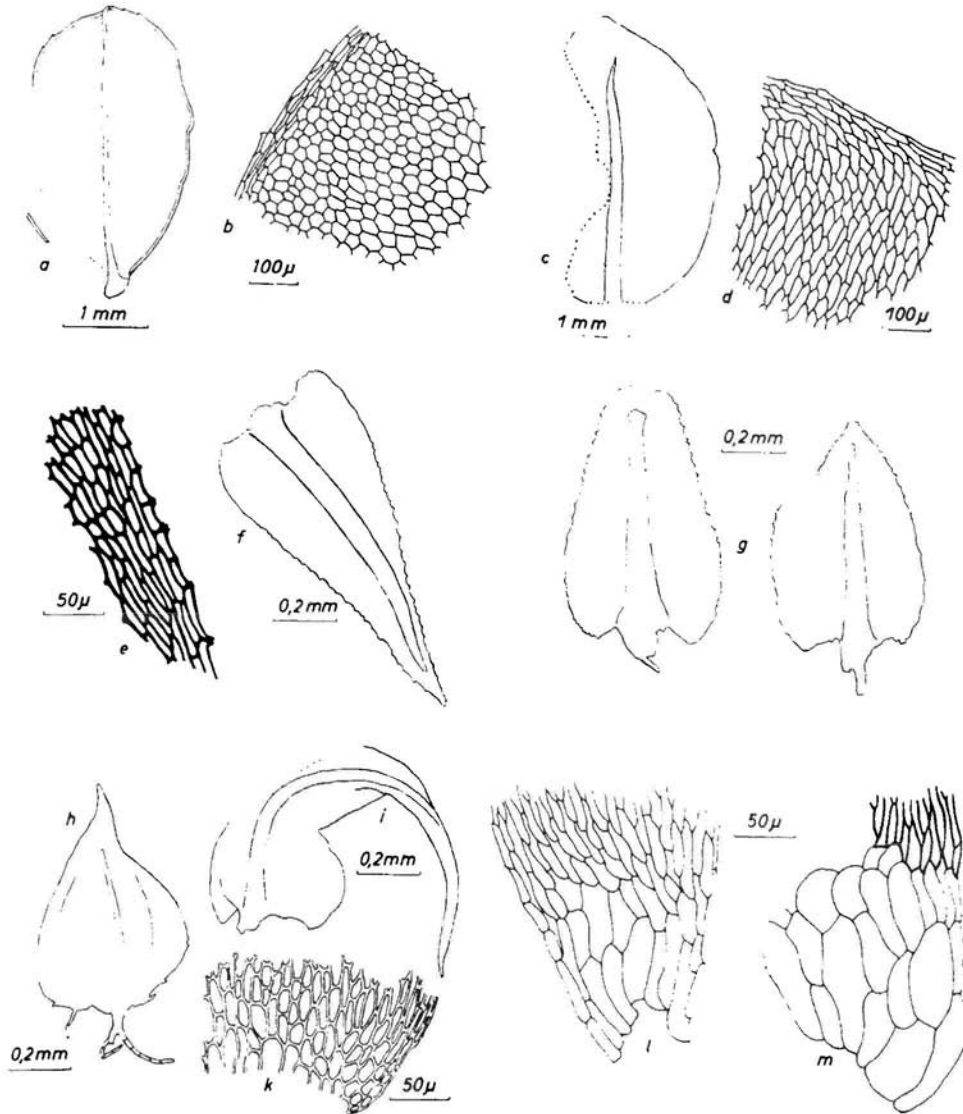


Abb. 11. a, b: *Cinclidium stygium*, Fi: III. c, d: *Mnium cinclidioides*, Fi: III. e - g: *Philonotis fontana*, Fi: IIb. g: Perichaetialblätter. h: *Helodium lanatum*, Fi: I. i, k: *Drepanocladus revolvens*, Rh: IIb. k: Blattbasis. l: *Calliergon stramineum*, Blattflügelzellen, Fi: IIb. m: *Calliergon sarmentosum*, Blattflügelzellen, Rh: I.

Det. KOPPE. — *Drepanocladus exannulatus* (GÜMBEL) WARNST. Fi: I, IIb — IVa, V. Häufig Stämmchen. Rev. KOPPE. — *Camptothecium trichoides* (NECKER) BROTH. S. III. Selten. Rev. KOPPE. Bl lang schmal-lanzettlich zugespitzt. Deutlich längsfaltig.

Equisetum spec.

Fi: I — V. Sp+Ep. S: II — IVb. Sp+Ep. Hz: III — IV. Sp. Rh: I, IIb, V. Sp+Ep. *Lycopodium inundatum* L. Fi: III. Rh: I. Je nur eine Spore. Taf. I, 1. — *Lycopodium alpinum*-Typ. Fi: IIa, IVa, V. Sp. S: IVa. Sp. Hz: III — IV. Sp. Rh: I, IIb, V. Sp. L. alpinum einschließlich L. complanatum und L. clavatum. Netziges Perispor. GröÙte Maschen unter 10 μ . Taf. I, 2. — *Lycopodium annotinum* L. S: 2 Sp in V. Netziges Perispor. GröÙte Maschen über 10 μ . — *Selaginella selaginoides* (L.) LIXK. Fi: I. Mikro-Sp. Hz: III. Mikro-Sp. Rh: I — IIa. Mikro-Sp. — *Botrychium spec.* Fi: I — IVa, V. Sp. S: III — IVb. Sp. Hz: III. Sp. Rh: I — IIb. Sp. Artbestimmung nicht gelungen.

Athyrium filix-femina (L.) ROTU

Fi: I — IIa, III — V. Sp. S: IVb. Sp. Hz: IV. Sp. Rh: IIb. Sp.

Bohnenförmige Sporen mit schwach verrucatem Perispor.

Dryopteris filix-mas (L.) SCHOTT

Fi: I — V. Sp.

Bohnenförmige Sporen mit stark aufgefaltetem Perispor.

Dryopteris thelypteris (L.) A. GRAY

Fi: IVb. Sp.

Bohnenförmige Sporen mit echinatem Perispor. Stacheln durch niedrige Auffaltungen des Perisporis miteinander verbunden (vgl. P. GREGUSS 1941; W. KARPOWICZ 1927).

Perisporlose Farnsporen

Fi: I — V. S: III — V. Hz: III — V. Rh: I — IIb, V.

Pinus spec.

Fi: 2 SpÖ in IVa, 1 Same in IIb.

Artbestimmung der Spaltöffnungen nicht möglich (vgl. W. TRAUTMANN 1953).

Pinus silvestris L.

Fi: IVa. Nd. Rh: V. Nd.

Die Bestimmung läÙt sich auf Grund der etwa quadratischen Epidermiszellen durchführen (vgl. A. MAHLERT 1885).

cf. *Juniperus communis* L. Fi: IIa — IVb. P. S.: III — IVa. P. Hz.: IV. P. Rh.: V. P. Stets nur vereinzelt. Die Bestimmung dieses außergewöhnlich unseheinbaren Pollentypes (Taf. I, 5—6) ist sicher in vielen Fällen fragwürdig. Gezählt wurden nur dünnwandige, oft etwas verbogene, 20—25 μ große Kugeln, auf deren Wand winzige Gemmae in unregelmäßiger Verteilung saÙen. Diese Gebilde lassen sich von rezentem *Juniperus*-Material bei gewöhnlicher Durchlichtbeleuchtung nicht unterscheiden. Es fragt sich, ob nicht eventuell tierische Zysten oder Algen Konvergenzbildungen aufweisen.

In den Karnischen Alpen fand ich auf dem etwa 1400 m hohen Naßfeldsattel ein Moor, das von großen Reinbeständen von *Juniperus nana* um-

geben ist. Eine Oberflächenprobe ergab 0,4% *Juniperus*, auf die BP bezogen; dabei wurden 283 BP und 822 NBP gezählt.

Ephedra cf. distachya L. Fi: I, IIb, III, V, P, S.: III, P, Hz.: III, P, Rh.: I—IIb, P. Insgesamt wurden mindestens 30 P von *Ephedra* gefunden. In einem nicht veröffentlichten Diagramm aus der Rhön (Profil II) wurden in einem Falle in einer Probe 5 P gefunden (IIb), in IIa wurden P von *Ephedra* einmal in zwei aufeinanderfolgenden, in IIb einmal in drei aufeinanderfolgenden Proben gefunden. Die P sind prolat, im Umriß elliptisch bis spindelförmig (Taf. I, 3), mit 5 bis 8 Längsrippen. Zwischen je zwei Längsrippen liegt eine verästelte Längsfurche (keine Keimfalte). Vgl. G. LANG 1951. Zu diesem *Distachya*-Typ gehören von den europäischen Arten *E. distachya* s. l. und *E. nebrodensis*. Auf Grund der heutigen Verbreitung — viele disjunkte Standorte — handelt es sich bei dem fossilen Material wahrscheinlich um *E. distachya* im weitesten Sinne. Diese Art hat außer ihren vereinzelt Standorten in Europa (Frankreich, Alpen, Ungarn, Ukraine) noch in Nordsibirien drei von dem südrussisch-südwestasiatischen Hauptareal abgesprengte Vorkommen bei etwa 67° n. Br. (Chatanga) und bei 64° und 61°30' n. Br. an der Lena (vgl. O. STAPP 1889). Nach H. GAMS 1952 handelt es sich freilich bei diesen Standorten um *E. monosperma* C. A. MEYER. Diese Art gehört jedoch in die nähere Verwandtschaft von *E. distachya* und ihre Pollenkörner gehören auch zu dem *Distachya*-Typ. Diese obengenannten Standorte nördlich und wenig südlich des Polarkreises sind beachtenswert. Es handelt sich um Gebiete, die zwischen den Januarisothermen von -35° und -40° liegen. Julitemperatur: +10 bis +15°. Die mittleren Niederschläge des Januars und des Juli liegen etwa zwischen 25 und 50 mm (nach SYDOW-WAGNERS methodischer Schulatlas). Wenn diese Angaben auch nicht sehr genau sind, so zeigen sie doch, daß *E. distachya* (oder eine nahe verwandte Sippe) auch in einem Gebiet mit geringen Niederschlägen und außergewöhnlich tiefen Wintertemperaturen gedeihen kann. Es liegt daher kein Grund vor, aus klimatischen Gründen die Möglichkeit eines spätglazialen Vorkommens dieser Sippe in Mitteleuropa nördlich der Alpen zu bezweifeln.

In einigen Fällen (Rhön, Rotes Moor I und IIa) wurden auch P von *Ephedra* gefunden, die unverästelte Längsfurchen besitzen. Zu diesem Pollentyp gehört in Europa heute nur die mediterrane *E. fragilis*, deren P mit dem fossilen Material (Taf. I, 4) sehr gut übereinstimmen. Es handelt sich dabei um ebenfalls prolata P mit 11 bis 12 Längsrippen. M. WELTEN (1957) fand diesen Pollentyp in spätglazialen Ablagerungen der Schweiz und möchte ihn vor allem auf Grund morphologischer Merkmale der heute ostmediterranen *E. fragilis* var. *campylopoda* zuordnen. Wieweit das wegen der

außergewöhnlich großen Variabilität der *Ephedra*-P möglich ist und ob noch außereuropäische Arten in Frage kommen, kann wohl erst an sehr umfangreichem Material festgestellt werden. Es dürfte zunächst besser sein, nur von einem *Fragilis*-Typ zu sprechen. Der von WELTEN beobachtete *Strobilacea*-Typ mit 14 bis 20 Längsrippen wurde von mir nicht aufgefunden. *Typha latifolia*-Typ. Fi: I, V, P, Rh: IIa, P. Monoporate Pollentetraden. - cf. *Sparganium*. Fi: IIb, IVa, V, P, S: IVa, P, Hz: III, P, Rh: I - IIb, P. P eiförmig, reticulat, monoporat. Wand ist dicker als bei *Potamogeton*. *Sparganium minimum* oder affine. Rh: I, 1 Stk.

Potamogeton spec.

Fi: I - IVa, P, Rh: I, P.

Potamogeton obtusifolius MERR. et KOCH

Fi: I - IIb, Stk.

Stk 2 - 2,5 mm lang, zwei Höcker auf der Rückenseite nahe der Basis und zahlreiche Höcker auf der Rückenklappe.

Zur Bestimmung der *Potamogeton*-Stk wurde neben Vergleichsmaterial vor allem der Schlüssel von K. JESSEN 1948 herangezogen.

Potamogeton praelongus WULFEN

Fi: I - IIa, Stk. Selten.

Stk 4 mm lang, Rückenklappe dachförmig, stark gekielt.

Potamogeton coloratus VAILL.

Fi: IIa, 1 Stk.

Stk 1,5 mm lang, mit je einer deutlichen Grube an der Seite, Rückenklappe abgerundet, ein Kiel war nicht zu erkennen, jedoch kann dieser auch bei rezentem Material nur ganz schwach ausgebildet sein.

Potamogeton rutilus WOLFGANG

Fi: I - IIb, Stk.

Stk 1,8 - 2,0 mm lang, sehr dick. Steht *P. pusillus* sehr nahe, Taf. IV, 57.

Heleocharis palustris (L.) R. BRUX

Fi: IVa, Fr.

Perianthborsten mit Widerhaken.

Carex sect. *Eucarex*. Fi: I - IVb, N, S: III, N, Hz: IV - V, N, Rh: I - IIb, V, N. -

Carex sect. *Vignea*. Fi: I, IIa, IVa, N, S: III - IVb, N, Hz: III - V, N, Rh: I - IIb, N.

Carex aquatilis WAULENB. Rh: I Fr in I. Zur Bestimmung stand neben rezentem Vergleichsmaterial auch das von C. A. WEBER revidierte Material aus der Grube Marga in der Niederlausitz zur Verfügung (vgl. F. FIRBAS u. R. GRAHMANN 1928). Die Bestimmung erfolgte auf Grund der guten Übereinstimmung in folgenden Merkmalen: Form und Lage der Purpuzellen, Utriculusepidermiszellen, Größe und Form der Fr, Form der Nuß und ihrer Epidermiszellen. Taf. IV, 64-65.

Carex rostrata STOKES. Fi: I - IVb, Fr, Hz: III - IV, Fr, Rh: I - IIb, Fr, Frschlauch bis 4 mm lang, stark aufgeblasen mit dünnem Schnabel, nervig, Innenfrucht dreikantig. - *Carex canescens* L. Fi: IVa, Fr.

Juncus spec.

Fi: IVa, S, Rh: I, S.

Populus spec.

Fi: I—V, P, S: IVa, P, Rh: I, P, Selten.

P inaperturat, kugelig, mikroechinat.

Salix spec.

Fi: I—V, Ho: KnSch, S: I—IVb, Ho—KnSch, Hz: III—IV, Ho—KnSch, Rh: I—IIa, Ho—KnSch.

Betula nana L. Fi: I—V, Fr+FrSch+Bl+Ho, Hz: IV, Fr+Ho. Fruchtlflügel weniger als halb so breit wie der Fr, meistens jedoch nur ein Viertel der Fruchtbreite. Früchte, deren Flügel fast halb so breit sind wie die Frucht, lassen sich nicht mehr von *B. humilis* unterscheiden. Fr und FrSch vom *B. nana*-Typ treten auch stets reichlich bei *B. nana* × *pubescens* auf. Dieser Bastard, den man zu den Baumbirken rechnen müßte, läßt sich also unter Umständen gar nicht nachweisen. Das Holz von *B. nana* hat im Gegensatz zu *B. alba* s. l. nur einreihige Markstrahlen. (Vgl. W. HILLER 1922/23.) Taf. IV, 54—56.

Betula pubescens EHRH.

Fi: I—V, Fr+FrSch, Rh: V, Fr+Sch+Ho.

Fr langgestreckt, Frflügel etwa so breit wie die Frucht. Gleiche Fr und FrSch kommen auch bei dem Bastard *B. nana* × *pubescens* vor. Taf. IV, 53.

Betula alba s. l.

Fi: I—V, Rh: V, Flügellose Fr und beschädigte FrSch.

Urtica spec.

Fi: I—P in IVa.

Rumex spec.

Fi: I—V, P, S: III—IVb, P, Hz: III—V, P, Rh: I—IIb, P.

Nachdem zur Zeit in Göttingen vorhandenen Vergleichsmaterial scheint eine Trennung in einen *Oxyria*-Typ (Scabrat nach FAEGRI u. IVERSEN 1950) und einen *Rumex sect. acetosa*-Typ (Reticulat nach FAEGRI u. IVERSEN 1950) nicht möglich zu sein. Die Pollenkörner von *Oxyria digyna* und *Rumex acetosa* besitzen beide ein Retikulum, dessen Maschenweite unter 1 μ liegt. Definitionsgemäß (IVERSEN u. TROELS-SMITH 1950) muß dann die Skulptur als scabrat bezeichnet werden.

Polygonum bistorta-Typ

Fi: IIa—IVa, P, S: III, V, P, Hz: III—IV, P, Rh: I—IIb, V, P.

P. bistorta und *P. viviparum*, Unterscheidung zur Zeit nicht möglich (vgl. O. HEDBERG 1946).

Polygonum amphibium L. Fi: I—V, Fr in I, Fr 2.8 mm lang, dickwandig, auf beiden Seiten abgeflacht. Abb. 12: Taf. IV, 62—63.

Chenopodiaceae

Fi: I—IVa, P, S: III—IVb, P, Hz: III—IV, P, Rh: I—IIb, P.

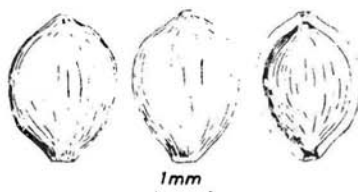


Abb. 12.
Polygonum amphibium, Frucht.

Montia spec. Fi: I—IVa. P. Hz: III. P. Rh: I. P. P pericolpat mit 12 symmetrisch — auf den Kanten eines Würfels — angeordneten Falten. Margo vorhanden. Intercolpen intrareticulat. Artbestimmung scheint wegen Überschneidung der Merkmale von *M. rivularis* und *M. verua* nicht möglich zu sein. Taf. I, 7—10.

Montia rivularis GMEL. Fi: I—IVa. S. S: III—IVb. S. Rh: I. S. Samen schwarz, glänzend, etwas zusammengedrückt, 0,9—1,1 mm lang. Flachwarzige, spröde Samenschale. Die Samen von *M. verua* sind matt. Taf. IV, 61.

Caryophyllaceae p. p.

Fi: I—IVa. P. S: III—IVb. P. Hz: III. P. Rh: I—IIb. P.

Gypsophila spec. Rh: I—IIa. P. Selten. P periporat mit 12 Poren, die auf den Flächen eines Pentagondodekaeders angeordnet sind. Poren mit breitem Annulus. Taf. I, 11.



Abb. 13. *Stellaria uliginosa*. Same.

Stellaria uliginosa MURRAY. Fi: I, IIb—III. S. Rh: I. S. S 0,8 bis 0,9 mm lang, mit mehr oder weniger in konzentrischen Kreisen angeordneten sternartigen Warzen. Abb. 13; Taf. IV, 59—60.

Ceratophyllum submersum L. Fi: IVa. 1 Fr.

Ranunculaceae p. p.

Fi: I—IIb. P. S: III—IVb. P. Hz: III. P. Rh: I—IIb. P.

„*Callha*-Typ“ nach FAEGRI und IVERSEN 1950. Gattungsbestimmung noch nicht gelungen.

Ranunculus spec. Fi: I—V. P. S: III—IVa. P. Hz: III—IV. P. Rh: I—IIb. P. Hierher gehört der „*Batrachium*-Typ“, der jedoch auch bei Landpflanzen der Gattung *Ranunculus* verbreitet ist. *Ranunculus* sect. *Batrachium*. Fi: I—IVa. Fr. Artbestimmungen dieser Früchte noch nicht restlos gesichert.

Drosera rotundifolia L.

Fi: 1 Tetrade in V.

Echinat, inaperturat. Artbestimmung auf Grund der Stachelänge möglich.

Saxifraga oppositifolia-Typ sensu FAEGRI und IVERSEN 1950. Fi: I—IIb. P. S: III—IVa. P. Rh: I. P. P prolat, tricolpat, striat, klein. Skulpturelemente verlaufen senkrecht zu den Falten. Faltenränder mit Körnelung. Dieser Pollentyp kann sehr leicht übersehen werden, da die Skulptur mit der Apertur 0,65 noch nicht sichtbar wird.

Thalictrum spec.

Fi: I—V. P. S: III—IVa. P. Hz: III—IV. P. Rh: I—IIb. P.

Cruciferae

Fi: I—V. P. S: III. P. Hz: III. P. Rh: I—IIb. P.

Rosaceae p. p.

Fi: I—V. P. S: III—V. P. Hz: III—IV. P. Rh: I—IIb. V. P. *Potentilla*- und *Geum*-Typ wurden zusammengezählt. *Comarum palustre* (L.) Scop. Fi: IVa—IVb. N.

S: III - IVb, N, Hz: IV, N, Rh: I - IIb, N. *Sanguisorba officinalis* L. Fi: I - V, P, S: III, IVb, P, Hz: IV - V, P, Rh: I - IIb, P. P doppelkegelförmig, stephanocolporat mit sechs Falten, von denen jede zweite tiefer in den Pollenkörper einschneidet.

Sanguisorba minor Scop. Fi: I - IVa, P, S: III - IVb, P, Hz: III, P, Rh: I - IIb, P. Nicht häufig, P kugelig, tricolporat mit kurzen Falten. Besonders die äquatorial ausgezogenen Poren, aber auch die Falten deutlich operculat, Taf. I, 15 - 16.

Filipendula spec. Fi: I - V, P, S: III - V, P, Hz: III - V, P, Rh: I - IIb, V, P. Dieser Pollentyp ist auf die Gattung *Filipendula* beschränkt. Artbestimmung wohl nicht möglich, Taf. I, 19 - 21.

Papilionaceae p. p.

Fi: I, IIb - IVa, V, P, S: III, P, Rh: IIa - IIb, P.

Trifolium spec. Fi: III, P, Rh: IIa - IIb, P. Sehr selten. P tricolpat, reticulat, 40—45 μ lang. Bei der Durchmusterung aller mitteleuropäischen Arten kamen nur *T. rubens* und *T. ochroleucum* in Frage.

Lathyrus spec. Fi: IIa - III, P, 40 μ lang, tricolpat, im äquatorialen Bereich mit angeedeuteter reticulater Skulptur. Poren etwas in äquatorialer Richtung ausgezogen, oval. Bei der Durchmusterung aller mitteleuropäischen Arten kam vielleicht *L. paluster* in Frage. Poren außerdem mit Costae.

Onobrychis viciaefolia s. l. Fi: I, IIb - III, P, S: III, P, Hz: IV, P. Seltener, P langgestreckt, tricolpat, reticulat. Dieser Pollentyp ist auf die Gattung *Onobrychis* beschränkt (vgl. K. FAEGRI 1956). Eine Trennung von *O. viciaefolia* ssp. *montana* und ssp. *arenaria* wäre hier von großer Bedeutung, ist jedoch pollenmorphologisch bisher nicht gelungen. *O. arenaria* hat eine Reihe disjunkter Standorte von Süddeutschland bis zum Baltikum, während das Areal von *O. montana* in der montanen Stufe der Alpen geschlossen ist, Taf. I, 12—14.

Geranium spec.

Fi: I, IIa, III, P, S: IVb - V, P, Hz: III - V, P, Rh: I, IIb, P.

Empetrum nigrum L. Fi: I, III - IVa, P, S: III - IVa, P, Hz: III - V, P, Rh: I, IIb, P. Zur Bestimmung vgl. F. OVERBECK 1934, Taf. I, 17.

Empetrum hermaphroditum LGE. Fi: III, P, Rh: I, P. Je eine Pollentetrade: 39 μ und 40 μ groß. Diese tetraploide Form von *E. nigrum* unterscheidet sich von diesem auch durch die Pollengröße: *E. nigrum* 22,1 μ —34,0 μ , *E. hermaphroditum* 34,0 μ —47,6 μ (G. ERDTMAN 1954). *Empetrum*-Tetraden um 34 μ wurden immer noch zu *E. nigrum* gezählt, doch dürften Werte von 39—40 μ eindeutig für *E. hermaphroditum* sprechen, Taf. I, 18.

Rhamnus spec. Fi: I, P, Rh: IIb, P. Je 1 P. Alle mitteleuropäischen Arten außer *R. frangula* kommen in Frage. *Rhamnus frangula* L. S: V, P, Rh: V, P. Je 1 P. Zur Bestimmung vgl. H. STRAKA 1954.

Helianthemum nummularium (L.) MILL. Sammelart. Fi: I—IVa.
P. Rh: I, IIb P.

Helianthemum italicum (L.) PERS. Sammelart. Fi: I—IVa.
P. S: III—IVb. P. Hz: III. P. Rh: I—IIb. P. Beide Sammelarten lassen sich auf Grund unterschiedlicher Pollengrößen einigermaßen voneinander trennen (J. IVERSEN 1944). Es wird allgemein angenommen, daß es sich in Mitteleuropa bei den zu *H. italicum* gehörigen Funden um *H. alpestre* handelt. Von einer kleinblütigen Art (wohl *H. alpestre*) fand G. LANG 1952a Früchte im südwestdeutschen Spätglazial.

Viola spec.

Hz: IV—V. S.

S mit einschichtigem Sklerenchym, Raphe geht fast bis zur Spitze der Frucht. Unbestimmbar.

Hippophaë rhamnoides L.

Fi: I—IIb. P. S: III—IVa. Hz: III. P. Rh: I—IIb. P.

Epilobium spec.

Fi: I—IVa. V. P. S: III—IV. P. Hz: III. P. Rh: I—IIb. P.

Myriophyllum alterniflorum DC. Fi: I, III—IVa. P+Fr. - *Hippuris vulgaris* L. Fi: I—IIb. Stk. Rh: I. Stk. Taf. IV, 58.

Hedera helix L.

Fi: V. P. S: V. P. Rh: V. P. Sehr selten.

Umbelliferae p. p.

P in allen Abschnitten aller Profile.

Pleurospermum austriacum (L.) HOFFM. Fi: 4 P in III—IVa.
S: 1 P in IVa. Erste Funde im Spätglazial durch J. IVERSEN 1954. (Dort auch eine Verbreitungskarte von *P. austriacum*.) IVERSEN fand auf Seeland und Bornholm je ein P in III. Die P sind denen von *Ligusticum* sehr ähnlich, doch haben diese ein wesentlich kleineres Polarfeld (nach Frl. R. WILHELM, Göttingen, mündlich). Taf. III, 39—43.

Bupleurum spec. Fi: I, III. P. S: III. P. Sehr selten. Nach R. WILHELM ist dieser Pollentyp in Mitteleuropa auf die Gattung *Bupleurum* beschränkt. Taf. III, 44—46.

Cicuta virosa L.

Fi: IVa. Fr.

Ericaceae p. p. Fi: I, IIb—V. P. S: III—IVb. P. Hz: III—V. Rh: I, IIb, V. P. —

Calluna vulgaris (L.) HELL. Fi: I, IIb, IVa—V. P. S: IVa—V. P. Hz: III—V. P. Rh: V. P. Zur Bestimmung vgl. F. OVERBECK 1934.

Lysimachia spec.

Fi: IVa. P. S: V. P. Rh: V. P. Selten.

Armeria spec.

Hz: 1 P in III.

Nicht weiter bestimmbar. Taf. III, 37—38.

Gentiana spec.

Rh: IIb. P. 1 beschädigtes Pollenkorn, nicht mehr bestimmbar.

Sweertia perennis L. Fi: I—IVa. P. S: III. P. Rh: I—IIa. P. Petwa 40 μ lang, im Gegensatz zu den Pollenkörnern der Gattungen *Chlora* und *Centaureum* in den meisten Fällen nicht striat. Wenn Skulptur vorhanden, dann nur mit sehr guter Optik (Apochromat, n. Ap. 1.32) sichtbar. Pollenkörner im Umriß prolat, oft etwas rhomboidisch. Hinsichtlich der Poren und Falten (Tricolporat mit kleinem Polarfeld) gute Übereinstimmung mit rezentem Vergleichsmaterial verschiedener Herkünfte. Die Pollenkörner von *Sweertia carinthiaca* sind fast kugelig und haben hervortretende Poren. Taf. II, 30—36.

Menyanthes trifoliata L.

Fi: III—V. P+S+Ep. Hz: III—V. P. Rh: IIa—IIb. P.: S.

Cuscuta spec.

Fi: 1 P in IVb.

Polemonium coeruleum L. Fi: I—IVa. P. Rh: I—IIb. P. Regelmäßig, aber nicht häufig. P periporat, striat. Taf. II, 22—26: Fossiles Material. Taf. II, 28—29: Rezent Material. Poren klein, unscheinbar. Die Vallae, die die striate Skulptur bilden, sind untereinander durch querstehende Skulpturelemente verbunden, ohne daß es aber zur Bildung eines deutlich ausgeprägten Netzwerkes käme. In Europa kommen nur zwei Arten in Frage: Das arktisch-alpine (bzw. nordisch-kontinentale) *P. coeruleum* und *P. boreale* WILLD., das in Europa nur an einigen Stellen in Karelien und im arktischen Rußland vorkommt. Von *P. coeruleum* wird noch die sehr nahestehende Art *P. acutiflorum* WILLD. (= *P. campanulatum* FR.) abgetrennt, die in Nordfennoskandien vorkommt. Zu dem *Coeruleum*-Typ gehört ferner noch das in Dahurien beheimatete *P. gracile* WILLD., doch braucht man mit dieser Art im mitteleuropäischen Spätglazial wohl nicht zu rechnen.

Die Pollenkörner von *P. boreale* (Taf. II, 27: Rezent Material) sind zwar auch noch als striat anzusprechen, doch ist das oben beschriebene Netzwerk wesentlich stärker ausgebildet. Außerdem sind die Poren erheblich größer als bei *P. coeruleum*.

Labiatae

Fi: I—IIa, IVa—V. P. Hz: III. P.

Melampyrum spec.

Fi: IVb—V. P. S: IVb—V. P. Hz: IV. P. Rh: V. P.

Plantago media L. Fi: IIa, III—IVa. P. S: III—IVa. P. Rh: I—IIb. P. P 27—29 μ groß. Stark verrucos. Warzen so groß wie die Poren, diese wenig scharf abgesetzt. Warzen auch im optischen Schnitt deutlich sichtbar. Auf Grund dieser Merkmale fällt *P. media* aus dem sogenannten Major-Media-Typ heraus (vgl. I. MÜLLER 1947).

Plantago major-Typ. Fi: III—IVa. P. S: III. P. Rh: I—IIa. P. Selten. P klein, 20—21 μ . Nach I. MÜLLER 1947 könnte es sich wegen der geringen Größe um *P. major* selber handeln. Die warzige Skulptur ist bei *P. major* meist stark reduziert, mehr punktförmig ausgebildet.

Plantago lanceolata-Typ. Fi: V. P. S: V. P. Sehr selten.

Rubiaceae

Fi: I V. P. S: III V. P. Hz: III—V. P. Rh: I—IIb. P.

Valeriana dioica-Typ. Fi: IVa. P. S: V. P. Rh: V. P. P etwa 35 bis 45 μ groß, tricolpat, echinat. Die Stacheln sind lang, zylindrisch und stehen auf kleinen Polstern, die von der Exine gebildet werden. Nach G. WAGENITZ 1956 gehören solche P zu *V. dioica* und *V. simplicifolia*.

Valeriana sambucifolia MİK. s.l. Fi: IIa—V. P. S: IVb—V. P. Hz: III—IV. P. Rh: IIa—IIb. V. P. P 50—70 μ groß, tricolpat mit kurzen, vom Grunde an zugespitzten Stacheln, die ebenfalls auf kleinen Polstern stehen. Nach G. WAGENITZ 1956 gehört dieser Pollentyp zur *Officinabilis*-Gruppe, und zwar wegen der Größe der P zu der tetraploiden *V. sambucifolia* s.l.

Knautia spec. Fi: I, IIb—IVa. P. S: III. P. Rh: IIa—IIb. P. P perprolat, triporat, fast dreieckig, Echinat, mit verschieden langen Stacheln. — *Succisa spec.* S: 2 P in V. P tricolpat, echinat, Columellae oben bäumchenförmig verzweigt, Falten kurz. Vgl. G. LANG 1952b. — *Scabiosa spec.* Rh: 1 P in IIa. P tricolpat, echinat, Columellae unverzweigt, Falten lang. Vgl. G. LANG 1952b.

Campanulaceae

Fi: I V. P. S: IVa. P. Hz: IV. P. Rh: I—IIa. P.

Compositae p. p.

P in allen Abschnitten aller Profile.

Artemisia spec.

P in allen Abschnitten aller Profile.

Centaurea scabiosa-Typ. Fi: I—IVa. P. S: III—IVb. P. Hz: III. P. Rh: I—IIb. P. Nach G. WAGENITZ 1955: P echinat, tricolporat, im Umriß rhomboidisch, Stacheln klein, Innere Stäbchenschicht stark reduziert. Dazu gehören: *C. scabiosa* L., *C. rupestris* L. und *C. dichroantha* A. KERN. Taf. III, 50—52.

Centaurea montana-Typ. Rh: V. P. Nach G. WAGENITZ 1955: P scabrat, tricolporat, ohne Costae colpi. Innere Stäbchenschicht nicht reduziert. Dazu gehören: *C. montana* L. und *C. triumfelli* ALL. Taf. III, 47—49.

Centaurea jaceae-Typ. Rh: 1 P in I. Nach G. WAGENITZ 1955: Innere Stäbchenschicht völlig reduziert. Umfaßt 13 Arten in Mitteleuropa.

Saussurea-Typ

Fi: I—IIa, III—IVa. P. S: III—IVb. P. Hz: III—IV. P. Rh: I—IIb. P.

Bei den *Camarum* weit verbreiteter Pollentyp.

Die Auswertung dieser Florenliste darf nur mit großer Vorsicht vorgenommen werden, da das Untersuchungsmaterial der drei Mittelgebirge nicht gleichwertig ist: Nur im Fichtelgebirge wurde der ganze Spätglazialablauf aufgefunden, während im Harz die Ältere Tundrenzeit und das Alleröd, in der Rhön die Jüngere Tundrenzeit nicht erfaßt sind. Es werden daher hier nur die augenfälligsten Beziehungen zwischen Florenzusammensetzung auf der einen Seite und Klima und Boden auf der anderen Seite berücksichtigt.

Die nachgewiesenen Pflanzensippen können in Wasser- und Sumpfpflanzen, Pflanzen von mehr oder weniger trockenen Rasengesellschaften (inkl. Zwergsträucher), Quellflurpflanzen und Hochstaudenpflanzen eingeteilt werden. Die folgenden Listen enthalten 69 Arten bzw. Sippen.

Wasser- und Sumpfpflanzen. Untergetaucht oder herausragend.

Calliergon giganteum, *Carex aquatilis*, *Ceratophyllum submersum*, *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus* sect. *Batrachium*, *Polygonum amphibium*, *Polamogeton coloratus*, *P. obtusifolius*, *P. praelongus*, *P. rutilus*, *Sparganium*, *Typha* spec., *Nitella flexilis*.

Flachmoorpflanzen

Bryum ventricosum, *Calliergon giganteum*, *C. sarmentosum*, *C. stramineum*, *Campyllum polygamum*, *Camptothecium trichoides*, *Cinclidium stygium*, *Drepanocladus eramulatus*, *D. fluitans*, *D. revolvens*, *D. Soudneri*, *Helodium lanatum*, *Mnium cinclidioides*, *Paludella squarrosa*, *Scorpidium scorpioides*, *Sphagnum teres*.

Carex rostrata, *C. canescens*, *Cicuta cirosa*, *Comarum palustre*, *Dryopteris thelypteris*, *Heleocharis palustris*, *Lycopodium inundatum*, *Menyanthes trifoliata*, *Sanguisorba officinalis*, *Sweetia perennis*, *Valeriana dioica*.

Quellflurpflanzen

Philonotis fontana, *Ph. calcarea*, *Montia circularis*, *Stellaria aliginosa*.

Rasen- und Zwergstrauchgesellschaften

Artemisia spec., *Botrychium* spec., *Bupleurum* spec., *Betula nana*, *Calluna vulgaris*, *Centaurea scabiosa*, *Ephedra* cf. *distachya*, *Empetrum hermaphroditum*, *Empetrum nigrum*, *Helianthemum* cf. *alpestre*, *H. nummularium* s. l., *Gypsophila* spec. (*G. repens* oder *fastigiata*), *Onobrychis riciacifolia* s. l., *Plantago media*, *Sanguisorba minor*, *Selaginella selaginoides*, *Thalictrum* spec.

Hochstauden

Centaurea montana, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Geranium* (?), *Pleurospermum austriacum*, *Polemonium coeruleum*, *Valeriana sambucifolia* s. l.

Betrachtet man diese Pflanzenliste in Hinblick auf die anfangs aufgeworfene Frage nach den Bodengegensätzen (Basalt und Muschelkalk in der Rhön und Granit im Harz und im Fichtelgebirge), so wird man nur in ganz wenigen Fällen einen Zusammenhang finden. Eine Häufung kalkliebender Pflanzen in der Rhön liegt nicht vor. *Ephedra distachya*, die nach HEGG nur auf Kalk wächst, wurde durch Pollenkörner in der Rhön wesentlich häufiger nachgewiesen als im Fichtelgebirge oder im Harz. Aber ein derartiger Vergleich auf Grund der Pollenhäufigkeit muß unbefriedigend bleiben, da die Entfernungen zu den nächsten Standorten nicht bekannt sind. In der Pflanzenliste findet man nur wenig extrem kalkliebende bzw. kalkscheue Arten. An Kalk gebunden sind: *Onobrychis viciaefolia* s. l. (fossile Funde: Fichtelgebirge und Harz), *Ephedra distachya* (Fichtelgebirge, Harz und Rhön), *Helianthemum alpestre* (Fichtelgebirge, Harz und Rhön), *Gypsophila repens* oder *fastigiata* (Rhön) und *Philonotis calcarea* (Fichtelgebirge!). Kalkscheu sind: *Carex rostrata* (Fichtelgebirge, Harz und Rhön), *Empetrum nigrum* (Fichtelgebirge, Harz und Rhön), *E. hermaphroditum* (Fichtelgebirge und Rhön), *Calluna vulgaris* (Fichtelgebirge, Harz und Rhön) und *Lycopodium inundatum* (Fichtelgebirge und Rhön). Bei den meisten Arten handelt es sich jedoch um Pflanzen, die entweder kalkliebend sind, aber außerdem auch noch auf nährstoffreichen Böden wachsen oder um solche, die kalkmeidend sind, aber ebenfalls noch auf nährstoffkräftiger Unterlage gedeihen. Dieses gilt für alle drei Untersuchungsgebiete. Außerdem gab es in der Späteiszeit im Fichtelgebirge und im Harz mehrere kalkgebundene Pflanzen, die dort heute nicht mehr gedeihen. Daraus dürfte der Schluß gezogen werden können, daß während der Späteiszeit die Nährstoffe aus dem an sich nicht nährstoffarmen Granitverwitterungsboden nicht so schnell ausgewaschen wurden, wie das heute der Fall ist. Die Niederschlagsmengen dürften geringer und das Klima weniger humid gewesen sein. Andererseits können sich auch die eiszeitlichen Rohböden lange erhalten haben. Auf jeden Fall werden die Urgesteinsgebirge der Wanderung kalkliebender Pflanzen weniger hinderlich gewesen sein, als dies heute der Fall ist.

Die Zusammenstellung der nachgewiesenen Arten hinsichtlich ihrer heutigen Verbreitung wurde nach E. HULTÉN 1950 vorgenommen. Einige Arten, die bei HULTÉN nicht aufgeführt sind, wurden nach der Gliederung von H. MEUSEL 1943 zusammengestellt. Es sind nur die Samenpflanzen und Farne berücksichtigt.

Zirkumpolare, arktisch-montane Arten: *Selaginella selaginoides* (I, IIa—III).

Europäische borealmontane Arten: *Valeriana sambucifolia* s. l. (IIa—IV).

Nordeuropäische Arten mit borealmontaner Tendenz: *Betula pubescens* (I—V).

Eurasiatische, in Europa borealmontane Arten: *Pinus silvestris*.

Borealzirkumpolare Arten, in Europa borealmontan: *Betula nana* (I—V).

Subatlantische Arten: *Potamogeton coloratus* (IIa), *Valeriana dioica* (IVa—V).

Zirkumpolare, subozeanische Arten: *Montia ricularis* (I—IVb).

Nördliche, borealzirkumpolare Arten: *Carex aquatilis* (I).

Westeuropäisch-mittelsibirische Arten: *Carex rostrata* (I—IVb), *Plantago media* (I—IVa), *Centaurea scabiosa* (I—IVa), *Calluna vulgaris* (I, IIb—III), *Stellaria uliginosa* (I, IIb—III).

Westeuropäisch-südsibirische Arten: *Ceratophyllum submersum* (IV).

Eurasiatische Arten: *Sanguisorba officinalis* (I—V), *Pleurospermum austriacum* (III—IVa), *Cicuta virosa* (IVa).

Borealzirkumpolare Arten: *Potamogeton obtusifolius* (I—IIb), *P. rutilus* (I—IIb), *P. praelongus* (I—IIa), *Hippuris vulgaris* (I—IIb), *Athyrium filix-femina* (I—V), *Empetrum nigrum* (I, IIb—V), *Comarum palustre* (I—IVb), *Menyanthes trifoliata* (IIa—V), *Juniperus communis* (IIa—V), *Lycopodium annotinum* (V), *Dryopteris thelypteris* (IIb), *Heleocharis palustris* (IVb), *Carex canescens* (IVa), *Drosera rotundifolia* (V).

Unvollständige borealzirkumpolare Arten: *Lycopodium inundatum* (I, III), *Dryopteris filix-mas* (I—V).

West-sibirisch kontinentale Arten: *Polemonium coeruleum* (I bis IVa).

Südosteuropäisch-südsibirische Arten: *Hippophaë rhamnoides* (I—IVa), *Sweetia perennis*: Nach HULTÉN zersplittertes arktisch-montanes, nach MEUSEL boreal-mont.-kont. Areal.

Sanguisorba minor: Nach MEUSEL boreomeridional-montan-kontinental.

Polygonum amphibium: Nach MEUSEL boreomeridional-mont.

Myriophyllum alterniflorum: Nach MEUSEL boreal-mont.-ozeanisch.

Empetrum hermaphroditum: Nach MEUSEL wie *E. nigrum* boreal-mont.

Ephedra distachya: Nach MEUSEL eur.-merid.-kont.

Helianthemum alpestre: Nach MEUSEL süd-mittleurop.-mont.

Centaurea montana: Nach MEUSEL süd-mittleurop.-mont.

Der Anteil der borealzirkumpolaren Arten ist sehr groß und überraschenderweise der Anteil der arktisch-montanen (arktisch-alpinen) Arten sehr gering. Eigentlich gehört hierher nur *Selaginella selaginoides*. Kon-

tinentale und subatlantische bzw. subozeanische Arten sind etwa gleich stark vertreten. Vergleicht man dieses Ergebnis mit der Zusammenstellung der südwestdeutschen Flora während der Älteren Tundrenzzeit bei G. LANG 1952b, so stellt man fest, daß dort wesentlich mehr arktisch-alpine Arten stehen. Diese sind etwa ebenso stark vertreten wie die boreomeridionalen Arten. Es ist jedoch noch nicht möglich, aus diesem Vergleich schon heute einen Schluß zu ziehen. G. LANG hatte für seine Zusammenstellung mehrere Untersuchungen zur Verfügung, während aus den hier untersuchten Mittelgebirgen erst eine Arbeit vorliegt, die außer Großresten auch die NBP im großen Maße heranzieht.

Zum Schluß wäre noch zu sagen, welche im Spätglazial der drei Untersuchungsgebiete nachgewiesene Arten heute dort ausgestorben sind oder noch als Glazialrelikte vorkommen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß *Betula nana* am Radauer Born im Harz heute noch wächst und daß fossile Reste dort im Praeboreal gefunden wurden. Es fehlt jedoch noch der Nachweis, daß *Betula nana* kontinuierlich seit dem Praeboreal oder Spätglazial dort vorkam. Erst dann hätte man den vollständigen Beweis, daß es sich wirklich um ein Glazialrelikt handelt (vgl. H. WALTER 1954). *B. nana* wurde ebenfalls im Fichtelgebirge von I—V nachgewiesen, heute ist sie dort ausgestorben. Aus Mitteleuropa nördlich der Alpen vollständig verschwunden ist *Ephedra distachya*, an deren einstmaligen Vorkommen in den Untersuchungsgebieten, besonders in der Rhön, wohl nicht mehr gezweifelt werden kann. *Selaginella selaginoides* wächst heute noch im Harz; im Fichtelgebirge und in der Rhön ist sie ausgestorben. Weiterhin sind *Sweetia perennis* und *Polemonium coeruleum* als Glazialrelikte anzusehen. *Sweetia* ist im Fichtelgebirge wie in der Rhön heute ausgestorben. *Polemonium* dürfte dort das gleiche Schicksal erlitten haben, sein gelegentliches Auftreten in den Mittelgebirgen wird allgemein auf Gartenflüchtlinge zurückgeführt. *Cinclidium stygium* und *Mnium cinclidioides* fehlen heute im Fichtelgebirge. *Helodium lanatum* konnte im Fichtelgebirge an zwei Stellen und außerdem im Roten Moor in der Rhön nachgewiesen werden. Heute ist das Rote Moor, von einem Standort in den Alpen abgesehen, das südlichste Vorkommen dieser Art. (Angaben aus: RABENHORST'S KRYPTOGAMENFLORA; H. REIMERS 1923; F. KOPPE 1955.)

G. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Im Fichtelgebirge, im Harz und in der Rhön wurden die spätglazialen und frühpostglazialen Ablagerungen von vier Mooren in 625—805 m Meereshöhe pollenanalytisch, hinsichtlich von Makrofossilien (Samen, Früchte) und stratigraphisch untersucht.

1. Nur im Fichtelgebirge konnte in 625 m Höhe ein vollständiger Spätglazialablauf (abgesehen von dem Bölling-Interstadial) aufgedeckt werden. Es handelt sich dabei um einen ehemaligen kleinen See südlich Fichtelberg, der wahrscheinlich durch Tieftauen eines begrabenen Firn- oder Schneefeldes entstand. *Betula pubescens* wurde kontinuierlich vom Ende der Älteren Tundrenzeit bis zum Boreal nachgewiesen. Auf nahe Vorkommen von Kiefern darf man seit IIb (Jüngere Allerödzeit) schließen, sie wurden aber durch die Jüngere Tundrenzeit, während der es noch zu Solifluktionsercheinungen kam, von ihren höher gelegenen Standorten wieder verdrängt. Die allerödzeitlichen Birken- bzw. Birkenkiefernwälder müssen in diesen Höhen noch licht oder parkartig gewesen sein. Verbreitet waren Rasengesellschaften, die hauptsächlich aus *Gramineen* und *Artemisia* bestanden. Auch *Betula nana* und Pollen von *Ephedra* cf. *distachya* wurden nachgewiesen.

In der Seelohe (770—780 m) ist nur der Ausklang einer waldarmen Zeit, offensichtlich der Jüngeren Tundrenzeit, erfaßt. Großreste von Bäumen fehlen.

2. Im Oberharz (Radauer Born, 800 m) wurde nur ein kurzes Stück der Jüngeren Tundrenzeit aufgedeckt. Großreste von Bäumen fehlen hier ebenfalls. Aus dem Praeboreal stammt der erste fossile Nachweis von *Betula nana* im Oberharz. Die Zwergbirke wächst auf dem Moor noch heute und gilt hier als Eiszeitrelikt.

3. Eine Datierung der spätglazialen Ablagerungen vom Roten Moor in der Rhön ist zur Zeit nur mit Vorbehalt möglich. Zwar wurde hier der Laacher Bimstuff gefunden, er ist jedoch umgelagert und unmittelbar über dem Tuffhorizont befindet sich eine Schichtlücke. Wahrscheinlich zeigt die Bimstuffschiebt aber doch noch den Allerödhorizont an.

4. Während der Jüngeren Tundrenzeit dürfte im Fichtelgebirge die Waldgrenze bei etwa 600 m gelegen haben. Das bedeutet gegenüber der heutigen Waldgrenze eine Erniedrigung um rund 700 m. Am Schluß der Älteren Tundrenzeit lag die Waldgrenze wahrscheinlich wie in der Allerödzeit höher als 600—650 m, aber unter 800 m.

5. Pollenkörner der *Ericalen* sind in den Ablagerungen aus dem Harz wesentlich häufiger als in den anderen Gebieten. Häufungen von *Ericalen*-pollen sind besonders für Spätglazialablagerungen solcher Gebiete charakteristisch, die heute im subozeanischen oder ozeanischen Klimabereich liegen (Niederlande, Irland).

6. Während sich die Bodengegensätze in der heutigen Vegetation der drei Untersuchungsgebiete sehr deutlich bemerkbar machen, wurden keine nennenswerten Unterschiede im spätglazialen Pollenniederschlag der drei

Mittelgebirge gefunden. Vermutlich erfolgte die Auswaschung der Nährstoffe aus den an sich nährstoffkräftigen Granitverwitterungsböden während der Späteiszeit nicht so rasch, wie es heute der Fall ist. Die Niederschlagsmengen dürften geringer und das Klima weniger humid gewesen sein.

7. In der Liste der spätglazialen Pflanzen überwiegen die Arten mit borealzirkumpolarer Verbreitung. Arktisch-alpine Arten treten zurück. Kontinentale und subatlantische bzw. suboceanische Arten sind etwa gleich stark vertreten.

Literaturverzeichnis

- BERTSCH, K., 1941. Früchte und Samen. Stuttgart. — Ders., 1942. Lehrbuch der Pollenanalyse. Stuttgart. — BROTHAN, F., 1937. Pollenanalytische Untersuchungen über die Rohhumusbildung und Waldvermooring im Hils und im Harz. Unveröff. Staatsexamensarbeit Göttingen. — BROTHERS, V. F., 1923. Die Laubmoose Fennoskandias. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Flora Fennica I. Helsingfors. — ERDTMAN, G., 1934. Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollenuntersuchungen. Svensk Bot. Tidskr. **28**, 354. — Ders., 1954. An Introduction to Pollenanalysis. Chronica Botanica Comp. Waltham, Mass. — FAEGRI, K., 1939. Single-grain Preparation. A practical suggestion. Geol. Fören. Forhandl. **4**, H. 4, 314—315. — Ders., 1939—1940. Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen. II. Zur spätquartären Geschichte Jaerens. Bergens Museums Årbok. Naturv. rekke Nr. 7. — Ders., 1956. Palynological Studies in NW European Papilionaceae. The University of Bergen. Bot. Mus. — FAEGRI, K., and J. IVERSEN, 1950. Textbook of Modern Pollen Analysis. E. Munksgaard, Kopenhagen. — FIRBAS, F., 1935. Die Vegetationsgeschichte des mitteleuropäischen Spätglazials. Bibl. Bot. **112**. — Ders., 1949 u. 1952. Waldgeschichte Mitteleuropas. I, II. Jena. — FIRBAS, F., u. R. GRAHMANN, 1928. Über jungdiluviale und alluviale Torflager in der Grube Marga bei Senftenburg (Niederlausitz). Abh. d. math.-phys. Kl. d. sächs. Akad. d. Wiss. **40** Bd. Nr. IV. — FIRBAS, F., G. GRÜNIG u. Mitarb., 1948. Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Vogesen. Bibl. Bot. **121**. — FIRBAS, F., u. M. v. ROCHOW, 1956. Zur Geschichte der Moore und Wälder im Fichtelgebirge. Forstwiss. Zbl. **9/10**, 367—380. — GREGUSS, P., 1941. Die Sporen der mitteleuropäischen Pteridophyten. Budapest. — GAMS, H., 1950. Kleine Kryptogamenflora. Bd. I: Die Moos- und Farnepflanzen. 3. Auflage. Jena. — Ders., 1952. Das Meerträubel (Ephedra) und seine Ausbreitung in Europa. Jb. z. Schutze d. Alpenpflanzen und -tiere, **3**, 34—40. — GROSS, H., 1937. Nachweis der Allerödenschwankung im süd- und ostbaltischen Gebiet. Beih. Bot. Zbl. **57**. — Ders., 1943. Der ostpreussische Lebensraum in der ausklingenden Eiszeit. Der Forschungskreis. Königsberg (Pr.) **2**, 28—63. — v. d. HAMMEN, TH., 1951. Late-Glacial Flora and Periglacial Phenomena in the Netherlands. Leiden. — HEDBERG, O., 1946. Pollen Morphology in the Genus *Polygonum* s. l. and its taxonomical significance. Svensk. Bot. Tidskr. **40**, H. 4. — HEGL, G., 1906 ff. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München. — HILLER, W., 1922/23. Das Bestimmen von Hölzern nach mikroskopischen Merkmalen. Mikrokosmos. — HULTÉN, E., 1950. Atlas över växternas utbredning i Norden. Stockholm. — IVERSEN, J., 1944. Helianthemum som fossil Glazialplante i Danmark. Geol. Fören. Forhandl. **66**. — Ders., 1954. The late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. Danm. Geol. Unders. II, Nr. 80. — IVERSEN, J., u. J. TROELS-SMITH, 1950.

- Pollenmorphologische Definitionen und Typen. *Damm, Geol. Unders.* IV, Nr. 8. — JESSEN, K., 1949. Studies in the Late Quaternary Deposits and Flora-History of Ireland. *Proc. Irish. Acad.* **52**, B. 85. — KARPOWICZ, W., 1927. Studie über die Entwicklung der Prothallien und der ersten Sporophytblätter der einheimischen Farnkräuter (Polypodiaceae). *Bull. de l'Acad. Polonaise Serie B.* — KEILHACK, K., u. K. RUDOLPH, 1929. Naturgeschichte des Roten und Schwarzen Moores und Gutachten über die Beschaffenheit der Torflager des Roten Moores. *Veröff. d. Zentralst. f. Balaeologie*, N. F. 9. — KISSER, I., 1935. Bemerkungen zum Einschluß in Glycerinergelatine. *Z. wiss. Mikr.* **51**. — KOPPE, F., 1955. Beiträge zur Kenntnis der Moosflora des Fichtelgebirges und der Fränkischen Schweiz. *Mitt. d. Thür. Bot. Ges.* Bd. 1, H. 2/3, 113. — Klimakunde des Deutschen Reiches. Hrsg. vom Reichsamt f. Wetterdienst. Bd. 2. Berlin. — LANG, G., 1951. Nachweis von *Ephedra* im südwestdeutschen Spätglazial. *Naturwiss.* **38**, 334. — Ders., 1952a. Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florensgeschichte Südwestdeutschlands. *Flora* **139**, 243—294. — Ders., 1952b. Späteiszeitliche Pflanzenreste in Südwestdeutschland. *Beitr. z. naturkundl. Forsch. i. Südwestdeutschland*, XI, H. 2. — Ders., 1954. Neue Untersuchungen über spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. *Beitr. z. naturk. Forsch. i. Südwestdeutschl.* **13**, 3—42. — LANG, H. D., 1954. Ein Allerödprofil mit eingelagertem Laacher-See-Tuff bei Marburg/Lahn. *Neues Jb. Geol. Paläontol. Mh.* **8**, 362—372. — LAMPRICHT, K. G., 1904. Laubmoose, in: RABENHORSTS Kryptogamenflora IV, 2—3. — MAHLERT, A., 1885. Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. *Bot. Zbl.* **24**. — MEUSEL, H., 1943. Vergleichende Arealkunde. Berlin. — MIGULA, W., 1909. Characeae, in: RABENHORSTS Kryptogamenflora. — MÜLLER, I., 1947. Der pollenanalytische Nachweis der menschlichen Besiedelung im Federsee- und Bodenseegebiet. *Planta* **35**, 70. — OBERDORFER, E., 1931. Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.* **31**, 1—85. — Ders., 1949. Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Südwestdeutschland. Stuttgart. — OVERBECK, F., 1928. Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön. *Zschr. f. Bot.* **20**, 145—206. — Ders., 1934. Zur Kenntnis der Pollen der mittel- und nordeuropäischen Ericaceen. *B. B. C.* **51**, Abt. II. — OVERBECK, F., u. S. SCHNEIDER, 1938. Mooruntersuchungen bei Lüneburg und Bremen und die Reliktnatur von *Butula nana* L. in Nordwestdeutschland. *Zschr. f. Bot.* **33**, 1—54. — OVERBECK, F., u. I. GRIÉZ, 1954. Mooruntersuchungen zur Rekurrenzflächenfrage und Siedlungsgeschichte in der Rhön. *Flora* **141**, 51—94. — PAUL, W., 1931. Sphagnales, in: Süßwasserflora Mitteleuropas. Jena. — POSER, H., u. J. HÖVERMANN, 1951. Untersuchungen zur pleistozänen Harz-Vergletscherung. *Abh. Braunschw. Wiss. Ges.* III. — REIMERS, H., 1924. Die Vegetation der Rhönmoore. *Repert. spec. nov. regn. veg. Beih.* **26**. — RÜHMANN, D., 1952. Die Grünalge *Pediastrum*. *Mikrokosmos* **41**. — SCHMIDT, E., 1941. Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer. Neudamm. — SCHUBERTH, H., 1935. Botanisch-Geologischer Führer durch das Fichtelgebirge. Wunsiedel. — SCHÜTRUMPF, R., 1936. Paläobotanisch-pollenanalytische Untersuchungen der paläolithischen Rentierjägerfundstätte von Meiendorf bei Hamburg. *Veröff. d. Archäolog. Reichsinst.* **1**, 1—54. — STAFF, O., 1889. Die Arten der Gattung *Ephedra*. *Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien* **56**. — STEINBERG, K., 1944. Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Untereichsfeldes. *Herzyna* **3**, 529—587. — STRAKA, H., 1952. Zur spätquartären Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel. *Arb. z. Rhein. Landeskunde*, H. 1, Bonn. — Ders., 1954. Die Pollenmorphologie der mitteleuropäischen *Cornus-*

arten und einiger ähnlicher Pollentypen. Svensk. Bot. Tidskr. **46**, 204—227. — SYDOW-WAGNERS methodischer Schulatlas. — TRAUTMANN, W., 1953. Zur Unterscheidung fossiler Spaltöffnungen der mitteleuropäischen Coniferen. Flora **140**, 523—533. — TROELS-SMITH, J., 1954. Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen schweizerischen Pfahlbauproblemen. Schaffhausen. — WAGENITZ, G., 1955. Pollenmorphologie und Systematik in der Gattung *Centaurea* s. l. Flora **142**. — Ders., 1956. Pollenmorphologie der mitteleuropäischen Valerianaceen. Flora **143**. — WALTER, H., 1954. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. III. Arealkunde, Stuttgart. — Ders., 1955. Die Klimadiagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **68**, H. 8. — WELTEN, M., 1957. Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von *Ephedra* am nordwestlichen Alpenrand. Ber. d. Schweizer Bot. Ges. **67**, 33—54.

Anschrift des Verfassers: Dr. HANS-JÜRGEN BEUG, Göttingen. Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität, Untere Karspüle 2.

Tafelerklärung

Die Sporen- und Pollenphotographien zeigen die zur Bestimmung nötigen optischen Ebenen

Tafel I

1. *Lycopodium inundatum*. Spore. 800fach. Rotes Moor, Abschnitt I.
2. *Lycopodium alpinum*-Typ. Sp. 800fach. Rotes Moor V.
3. *Ephedra distachya*-Typ. Pollenkorn. 800fach. Rotes Moor IIb.
4. cf. *Ephedra fragilis*-Typ. P. 800fach. Rotes Moor IIa.
- 5—6. cf. *Juniperus communis*. P. 800fach. Fichtelberger Moor IVa.
- 7—10. *Montia spec.* P. 800fach. Fichtelberger Moor IIb.
11. *Gypsophila repens* oder *fastigiata*. P. 800fach. Fichtelberger Moor IIb.
- 12—14. *Onobrychis viciaefolia* s. l. P. 800fach. Fichtelberger Moor IIb.
- 15—16. *Sanguisorba minor*. P. 800fach. Rotes Moor IIa.
17. *Empetrum nigrum*. P. 800fach. Rotes Moor IIb.
18. *Empetrum hermaphroditum*. P. 800fach. Rotes Moor IIb.
- 19—21. *Filipendula spec.* P. 800fach. Rotes Moor IIb.

Tafel II

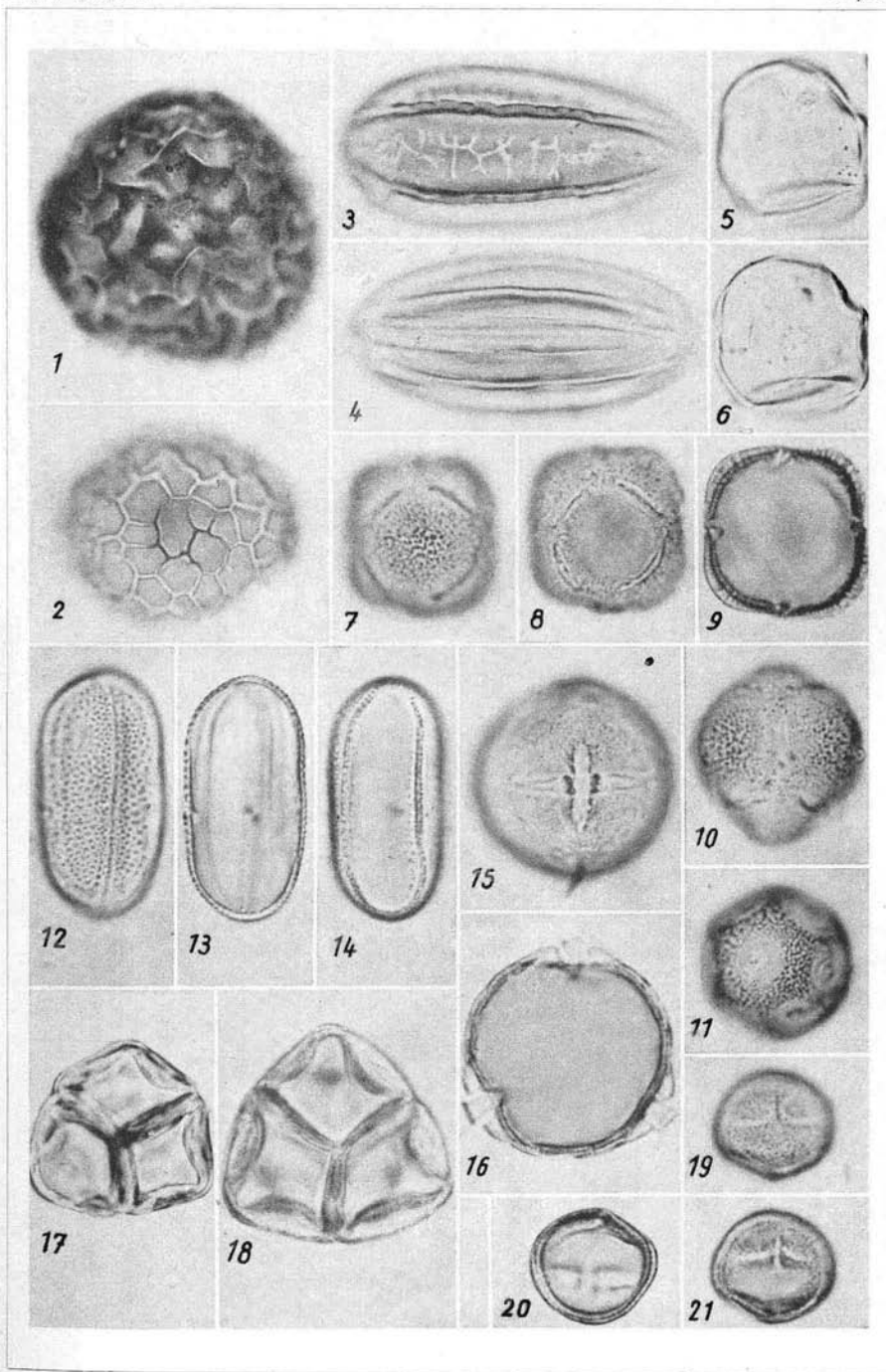
- 22—26. *Polemonium coeruleum*. P. 800fach. Rotes Moor IIa.
27. *Polemonium boreale*. P. 800fach. Rezent, Vadsö, Nordnorwegen.
- 28—29. *Polemonium coeruleum*. P. 800fach. Rezent, Botanischer Garten Göttingen.
- 30—36. *Sweertia perennis*. P. 800fach. Fichtelberger Moor III.

Tafel III

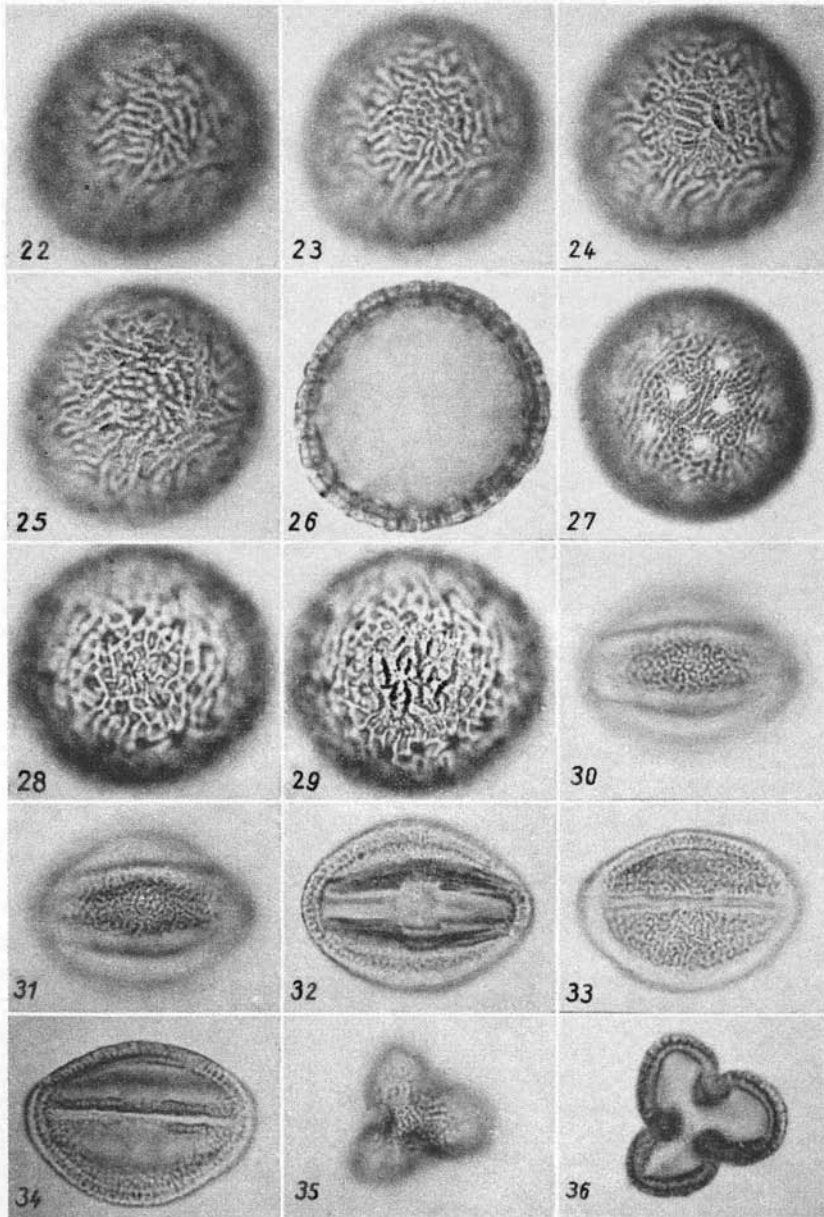
- 37—38. *Armeria spec.* P. 800fach. Radauer Born III.
- 39—43. *Pleurospermum austriacum*. P. 800fach. Fichtelberger Moor III und IVa.
- 44—46. *Bupleurum spec.* P. 800fach. Seelohe III.
- 47—49. *Centaurea montana*-Typ. P. 800fach. Rotes Moor V.
- 50—52. *Centaurea scabiosa*-Typ. P. 800fach. Fichtelberger Moor I.

Tafel IV

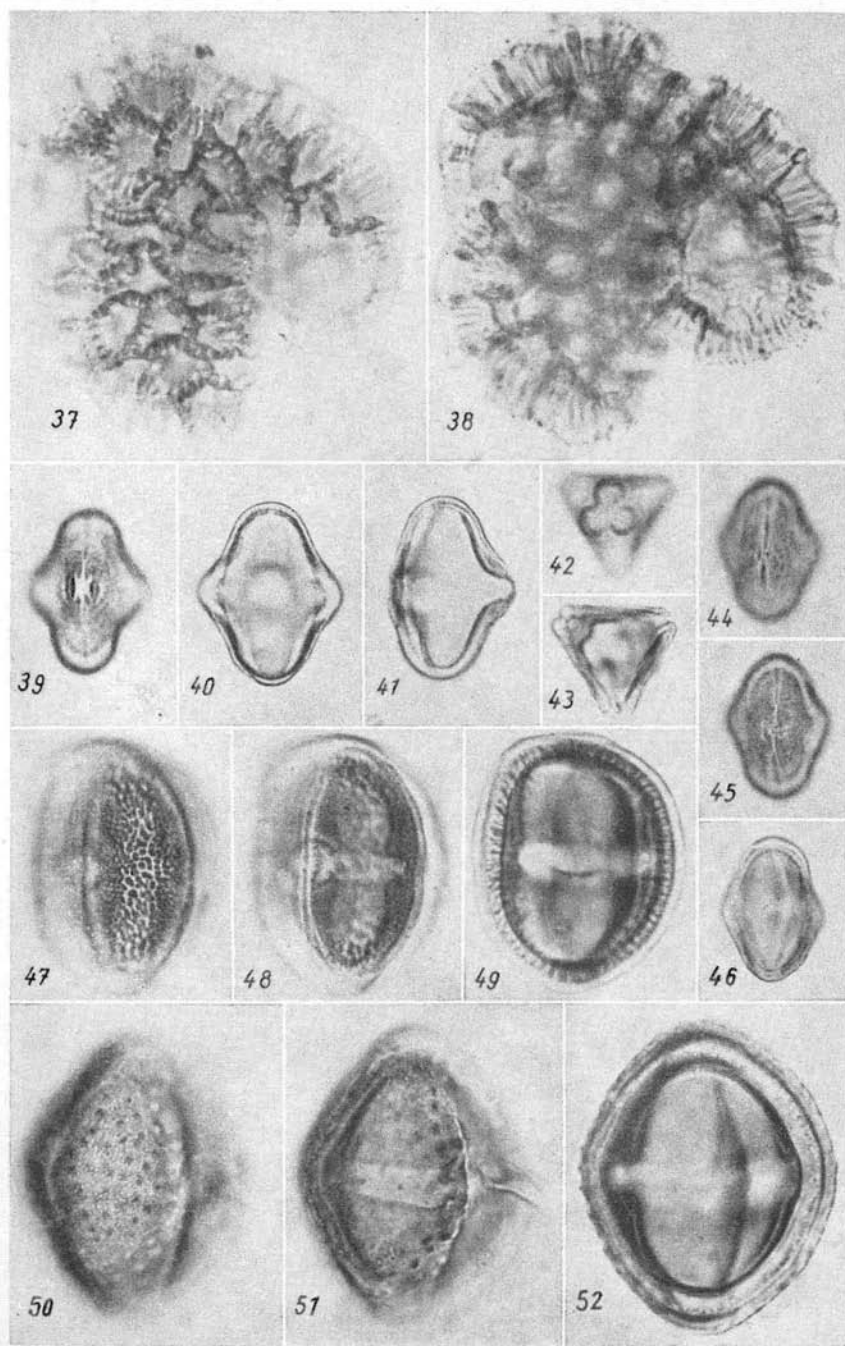
53. *Betula pubescens*. Früchte, 8fach, Fichtelberger Moor IVa.
54—55. *Betula nana*. Früchte, 8fach, Fichtelberger Moor I und III.
56. *Betula nana*. Fruchtschuppe, 16fach, Fichtelberger Moor IIa.
57. *Potamogeton rutilus*. Steinkern, 6fach, Fichtelberger Moor I.
58. *Hippurus vulgaris*. Steinkerne, 8fach, Fichtelberger Moor I.
59—60. *Stellaria uliginosa*. Samen, 16fach, Fichtelberger Moor III.
61. *Montia rivularis*. Same, 20fach, Fichtelberger Moor IIb.
62—63. *Polygonum amphibium*. Nuß, 8fach, Fichtelberger Moor I.
64. *Carex aquatilis*. Frucht und Nuß, 20fach, Rotes Moor I.
65. *Carex aquatilis*. Spitze des Fruchtschlauches, 80fach, Rotes Moor I.



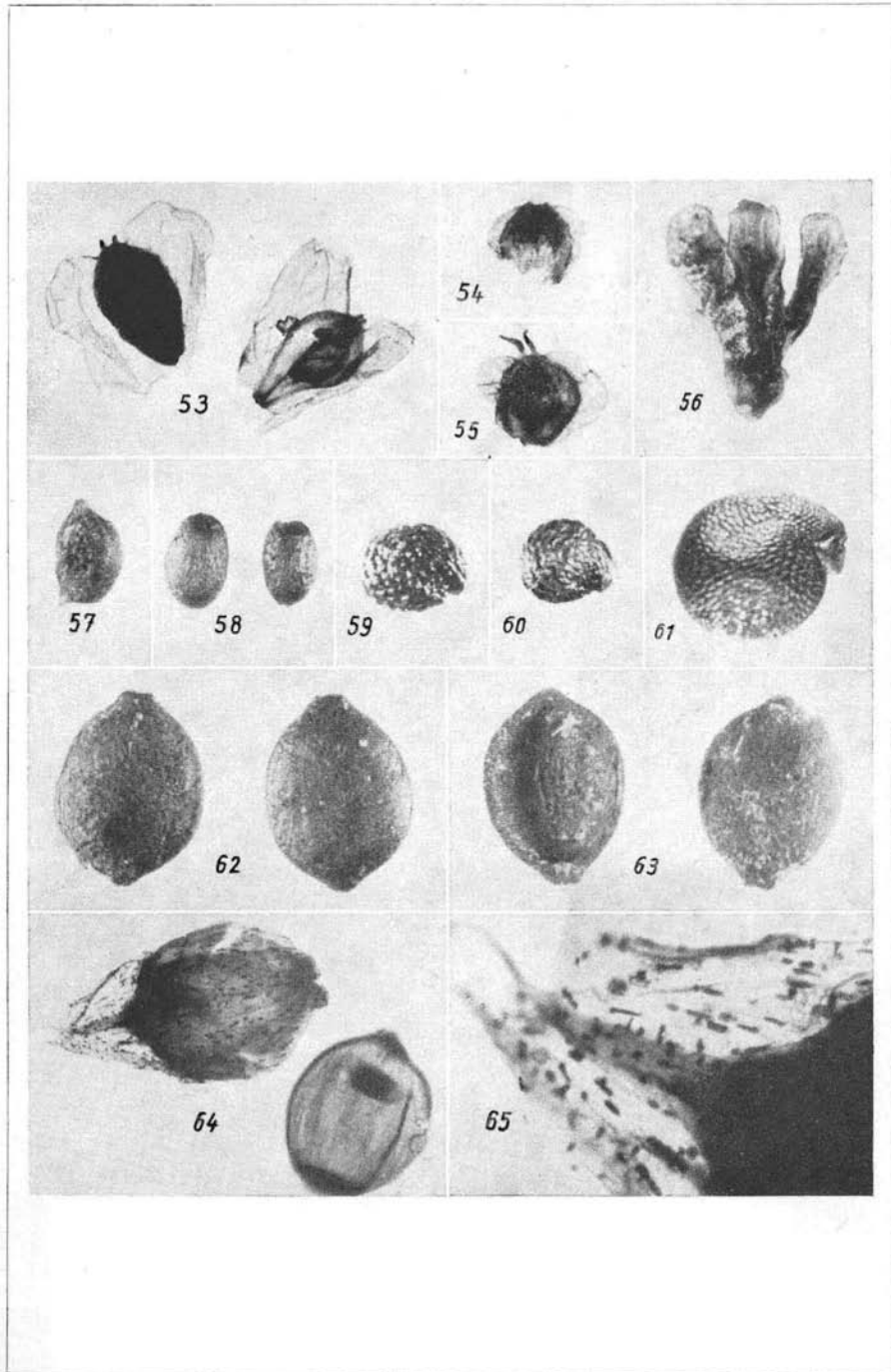
Beug



Beug



Beug



Beug