

Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung.

III. Teil :

Kitzbüheler Alpen und unteres Inntal.

Von

Rudolf Graf von Sarnthein.

(Mit 23 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 11. November 1946.)

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung	1
Der Schwarzsee und die Moore des Büchlach bei Kitzbühel	6
1. Geologisch-topographische Übersicht	6
2. Stratigraphie der Sedimente	9
3. Pollenanalytischer Befund und Zonengliederung	12
Das Filzmoos am Paß Thurn	36
Bodenproben aus dem prähistorischen Bergbaugebiete der Kelchalpe bei Kitzbühel	40
Die Moore auf der Zeller Terrasse bei Kufstein	42
Der Egelsee bei Kufstein	50
Die Moore am Oberangerberg (Reintaler See und Mosertal)	52
Das Moor am Lanser See und das Viller Moor bei Innsbruck	56
Regionale Gliederung der Waldentwicklung und Zusammenfassung	62
Anhang: Subfossile tierische Reste und Algen im Schwarzsee nach Unter- suchungen von Prof. Dr. V. BREHM, G. KRASSKE und Dr. W. KRIEGER .	74
Schriftenverzeichnis	84

Einleitung.

Der vorliegende Artikel wurde bereits März 1943 abgeschlossen und sollte als Beiheft zum Bd. LXII Abt. B des Botanischen Centralblattes (Verlag C. Heinrich, Dresden) erscheinen. Doch wurde die gesamte, bereits ausgedruckte und versandbereite Auflage mit der Verlagsanstalt im Winter 1945 vernichtet. Ich danke Herausgeber und Verlag dieser Zeitschrift für die Aufnahme.

Während der I. Teil dieser Arbeit (Bot. C. Bl. Bh. Band LV 1936) vorwiegend hoch gelegene Moore der Zentralalpen, der II. Teil

(Bot. C. Bl. Bh. Band LX 1940) Ablagerungen von Seen der nördlichen Kalkalpen behandelt, werden hier vorwiegend See- und Moorablagerungen der tiefer gelegenen Landschaft, in denen keine Beeinflussung durch die jüngeren stadialen Vereisungen erwartet werden konnte, untersucht. Dabei wurde das Hauptaugenmerk auf die spätglazialen Ablagerungen gerichtet, die hier überall erst nach den älteren Stadien der Würmeiszeit (Bühl im Sinne PENCKS) entstanden sein können.

Eine Kartenskizze des Untersuchungsgebietes wird in Abb. 1 beigegeben.

Mit dieser Arbeit finden meine regionalen Untersuchungen in Tirol ihren vorläufigen Abschluß. Im Westen besteht in der Gegend des Reschenpasses noch eine Lücke, da seinerzeit vorgenommene Bohrungen am Reschensee ohne verwertbares Ergebnis blieben.

Wichtiger erscheinen Untersuchungen im bisher nahezu unbearbeiteten Gebiete im Südosten des Alpenkammes. Hier hat der Verfasser 1942 in einer größeren Anzahl von Mooren und Seen Kärntens Bohrungen vorgenommen, doch mußte die Bearbeitung der Kriegsverhältnisse halber unterbrochen werden. Eine vorläufige Veröffentlichung der bisherigen Untersuchungsergebnisse ist inzwischen in den Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten, „Carinthia II“ 136. Jahrgang, Klagenfurt 1947, erschienen.

Für die Untersuchung einer großen Anzahl Bohrproben durch Herrn Professor V. BREHM in Eger auf zoogene Reste, durch Herrn G. KRASSKE in Kassel auf Diatomeen und durch Herrn Dr. W. KRIEGER in Berlin auf andere Algenreste spreche ich ihnen meinen herzlichsten Dank für ihre freundliche und aufschlußreiche Mitarbeit aus. Das Ergebnis ihrer Untersuchungen wird im Anhang mitgeteilt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. H. GAMS in Innsbruck. Er hat mich stets aus dem reichen Schatze seiner Kenntnisse und Erfahrungen mit Rat und Tat sowohl bei der Feldarbeit wie auch bei der Bearbeitung unterstützt. Insbesondere durch Überlassung von Fachliteratur hat er meine Bestrebungen außerordentlich gefördert und erleichtert.

Die Methode der Darstellung schließt sich den vorausgegangenen Arbeiten an.

Neben dem Baumpollen (= BP.) wurden Weiden und Sanddorn, die stets nur in sehr kleinen Werten auftreten, wie die Hasel nicht in die Hauptsumme eingerechnet, doch im BP.-Diagramm dargestellt.

Der Nichtbaumpollen (= NBP.) wurde stets gezählt, in den Diagrammen jedoch nur dann dargestellt, wenn seine Beteiligung 10% der BP. überstieg oder dies in einigen Fällen auch bei geringeren Werten wünschenswert erschien. Für die Darstellung des NBP., wo dieser in größerer Menge auftritt, wurden zwei Diagramme angeführt; ein Detaildiagramm für die Hauptkomponenten und ein Summendiagramm. Die Maßstäbe konnten nicht einheitlich gewählt werden, weil die Pollenwerte sehr schwanken. Es ist daher in jedem Diagramm der Maßstab hierfür zu berücksichtigen. Die teilweise

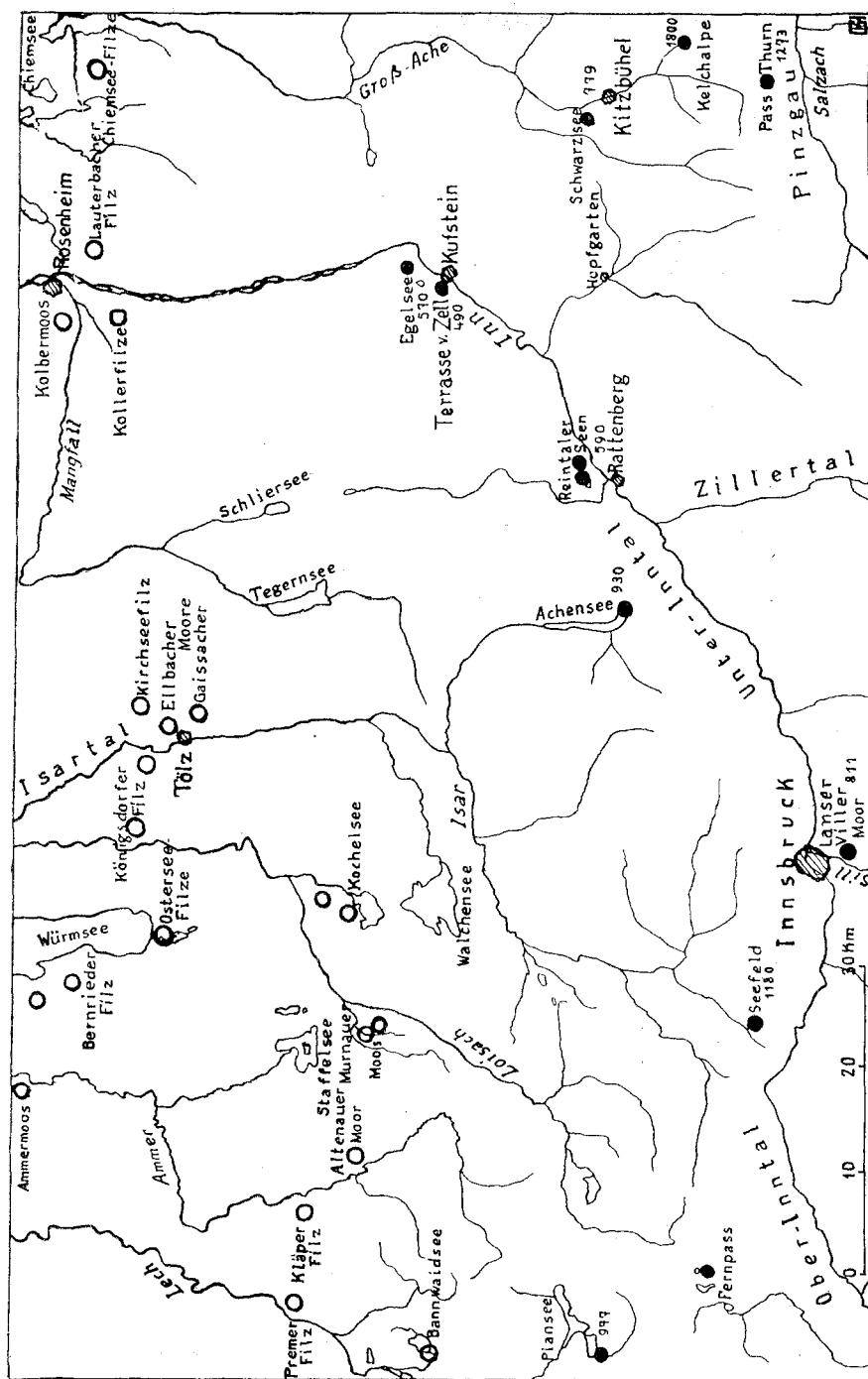


Abb. 1. Kartenskizze des Untersuchungsgebietes. ● In Teil II und III behandelte Profile. ○ Von PAUL und RUOFF und FIEBES behandelte Profile.

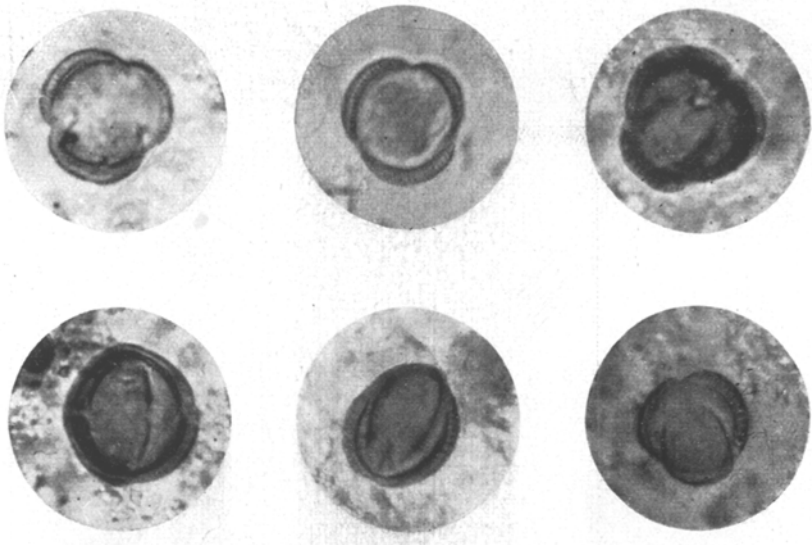


Abb. 2. Subfossile Pollenkörner vom *Artemisia*-Typus.

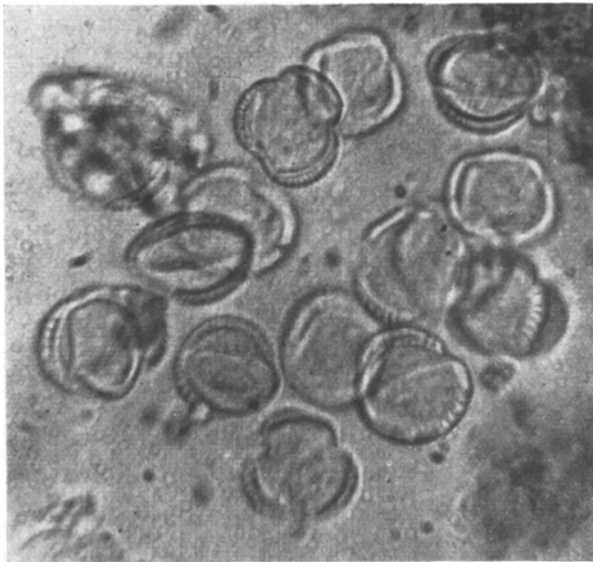


Abb. 3. Rezente Pollenkörner von *Artemisia campestris* L.

neu gewählten Signaturen sind aus der Zeichenerklärung Abb. 2 zu ersehen.

Der oft in größeren Mengen gefundene Pollen vom *Artemisia*-Typ wird gesondert dargestellt. Es handelt sich hier zweifellos um den gleichen Pollentyp, wie er von RUDOLPH und FIRBAS (1924) und von P. STARK (1923) als Weidenpollen abgebildet und beschrieben wurde und wie ihn OBERDORFER (1931) als *Salix* a von *Salix* b abtrennt. Inzwischen hat sich allgemein die

Zeichenerklärung:			
Waldbaumpollen = WBP:		Strauchpollen:	
Fichte		Hasel	
Föhren		Weiden	
Tanne		Sanddorn	
Buche		Nicht-Baumpollen = NBP:	
Eichenmischwald: Linde + Ulme + Eiche = EMW		Cyperaceen	
		Gramineen	
		Kräuter (Varia)	
Erlc		Artemisia	
Birke		Ericaceen	
Sporen: Farn =			
<i>Lycopodium</i> =			
<i>Selaginella</i> =			

Abb. 4.

Erkenntnis durchgesetzt, daß es sich hierbei um den Pollen einer *Artemisia* sp. handelt. In einer beigegebenen Tafel werden eine Anzahl von Abbildungen subfossiler Pollenkörner dieses Typus sowie von rezenten Pollenkörnern von *Artemisia campestris* beigegeben. Die Hauptunterscheidungsmerkmale zwischen Weiden- und *Artemisia*-Pollen sind:

***Salix*-Typ:**
Eiförmig bis länglich oval, in Bauchlage stets elliptisch; drei gleichmäßig schmale Längsfalten, die vor den Polen abbiegen, ohne keimporenartige Öffnungen. Angenähert quercoider Typus.

***Artemisia*-Typ:**
Kugelförmig, in jeder Lage fast rund, nur deformierte Pollen oval, drei tiefe, in der Meridianzone klaffende, weit polwärts reichende Längsfalten, in denen häufig keimporenartige Öffnungen sichtbar sind. Stachelloser Compositentyp.

Salix-Typ:

Gekörnelt bis feinwarzige Struktur, beim fossilen Pollen als fein netzmaschig erscheinend, mit zarter Membran fast farblos bis gelbbraun.

Artemisia-Typ:

Glatte bis undeutlich geriefte Struktur der derben verdickten Membran. Der Pollenrand hebt sich zwischen den Falten in drei halbmondförmigen Kämme mit radialer Riefung ab. Fossil meistens rotbraun, stärker gefärbt als *Salix*.

Die Pollenfrequenz (= PF.) wird in den Diagrammen nur bei jenen meist tonigen und mergeligen Schichten angeführt, die ausgesprochen pollenarm sind. Als Maß hierfür wird die schätzungsweise Anzahl von BP. in 1 cm² Präparatfläche angegeben. Diese Zahlen bieten aber keinen exakten Vergleichsmaßstab zwischen tonigen und nicht tonigen oder nach verschiedenen Methoden aufbereiteten Proben.

Die im II. Teil angewandte Zoneneinteilung wird auch hier beibehalten. Die Trennung zwischen Zone III (ausklingendes Spätglazial) und Zone IV (Präboreal im engeren Sinne) läßt sich aber nur in seltenen Fällen überzeugend durchführen, da die in Frage kommenden Ablagerungen meist zu geringmächtig sind. Sie werden daher zwar als Arbeitshypothese getrennt beibehalten, da eine begriffliche Unterscheidung besteht, jedoch dort, wo eine Trennung praktisch nicht möglich ist, gemeinsam behandelt.

Der Schwarzsee und die Moore des Büchlach bei Kitzbühel.

1. Geologisch-topographische Übersicht.

Zwischen den Tälern der Kitzbüheler Ache und der Reinache liegt nordwestlich Kitzbühel das Büchlach; eine Hochfläche, die sich in rund 800 m Meereshöhe, in 3 km Breite, 7 km in SN-Richtung erstreckt.

Über ihr stauten sich der Kitzbüheler Achengletscher mit den aus dem Sparten- und Brixental zuströmenden Gletschern noch in den letzten Rückzugsphasen der Würmeiszeit (Bühl).

Das aus Grauwackenschiefern bestehende Grundgebirge, das in einzelnen abgeschliffenen Kuppen noch aus der Hochfläche aufragt, ist vom Tale der Kitzbüheler Ache her mit interglazialen Schottern und Konglomeraten aufgeschüttet, die ein Äquivalent zu den Schottern der Inntalerrasse bilden. Darüber breitet sich eine mächtige Grundmoräne aus.

BRÜCKNER hat das Büchlach als Drumlinlandschaft, PENCK und KLEBELSBERG als Endmoränengebiet des Bühlstadiums beschrieben. AMPFERER (1936) betont den Reichtum an kleineren und größeren, erhabenen und vertieften Formen, die bald aus Grundmoräne, bald aus Schottern und Sand, bald aus Fels bestehen und auch feine, klargezeichnete Drumlin erkennen lassen. Er sieht in diesen Formen die Wirkung der ordnenden und bildenden Kräfte großer Eismassen. Nach seiner Erkenntnis lassen sich die zahlreichen Hügel und Mulden nicht zu einem erkennbaren System von Endmoränen verbinden, sondern liegt hier ein Stück alten Gletscherbodens vor, der als zufälliges Schongebiet der Abtragung und Umformung entgangen ist und auch der Einwirkung durch Lokalgletscher der Schlußvereisung entzogen war.

Die Mulde, in der heute Straße und Bahn Kitzbühel—Brixental verläuft, ist durch glaziale Erosion vertieft und trennt das Büchlach vom Berghang, der vom Hahnenkamm nach Norden streicht und dem es oreographisch angehört.

In dieser Mulde, die in die Grundmoräne eingeschürft ist, liegt in 779 m Höhe der Schwarzsee (Abb. 5). Er bedeckt eine Fläche von

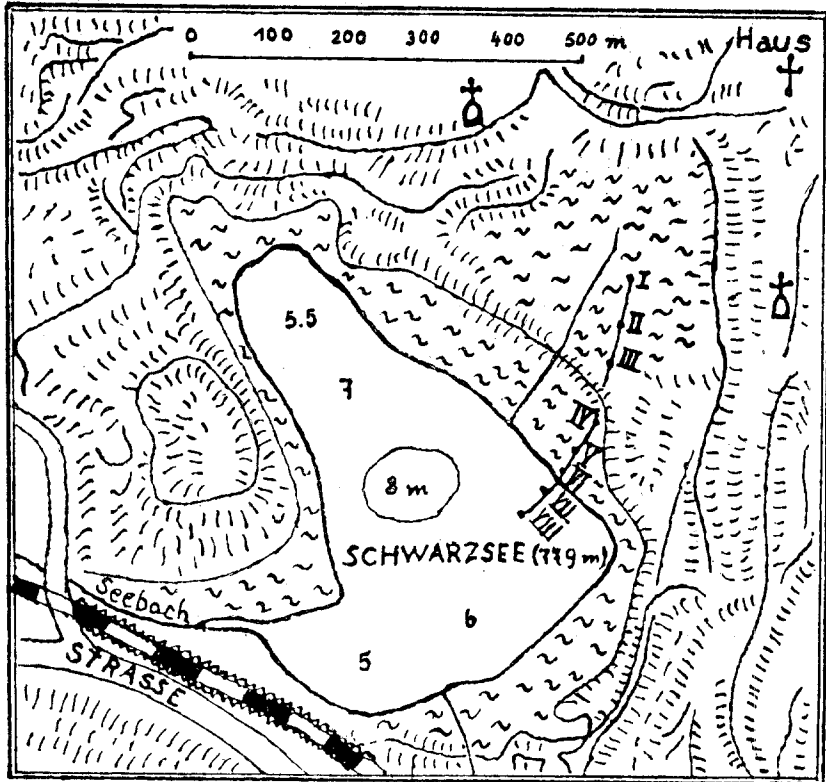


Abb. 5. Situationsskizze des Schwarzsees. I—VIII Bohrpunkte.

8,1 ha und ist rings von Moorbildungen mit Erosionsufern umgeben, die größtenteils mit Rhynchosporieten und Sphagneten bewachsen sind. Der See liegt abseits jedes Wasserlaufes und entwässert durch den Seebach zur Reinache. Nordöstlich des Sees, gegen den Weiler Haus zu, liegt im gleichen Niveau ein ungefähr 4 ha großes Hochmoor, das vor seiner Verlandung ein durch einen Moränenrücken abgezweigtes Becken des Sees bildete, das noch heute zum See entwässert. Wenn auch die Bildung von Moorsubstanz heute im allgemeinen aufgehört hat, trägt es doch noch eine prachtvolle Hochmoorvegetation.

Zwischen diesem Hochmoor und dem See liegt eine flachere ehemalige Seebucht, die ebenfalls von Seeablagerungen und darüberliegendem Hochmoortorf aufgefüllt ist.

Die Wassertiefe des Schwarzsees wurde durch Lotung mit maximal 8 m festgestellt, die durchschnittliche Tiefe beträgt zirka 6 m. Die Seewanne ist mit einer mächtigen Schicht von Seeablagerungen ausgekleidet.

Das Einzugsgebiet des Sees ist kaum größer als die Fläche der umliegenden Moorgründe und die westlichen Abhänge des 100 m über den See aufragenden Leberberger Hügels. Oberirdische Zuflüsse bilden nur zwei kleine Abzugsgräben. In diesen wurden im Juni 1941 nach einer stärkeren Niederschlagsperiode, die den See völlig aufgefüllt hatte, die Zuflußmenge mit rund 200 Sekundenliter gemessen, während gleichzeitig die Abflußmenge im Seebach mit ungefähr 1000 Sekundenliter festgestellt wurde. Diese wesentlich bedeutendere Abflußmenge ist auf die reiche unterirdische Quellspeisung des Sees zurückzuführen. Nach NEVINNY (1906) sollen an 500 Quellen in der Beckensohle entspringen, einzelne von besonderer Stärke, deren Lage bei Eisbedeckung erkannt werden kann.

Aus der Lage des Sees und der umliegenden Moore geht hervor, daß sie seit dem Rückzug der älteren Stadialmoränen (Bühl) keine Materialzufuhr von außerhalb des kleinen Einzugsgebietes erhalten haben können und daß auch in der Zeit der Schlußvereisung im Sinne AMPFERERS (jüngere Stadialmoränen) keinerlei Schmelzwässer der damaligen weitabgelegenen Gletscher in den See gelangen konnten. Übereinstimmend mit den Sachbefunden konnte somit eine völlig autochthone Sedimentschicht erwartet werden, die mit Ausnahme der untersten Schichten und gelegentlichen Einschwemmungen aus der Uferzone völlig frei von minerogenen Bestandteilen ist.

In seinem heutigen Zustand gehört der Schwarzsee als typischer Moorsee mit schwach braunem Wasser dem dystrophen Typus an, der allerdings durch Kultureinflüsse und den lebhaften Badebetrieb Eutrophierungserscheinungen aufweist.

Nach der chemischen Analyse des Seewassers von ZEHENTER (1893) ist es ein weiches Wasser, das neben Eisen, Aluminiumoxyd, Kieselsäure usw. Huminverbindungen in geringer Menge führt und infolge der reichlichen unterirdischen Quellen als verdünntes Moorwasser aufzufassen ist. NEVINNY (1913) gibt auch eine chemische Analyse des Torfmoorschlammes.

In den anliegenden Mooren wie im See selbst wurden in linearer Anordnung 8 Profile erbohrt. Die Bohrpunkte sind aus der Situationsskizze Abb. 5 ersichtlich.

Die Bohrungen I bis III wurden im Hochmoor gegen Haus, IV bis VI im zwischenliegenden Ufermoor und VII, VIII im See selbst von der Wintereisdecke aus niedergebracht. Bei den Bohrungen I. und VII konnte mit dem zur Verfügung stehenden Bohrgestänge der Moränengrund nicht erreicht werden.

Nach dem Ergebnis der Untersuchung wurde ein schematisches Linienprofil entworfen, das in Abb. 6 dargestellt ist.

2. Stratigraphie der Sedimente.

In den See- und Moorbecken findet sich über dem Moränen-
grunde folgende Lagerfolge:

A. Mergelgyttja. Sie tritt als unterste Schicht bis zu 60 cm Mächtigkeit auf. In ihren untersten Lagen feinsandig und kalkarm, nimmt der Kalkgehalt nach oben zu. In verschiedenen Horizonten ist reichlich FeS_2 in Form von Pyritkugeln vorhanden. Der Gehalt an organischem Detritus ist wesentlich und gibt dem Substrat eine bräunliche Färbung. Chitinreste sind spärlich. Charakteristisch ist eine an Arten und Individuenreiche Desmidiaceenflora mit vorwiegend calciphilen Arten und arktisch-alpinen Formen, während Diatomeen fehlen.

Es handelt sich demnach um Ablagerungen vorwiegend mechanischer Sedimente, Ton und Kalkschlamm, die aus der Moränenunterlage ausgeschlämmt wurden, mit reichlichen organischen Detritusbeimengungen, abgesetzt in seichten, stehenden, zuflußlosen Wasserbecken von ausgesprochen autrophem Typus.

Diese Schicht fällt in allen Profilen mit der Zone I zusammen.

B—C. Algenreiche Feindetritusgyttja. In den untersten Horizonten weist diese Schicht eine kalkreiche Fazies (B) auf, die in ufernahen Lagen als Seekreide ausgebildet ist. Diese kalkige Schicht ist von geringer Mächtigkeit und wird nach oben rasch von Gytjtiaschichten abgelöst, in

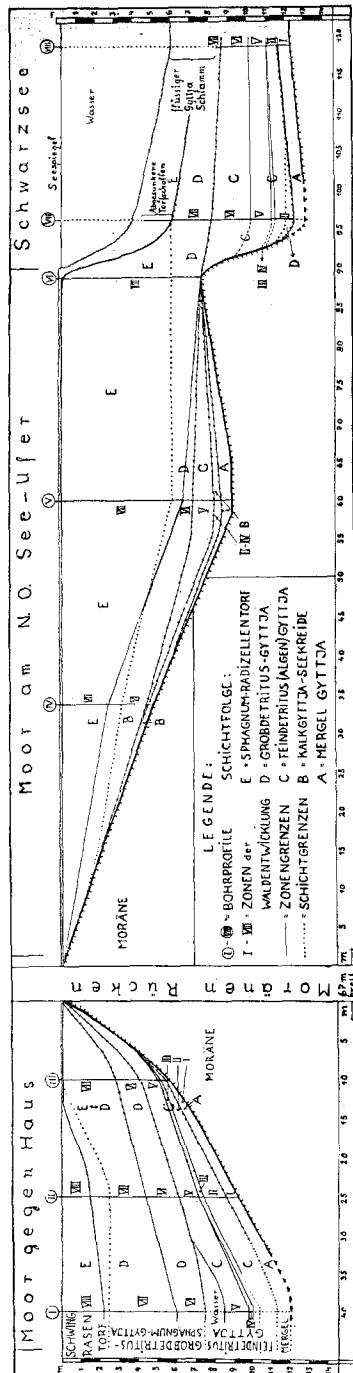


Abb. 6. Schematisches Linienprofil am Schwarzsee längs der Bohrpunkte I—VIII.

denen der Kalkgehalt mit Salzsäureprobe kaum mehr nachzuweisen ist (Fazies C).

Diese ganze Schichtenfolge von Feindetritusgyttja, die in den Seeprofilen VII und VIII eine Mächtigkeit von über 3 m aufweist, ist durch ihren reichen Gehalt an Algen stellenweise als ausgesprochene Algen-gyttja ausgebildet. Im unteren Teil dieser Lagerfolge, der der Bildungszeit der Zone II (Schlußvereisung) entspricht, sind Desmidiaceen noch reichlich vertreten, die Hauptmasse der Algen bilden aber Proto-coccales der Gattungen *Coelastrum* und *Scenedesmus* und besonders Cyanophyceen (*Chroococcus* sp.).

Auch Diatomeen, die aus unteren Schichten nicht erhalten sind, treten in 36 Arten, wenn auch noch mehr vereinzelt auf; nur calciphile *Navicula*-Arten sind häufig und *Cymbella Ehrenbergii* weist bereits Massenvertretung auf.

Das erste Auftreten von Cladocerenresten insbesondere der Gattung *Bosmina* zeigt, daß die Tiefe der Seebecken zugenommen hat und diese eine pelagische Region aufweisen, die sich von einer litoralen Region mit litoraler Cladocerenfauna deutlich abhebt. In die Zonengrenze II/III fällt das erste Auftreten von Moororganismen (*Hyalosphenia*, *Callidina*). Dieses ist jedoch nur vorübergehend, sie verschwinden wieder im Bereiche der Zonen III/IV. Auch die Desmidiaceen verschwinden wenigstens in ihren fossil erhaltungsfähigen Formen, während die Verbreitung der Diatomeen auf 80 Arten mit 7 Massenformen ansteigt (siehe Anhang).

Im oberen Teil dieser Lagerfolgen, deren Bildungszeit vorwiegend der Zone V (Eichenmischwaldzeit) entspricht, besteht die Grundmasse der Gyttja vorwiegend aus elastischem Algenschleim der nun in 85 Arten mit 23 Massenformen nachgewiesenen Diatomeen sowie aus ebenfalls massenhaft auftretenden Cyanophyceen.

In den ufernahen Profilen ist reichlich Grobdetritus eingelagert. Das häufige Auftreten von Samen von *Najas flexilis* und von Blattspitzen von *Ceratophyllum demersum* weist auf Zunahme der Litoralvegetation hin. Die Abnahme der freien Wassermenge in einer pelagischen Zone und die Zunahme der Litoralregion kann auch hier aus dem Wechsel der Cladocerenfauna, der Zunahme der litoralen Arten und der Abnahme von *Bosmina* erschlossen werden. In diesem Stadium der Entwicklung war die Höchstgrenze der Eutrophie der Seebecken erreicht bzw. überschritten.

Nur im Bereiche der eigentlichen, distalen Seeprofile VII und VIII hat die Bildung der algenreichen Feindetritusgyttja der Fazies C noch während der Bildungszeit der Zone VI (Fichtenzeit) angedauert. Doch auch hier nehmen die Beimengungen von Grobdetritus und Humusstoffen nach oben hin stark zu.

D. Grobdetritus-Dy-Gyttja. In den ufernahen Lagen bereits während der Eichenmischwaldzeit, in den distalen Lagen erst gegen Ende der Zone VI (Fichtenzeit), geht die Sedimentation ohne Grenze in eine Grobdetritusgyttja über, die infolge ihres hohen Gehaltes an Humusausflockungen größtenteils als Dy-Gyttja ausgebildet ist. Den Übergang bilden massenhaft Blattspitzen und Gewebereste von *Ceratophyllum* enthaltende Gyttjen, die auch die verschiedensten Gewebereste von Wasserpflanzen (*Myriophyllum*, *Najas*, Nymphaeaceen) führen und einen ständig zunehmenden Gehalt an Sphagnum, Geweberesten von Cyperaceen, Phragmites, Ericaceenreisern, Holzresten und Koniferennadeln aufweisen. Diese Entwicklung weist deutlich auf das Einsetzen einer lebhaften Sphagnummoorbildung an den Uferrändern, auf die rasch zunehmende Litoralvegetation und Verlandung und die offenbar mächtig einsetzende Schwingrasenbildung hin. Die aus den Ufermooren und der Litoralregion eingebrachten Humusstoffe haben die Entwicklung vom eutrophen Klarwasserbecken zum dystrophen Braunwasserbecken bewirkt. Im Bereiche dieser Dy-Gyttja verschwinden erhaltene Formen von Desmidiaceen und Diatomeen völlig, nur Cyanophyceen sind stellenweise noch in größerer Menge nachweisbar. Auch der Wechsel im Gehalt zoogener Reste, wie er für Profil II festgestellt wurde (siehe Anhang), zeigt deutlich die Entwicklung vom offenen See bis zur völligen Verlandung.

E. Sphagnum-Radizellentorf-Schwingrasentorf. Der Übergang von der sedimentierten Grobdetritusgyttja zu sedentärem Torf ist nur in den Randprofilen III bis VI deutlich ausgebildet. In den Profilen I und II ist die Torfschicht nur als Schwingrasen ausgebildet, und in den Seeprofilen VII und VIII fehlen die analogen Schichten. Die Torflagen sind fast zur Gänze im Bereiche der Zone VII (Buchen-Tannenzeit) entstanden und ist der Zuwachs, der eindeutig noch der Zone VIII (rezente Fichten-Föhrenzeit) zugerechnet werden kann, sehr gering und deutlich überhaupt nur im Bereiche der Schwingrasenbildung der Profile I und II festzustellen.

Bei Betrachtung des Linienprofils (Abb. 6) sehen wir am Rand des Schwarzsees gegen das Ufermoor den strukturierten Sphagnum-Radizellentorf in einer 4 m hohen erodierten Uferwand steil gegen den Seegrund abfallen. Im Profil VII, in dem die Wassertiefe 5 m vom Ufer bereits 4 m beträgt, ergab die Bohrung als oberste Schicht über 2 m mächtige, abgesunkene Torfschollen in gestörter Lagerfolge. Darunter folgt Grobgyttja der frühen Buchen-Tannenzeit. Im Profil VIII, in Entfernung von 30 m vom Seeufer, gehören die obersten konsolidierten Grobgyttjalagen, die hier nur noch eine Mächtigkeit von 50 cm haben, der frühesten Buchen-Tannenzeit an. Darüber lagert halbflüssiger Gyttjaschlamm, der mit dem Bohrer nicht erfaßt werden konnte und offensichtlich aus auf-

gelöster und in Abtragung befindlicher, ehemals konsolidierter Gyttya besteht. Von der frühesten Buchen-Tannenzeit an fehlen somit hier im See spätere konsolidierte Ablagerungen, die im Randprofil VI sowie im Profil I Mächtigkeiten von über 7 m aufweisen. Das ist wohl nur dadurch zu erklären, daß der Schwarzsee am Ende der Buchen-Tannenzeit zum größten Teil, wenn nicht völlig verlandet war, seither aber ein regressiver Prozeß stattfand, der die Abtragung der Moorsubstanz und die Neubildung des offenen Sees bewirkte. Befördert wurde dieser Prozeß, der nach dem klimatisch bedingten Abschluß der Hochmoorbildung in der rezenten Fichten-Föhrenzeit einsetzte, zweifellos durch die reichliche Quellwasserzufuhr im Seegrunde, die den Abtransport der erweichten Torf- und Gyttyamassen besorgte.

Die Profile I bis III zeigen die zum Abschluß gekommene Verlandung in dem etwas kleineren Becken des Moores gegen Haus, das heute noch ein in seiner Entwicklung zwar zum Stillstand gekommenes, aber noch guterhaltenes Hochmoor auf der Grundlage eines durch Schwingrasenbildung verlandeten Sees darstellt. Das Fehlen eines nennenswerten Abflusses hat hier Sedimente und Moorsubstanz erhalten. Doch sind die im Profil I zwischen 6 m und 7 m Tiefe aufgefundene Wasserlinse sowie die halbfüssige Zustandsform der Torfsubstanz unter der Schwingrasendecke vermutlich als regressive Bildungen im Sinne einer Abtragungs- und Auflösungserscheinung zu deuten.

3. Pollenanalytischer Befund und Zonengliederung.

Von den acht untersuchten Bohrprofilen werden sechs in den Abb. 7 bis 12 in Diagrammen dargestellt, bei drei Diagrammen zwecks Raumerparnis unter Weglassung der oberen Diagrammzonen.

Zone I.

Die untersten und ältesten Ablagerungen über dem Moränengrunde, die in den Profilen II, III, V, VIII erreicht wurden, fallen zur Gänze in die oben als Schicht A beschriebene Mergelgyttja. Wie in allen analogen tonigen Ablagerungen ist die PF. gering, der Erhaltungszustand der Pollen aber hier größtenteils sehr gut.

Vorherrschend sind Föhren und Birken, wobei unter ersteren zweifellos *Pinus Cembra* mitvertreten ist. Neben diesen beiden Dominanten treten aber Fichten-, Tannen-, Buchen-, Ulmen-, Linden-, Eichen- sowie Haselpollen regelmäßig in oft beträchtlichen Mengen auf. Diese Pollengruppe soll im folgenden unter der Bezeichnung „Wärmeliebende“ mit der Abkürzung „WL.“ zusammengefaßt werden.

Am ausgeprägtesten zeigt sich dieses Pollenbild im Profil VIII (Abb. 12). Hier waren die Proben relativ pollenreicher als in den anderen

Profilen und das Pollenmaterial ungewöhnlich gut erhalten, was wohl auf die Tiefe der Lagerung der Schichten hier zurückzuführen ist.

In den zehn Proben dieser Zone des Profiles VIII entfallen von 1574 gezählten Baumpollen auf:

	Föhren	Birken	Fichte	Tanne	Buche	Eiche	Linde	Ulm	Erle	Hasel	Weide	Sanddorn
In Prozenten	788 50	373 24	209 14	55 3,5	45 2,9	7 0,4	24 1,5	47 3,1	27 1,7	73 4,6	17 1,1	21 1,3
<div style="text-align: center;"> $\underbrace{\hspace{10em}}_{5\%}$ $\underbrace{\hspace{10em}}_{31,7\%}$ </div>												

Unter Zurechnung des Haselpollens erreichen somit im Gesamtdurchschnitt die Pollen der WL. 32% gegenüber den Föhren und Birken, steigen aber in den Horizonten 12,10 und 12,30 auf je 43% an. Die Fichte hält sich durchwegs zwischen 9 und 18%, Hasel und EMW. erreichen ein gleichzeitiges Maximum von 15 bzw. 10%, ebenso Tanne und Buche ein solches von 7 und 8%. Vereinzelt und mehr im oberen Teil der Zone finden sich Weiden- und Sanddornpollen. An Wasserpflanzen ist *Myriophyllum* sp. durch Pollen vertreten.

In den Profilen II, III, V finden sich in dieser Zone die gleichen wärme liebenden Waldelemente ebenso wie seinerzeit im Achensee. Außer der Fichte sind sie hier jedoch mehr vereinzelt und ohne gerichteten Kurvenverlauf vertreten. Dies mag wohl darauf zurückzuführen sein, daß dort diese Schichten weniger mächtig, größtenteils pollenärmer waren und das Pollenmaterial einen schlechteren Erhaltungszustand aufwies, ja teilweise stark zerstört war. Immerhin sind auch hier alle WL., die Fichte regelmäßig bis zu einem Maximum von 18%, wie in Profil VIII, vertreten. In diesem aber hat es allen Anschein, als ob der Kurvenverlauf nicht nur überhaupt, sondern im Sinne einer Entwicklung gerichtet wäre, die der späteren Waldentwicklung von der Eichenmischwaldzeit zur Buchen-Tannenzeit entgegengesetzt verläuft. Wir sehen im untersten Teil die Hauptbeteiligung von Tanne und Buche im gleichen Horizont. Während diese gegen den oberen Diagrammteil absinken, steigen Hasel und EMW.-Elemente zu einem gleichzeitigen Gipfel an. Der untere Zonen teil ist vom oberen durch einen Birkengipfel getrennt.

Diese sowohl im Pollenbilde wie auch faziell scharf abgegrenzte Zone, die nicht nur im Schwarzsee, sondern auch in einer Reihe anderer in dieser Arbeit später behandelter Untersuchungsstellen angetroffen wurde, ist nun auch durch die hohen Werte gekennzeichnet, die von den NBP. erreicht werden. Sie setzen sich hier am Schwarzsee vorwiegend aus Pollen von *Artemisia*, Gramineen und Kräutern zusammen, während

Cyperaceenpollen nur in untergeordnetem Maße beteiligt sind. Der im unteren Teil der Zone vorherrschende *Artemisia*-Pollen erreicht im Profil VIII als Maximum 98% der BPS., in Profil II, in einem Abschnitt extrem pollenarmer Proben, 228%. Gegen oben nehmen deutlich die Gramineenpollen zu und erreichen im Profil VIII als Maximum 70%, in den pollenarmen Proben von Profil II 208%. Die an dritter Stelle stehenden Kräuterpollen bestehen zu 23% aus Polygonaceen-, 19% Kompositen- (vgl. *Arnica montana*), 14% Chenopodiaceen- und 5% Caryophyllaceenpollen. Der Rest sind verschiedene und unbestimmte Kräuterpollen. Die Gesamtsumme der Kräuterpollen erreicht in Profil VIII 31%, in den BP.-armen Proben von Profil II 75%.

Die Gesamtsumme der NBP. verläuft in Profil VIII ziemlich konstant etwas über 100%, und steigt maximal auf 159%, in Profil II auf 516% an.

An Sporen finden sich vereinzelt und spärlich solche von Farnen, *Selaginella* und *Lycopodium*. Wegen ihrer geringen Anzahl erscheinen sie nicht im Diagramm.

Bei diesem Sachverhalt ergibt sich vor allem die Frage, woher die Pollen der WL. stammen, ob diese als normale Bestandteile der Sedimentation durch natürlichen Pollenniederschlag erklärbar sind oder auf Fehlerquellen der Methode zurückzuführen sind. Als solche kommen in Betracht:

1. Verunreinigung der Proben aus jüngeren, durch den Bohrer durchfahrenen Schichten. Bei den gebräuchlichen Kammerbohrern dringt ja stets beim Durchfahren der oberen Schichten Flüssigkeit in die Kammer ein und verunreinigt wenigstens oberflächlich den Bohrkern tieferer Horizonte. Auch bei größter Vorsicht (Abwaschen, Abkratzen und Ausschneiden des Bohrkernes) sind natürlich bei den mehr oder weniger primitiven Methoden der Feldarbeit Verunreinigungen der entnommenen Proben ohne weiteres denkbar, die in ihrer quantitativen Auswirkung schwer abzuschätzen sind. Insbesondere in pollenarmen Proben, wie in den hier behandelten, müßte sich eine solche Einschleppung viel stärker auswirken als in pollenreichen. Im vorliegenden Fall wurde bei der Bohrung der Profile VII und VIII ein großer HILLERScher Kammerbohrer mit 3 cm Kammerdurchmesser verwendet und der Entnahme der Proben aus dem gereinigten Bohrkern besondere Sorgfalt zugewendet. Wenn trotzdem Verunreinigungen aus höheren Horizonten und damit fremdes Pollenmaterial in einem wesentlichen Ausmaß in die Proben gelangt wären, müßten auch mit den Pollen höherer Horizonte andere Mikrofossilreste, die in diesen Horizonten massenhaft vertreten sind, eingeschleppt worden sein. Bei Einschleppung von EMW.-Pollen aus der Zone V müßten auch die massenhaften Diatomeen dieser Zone, bei Einschleppung von Fichten-, Tannen- und Buchenpollen aus den Zonen VI und VII typische Moororganismen, z. B. Sphagnumteile, dieser Zonen

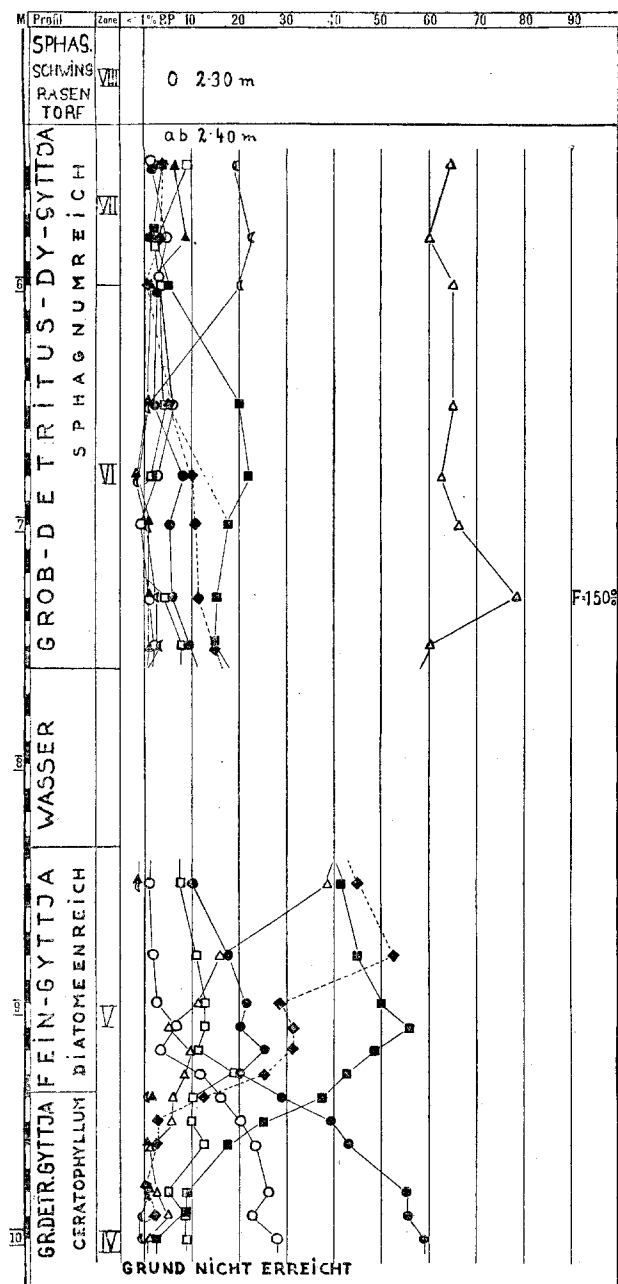


Abb. 7. Profil I. Moor gegen Haus (Schwarzsee).

miteingeschleppt worden sein. Solche Mikrofossilreste der höheren Zonen fehlen aber völlig, so daß meines Erachtens der 32% der gezählten BPS. betragende Anteil der WL. bei der regelmäßigen Verteilung auf die untersuchten Proben und dem gerichteten Kurvenverlauf nicht aus Verunreinigung der Proben stammen kann.

2. Sekundäre Lagerung von Pollen, aus aufgearbeiteten älteren interglazialen Schichten. Wie schon eingangs ausgeführt, bilden den Untergrund des Schwarzsees und der umliegenden Moore jüngste Würm-moränen (Bühl). Die minerogenen Bestandteile der sich auf diesem Untergrund ablagernden ersten Sedimentation können nur aus Material bestehen, das aus der lokalen Moränenunterlage ausgeschwemmt bzw. durch den Wind ausgeblasen wurde, da eine Zufuhr ortsfremden Materials mit Bestimmtheit ausgeschlossen werden kann. Soweit Stichproben aus dem Geschiebelehm der Gegend untersucht werden konnten, waren diese pollenleer. Die Häufigkeit aber, in der die WL. in den Proben dieser Zone auftreten, würde bei Annahme von Sekundärmaterial eine derartige Anreicherung bedeuten, die schlechterdings um so weniger erklärlich wäre, als es sich nicht um eine vereinzelte Fundstelle, sondern um eine Erscheinung von regionaler Verbreitung handelt.

Betrachten wir aber einerseits die Moränenmassen, die die hochwürmzeitlichen Gletscher aus dem Alpeninnern ausgeräumt und weit in das Alpenvorland verfrachtet haben, und die Erosionswirkungen dieser Gletscher in älteren interglazialen Schuttmassen im Alpeninnern, anderseits die mengenmäßig völlig unbedeutenden Moränenreste der bühlzeitlichen Vergletscherungen, von denen nicht einmal sichere Endmoränen bekannt sind. Es ist dann unvorstellbar, daß eventuell stärker pollenführende interglaziale Böden im Alpeninnern die Riesengletscher der letzten Hocheiszeit überdauert haben sollten, um erst in den unbedeutenden Grundmoränen der zwerghaften Bühl-gletscher so verarbeitet zu werden, daß nicht nur an einer vereinzelten Stelle, sondern in regionaler Verbreitung ihr Pollenmaterial sekundär gelagert gefunden werden könnte.

3. Weiter erhebt sich die Frage, ob der BP. aus der Umgebung des Moores stammt, die betreffenden Holzgewächse also damals in der näheren oder weiteren Umgebung des Schwarzsees gewachsen sind, oder ob es sich zur Gänze um Pollen handelt, der durch Weitflug und Ferntransport eingebracht wurde, und ob demnach das Gebiet als wald- und baumlos anzusehen ist.

Bei schematischer Anwendung der Ergebnisse der Untersuchungen über die Bestimmung der Walddichte von FIRBAS (1934) und jener der eingehenden Untersuchungen der subrezentem Pollenspektren in Lappland von AARIO (1940) läge der Schluß nahe, daß hier bei der Pollenarmut der tonigen Sedimente, gegenüber der sehr gesteigerten PF. in den hängen-

den Gyttjaschichten und bei der hochliegenden NBP.-Kurve, in der eine größere Anzahl verschiedener Pollentypen reichlich auftritt, völlige Waldlosigkeit im zeitlichen Bereich dieser Ablagerungen geherrscht hat. Dann müßte der gesamte BP., ähnlich wie in der lappländischen Tundra, aus mehr oder weniger entfernten Waldgebieten stammen. Aber beide genannten Autoren warnen auch vor schematischer Anwendung ihrer Befunde.

Die Pollenarmut stark toniger Sedimente — insbesondere wenn diese zum Pollengehalt anderer nicht toniger Sedimente in Beziehung gebracht wird — kann meines Erachtens jedoch nur mit größter Vorsicht als Indikator für die Bewaldungsdichte benützt werden. Wie seinerzeit festgestellt, bestehen im Seefelder See, besonders aber im Achensee die obersten, über reiner pollenreicher Seekreide abgelagerten Sedimente aus stark tonigem Schlamm. Diese Schichten zeigen das Pollenspektrum der rezenten Fichten- und Föhrenzeit der Alpen, in der sie ja gebildet sind. Sie müßten, wenn die Pollendichte ein Indikator der tatsächlich herrschenden Walddichte wäre, sehr pollenreich sein. Sie sind aber in Wirklichkeit sehr pollenarm, ja angenähert so pollenarm wie die tonigen Sedimente der Zone I im Achensee und hier im Schwarzsee. Die Pollenarmut toniger Sedimente, die ja allgemein angetroffen wird, scheint wie die Pollenarmut mancher Torfe, z. B. Phragmitestorf, in erster Linie von Faktoren abzuhängen, die für diese Ablagerungen spezifisch sind und deren Wirkungsweise unbekannt ist. Es mag dabei beispielsweise an die Sedimentationsgeschwindigkeit, die Einwirkung von Bodenorganismen, vielleicht auch an die Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes der minerogenen und organischen Sedimentbestandteile gedacht werden. Jedenfalls erscheint die PF. toniger Sedimente an und für sich kein Ausdruck der Walddichte zu sein.

Daß aber im Schwarzsee trotz hochliegender NBP.-Kurve und geringer PF. völlige Waldlosigkeit im Sinne von Baumlosigkeit nicht geherrscht haben dürfte und mindestens Föhren unmittelbar hier gewachsen sind, dafür sprechen die Funde von Pinusschließzellen in Profil II, Probe 870, sowie in einer der Zone zu gehörigen Probe des Profiles VIII, die infolge einer Fehlaufzeichnung nicht mehr genau festgestellt werden kann.

Hinsichtlich der Artzugehörigkeit der Birkenpollen muß hier vorweggenommen werden, daß unten der Nachweis geführt wird, daß der Pollen des Birkengipfels in den Grenzsichten der Zonen I/II von großblättrigen Weißbirken stammt. Meines Erachtens ist dies auch für die ganze Zone I anzunehmen, denn die Zwergbirken sind ausgesprochene Moorbewohner. In den Sedimenten der Zone I, die in einem kalkreichen Desmidiaceen-Gewässer abgelagert wurden, fehlen aber alle Anzeichen, die auf eine vorhandene oder beginnende Moorbildung an den Seeufern schließen lassen. Zwergbirkenpollen wird aber erfahrungs-

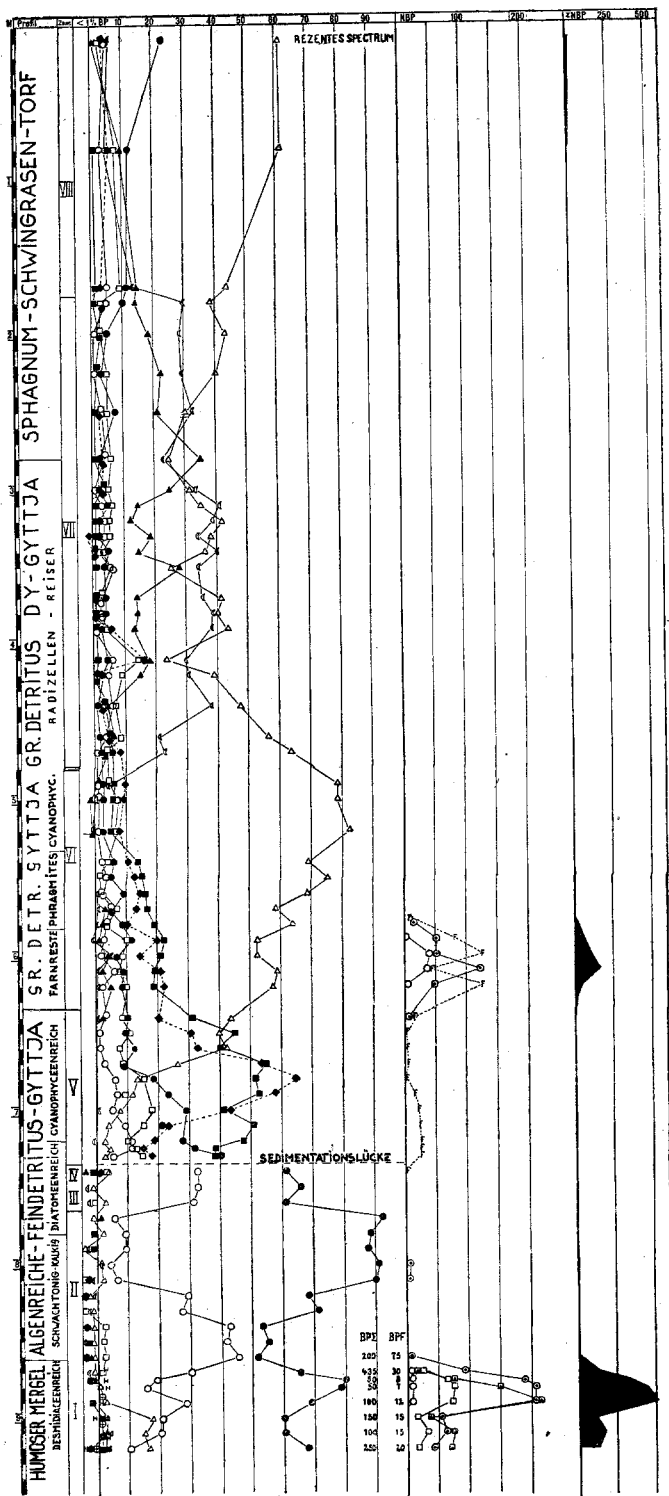


Abb. 8. Profil II. Moor gegen Haus (Schwarzsee).

gemäß meist in Moorablagerungen gefunden, die nach makroskopischen Resten, die in ihnen enthalten sind, von den Pflanzen selbst besiedelt wurden.

Zur Frage nun, ob der Birkenpollen dieser Zone auf Ferntransport zurückzuführen ist, muß vorerst in Erwägung gezogen werden, daß die Anhäufung von ferntransportiertem Pollen in waldlosen Gebieten als Bezugsquelle ein bewaldetes Hinterland voraussetzt, dessen Baumbeständen der abgesetzte Pollen unter Berücksichtigung einer Weitflugauslese entsprechen muß.

Nach den Erkenntnissen, die uns FIRBAS (1934) für das nächstgelegene Alpenvorland vermittelt, ist für Oberschwaben nach den Untersuchungen im Federsee eine waldlose Weidenzeit nachgewiesen, die noch nach dem Rückzug des Eises von den äußersten Jungendmoränen mindestens bis in das Hochmagdalenien der Schussenquelle andauerte. Die spätglaziale Wiederbewaldung ist hier, wie in allen klimatisch begünstigten Lagen Süd- und Mitteldeutschlands, noch vor dem Bühlstadium im alten Sinne PENCKs, also während des Bildungsbereiches der älteren Stadialmoränen, erfolgt und abgeschlossen. Kiefern- und Birkenwälder mit teilweiser Vorherrschaft der Birken im westlichen Abschnitte und nahezu völliger Vorherrschaft der Kiefer im östlichen Alpenvorlande sind also zweifellos für den Zeitraum unserer waldarmen bzw. waldlosen Zone im Schwarzsee anzunehmen. Die Verhältnisse in dem dem Schwarzsee relativ nahgelegenen Rosenheimer Becken, wie sie aus dem Kolbermoorprofil sich ergeben, sind in ihrer Zeitstellung nicht so klar. Die waldlose Phase ist hier zweifelsohne wesentlich jünger als im Federsee und hat auch noch nach dem Erlöschen des spätglazialen Rosenheimer Sees angedauert. Die Auffüllung des Seebeckens ist aber wohl spätestens mit dem Bühlstadium beendet gewesen und ist anzunehmen, daß die bald einsetzende Bewaldung des Gebietes in dem Zeitpunkte bereits vollendet war, in dem sich im Schwarzsee die ersten Sedimente bilden konnten.

Nach dem Diagramm vom Kolbermoor hat dort, wie wohl auch sonst im östlichen Alpenvorlande, die erste Bewaldung ausschließlich aus Kiefernwäldern bestanden, denen Birken nur ganz spärlich beigemischt waren. Der Höchstwert der Birke in der unteren Kiefernwaldzeit im Kolbermoor liegt unter 10%.

Der aus diesem nächstgelegenen voralpinen Bereiche ferntransportierte und im Schwarzsee abgesetzte Pollen mußte bei der größeren Flugfähigkeit der Föhrenpollen nahezu ausschließlich aus solchen bestehen, und kann somit die Herkunft der 40% erreichenden Birkenpollenmenge nicht durch Ferntransporte aus dem nördlichen Alpenlande erklärt werden.

Wenn diese Erwägungen zutreffen, dürften wie die Föhren auch die Birke im Bereiche des Schwarzsees gewachsen sein.

Der Pollen der WL., der in so namhafter Menge in diesen Schichten auftritt, ist durch Ferntransport aus dem nördlichen Alpenvorlande überhaupt nicht erklärbar. Ein solcher könnte nur aus Waldbereichen im Süden und Osten des Hauptalpenkammes stammen.

Für eine solche Annahme ist aber schon die Lage des Scharzsees sehr ungünstig. Er liegt gegen südliche Luftströmungen, denen in diesem Falle der Pollentransport zugeschrieben werden müßte, sehr geschützt im Windschatten des Hahnenkammstockes und — wenigstens heute — außerhalb der Föhnzone.

Es wäre aber meines Erachtens ein außerhalb aller bisherigen Erfahrungen stehender, höchst unbefriedigender Versuch, 42% des aufgefundenen BP. einer Probe auf Ferntransport zurückzuführen, wenn für die restlichen 58% das Indigenat angenommen werden kann. Denn wenn Birken und Föhren, wie meines Erachtens anzunehmen, auch nur vereinzelt in lichten Beständen dort gewachsen sind, ist ihre Pollenerzeugung doch so groß gewesen, daß sich der aus weiter Entfernung über die Alpenkämme transportierte Pollen keineswegs in derartigem Mengenverhältnis ablagern konnte.

Die Tatsache der regionalen Verbreitung einer namhaften Menge von Baumpollen in diesen Schichten der Zone I steht fest. Ihre Erklärung aus Verunreinigung oder als Sekundärpollen aus interglazialen Ablagerungen glaube ich ausschließen zu müssen. Auch die Annahme, daß es sich um ferntransportierten Pollen handelt, erscheint wenig befriedigend. Die Möglichkeit, daß es sich dabei doch um den Niederschlag einer lokalen Vegetation handelt, erscheint meines Erachtens obigen Erklärungsversuchen gegenüber von größerer Wahrscheinlichkeit, wenn auch ein zwingender Beweis hierfür nicht vorliegt.

Es soll daher im folgenden die Möglichkeit, daß entsprechend dem Pollenbild der Zone I neben Föhren und Birken auch Fichten, edle Laubbäume und Hasel und, was am schwersten verständlich ist, auch Tanne und Buche schon damals in der Gegend um Kitzbühel wuchsen, offengehalten und vertreten werden.

NBP.-Kurve und geringe PF. weisen aber auf alle Fälle deutlich darauf hin, daß es sich nur um eine sehr schütterere, lichte Bewaldung handeln kann, wo vermutlich weite baumlose Flächen durch vereinzelte Baumgruppen unterbrochen wurden. Die Zusammensetzung der NBP. sowie das Auftreten der WL. drängt aber auch zur Annahme, daß diese baumlosen Flächen trockenen, steppenartigen Charakter trugen.

Dafür spricht schon das nahezu völlige Fehlen von Cyperaceenpollen, die z. B. im Kolbermoor den Hauptanteil der NBP. in der waldlosen Zeit bildeten. Deren massenhaftes Auftreten läßt ja dort, wo es beobachtet wird, nicht nur eine Versumpfung und Vernässung der umliegenden Gelände erkennen, sondern beeinträchtigt auch durch den Umstand, daß

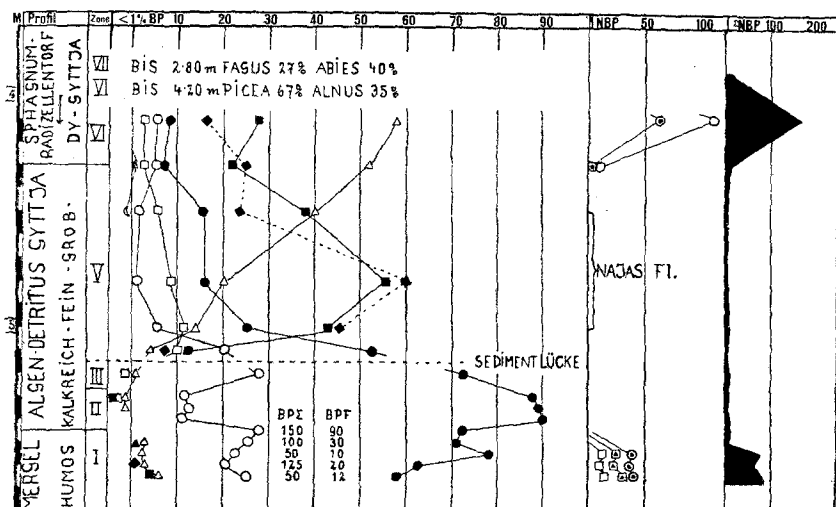


Abb. 9. Profil III. Moor gegen Haus (Schwarzsee).

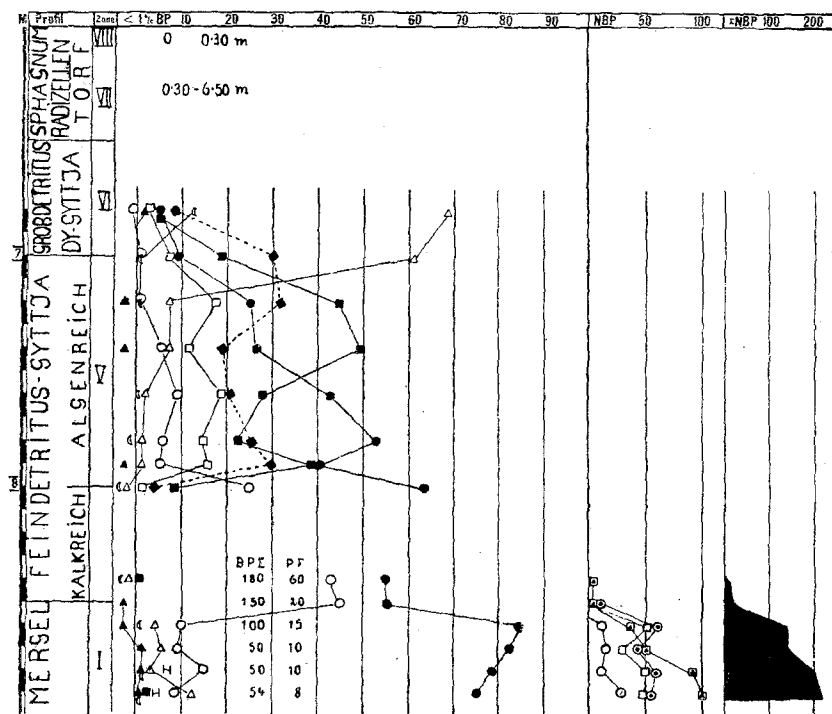


Abb. 10. Profil V. Ufermoor am Schwarzsee.

es sich dabei vorwiegend um die lokale Pollenproduktion an Ort und Stelle gewachsener Bestände handelt, die Bedeutung der NBP. für die Beurteilung der Walddichte.

Ihr Fehlen in den Ablagerungen im Schwarzsee ist somit auch eine weitere Bestätigung für die übrigen aufgezeigten Anzeichen, daß eine Moorbildung oder Versumpfung des Seegeländes nicht vorhanden war und daß bei dem offenbar sehr niederen seichten Wasserstand in dem jungen Seebecken auf eine Trockenphase im zeitlichen Bildungsbereich dieser Zone geschlossen werden muß.

Den deutlichsten Hinweis in dieser Richtung gibt aber das Auftreten von Pollen des *Artemisiatyps*. Bei Vergleich der fossilen Pollen mit rezentem *Artemisiamaterial* wurde die größte Übereinstimmung mit dem Pollen von *Artemisia campestris* L. gefunden. Diese xerisch-eurytherme Art ist heute aus den niederschlagsreichen Kitzbüheler Alpen verschwunden, ist aber sonst in Tirol in trockenen und warmen Lagen, vorwiegend der Föhnzone, verbreitet. Sie ist eine Charakterpflanze der Steppenhänge in den trockenen Zentralalpentälern. Mit *Artemisia vulgaris* und *absinthium* ist sie eine der wenigen windblütigen Kompositenarten, was die weite Verbreitung ihres Pollens und dessen Häufigkeit in manchen Ablagerungen erklärt. Ihre damalige offensichtliche Massenverbreitung um den Schwarzsee betont mit den großen Mengen von Gramineenpollen und den zahlreichen Kompositen- und Chenopodiaceenpollen den steppenartigen Charakter der damals sehr waldarmen Gegend.

In allen Diagrammen übereinstimmend deutlich erkennbar erscheint aber der Kurvenverlauf der Birke. Hierbei muß in Betracht gezogen werden, daß bei der weit höheren Pollenproduktion der Föhren bei annähernd gleicher Pollenvertretung die Birken im Pollenbild als unterrepräsentiert anzusehen sind.

Ob der in der Mitte der Zone I zu beobachtende vorübergehende Birkenvorstoß auf Kosten der WL. oder der Föhren erfolgte, bleibe dahingestellt. Zweifellos aber erfolgt der Vorstoß der Birke, der immer um die Zonenwende I/II zu beobachten ist, in Konkurrenz mit den Föhren vorwiegend auf Kosten der NBP. und zeigt, daß in der waldarmen *Artemisia*-Grassteppe vorerst Birken, und zwar wie wir sehen werden Weißbirken, sich ausgebreitet haben und mit den Föhren unter Verdrängung der Steppe sich zu einer dichten Walddecke zusammengeschlossen haben.

Diese Entwicklung im Bereiche der Bühlmoränen zeigt nun wohl deutlich, daß nach dem endgültigen Rückzug der letzten Ausläufer der Würmeiszeit hier keine arktischen, tundraähnlichen Verhältnisse, wie sie im Alpenvorland im Federseegebiet und im Kolbermoor als waldlose Weidenzeit nachgewiesen wurden, herrschten, sondern daß mit einer ausgesprochen trockenen und wohl auch warmen Klimaphase gerechnet werden

muß, die aber in ihrem Ablauf deutlich eine regressive Entwicklung zeigt.

Wie aus ähnlichen Befunden im II. Teil dieser Arbeit (1940) abgeleitet und unter Vorwegnahme späterer Darlegungen, muß der zeitliche Bildungsbereich dieser Zone dem Interstadial Bühl-Gschnitz bzw. dem Interstadial Würm-Schlußvereisung nach AMPFERER gleichgestellt werden.

Zone II.

Der Übergang der Zonen fällt mit dem Fazieswechsel von der tonigen Mergelgyttja zur algenreichen Feingyttja zusammen, deren unterste Lagen sehr kalkreich und in den Randprofilen als Seekreide ausgebildet sind. In höheren Lagen ist mehrfach das Wiederauftreten toniger, feinsandiger Beimengungen in der Gyttja feststellbar. Die Desmidiaceenflora tritt hinter der Ausbreitung von Diatomeen zurück und das Auftreten von *Bosmina* schon an der Zonenwende weist auf die Hebung des Seespiegels und die Bildung einer pelagischen Region hin.

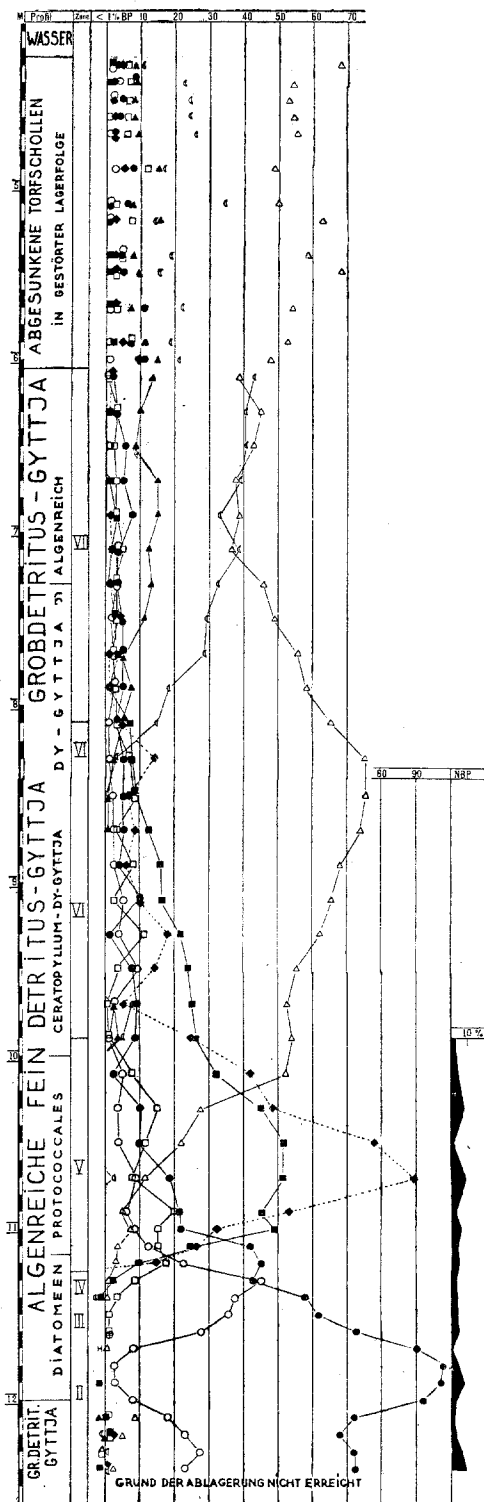


Abb. 11. Profil VII. Schwarzsee. Seeprofil.

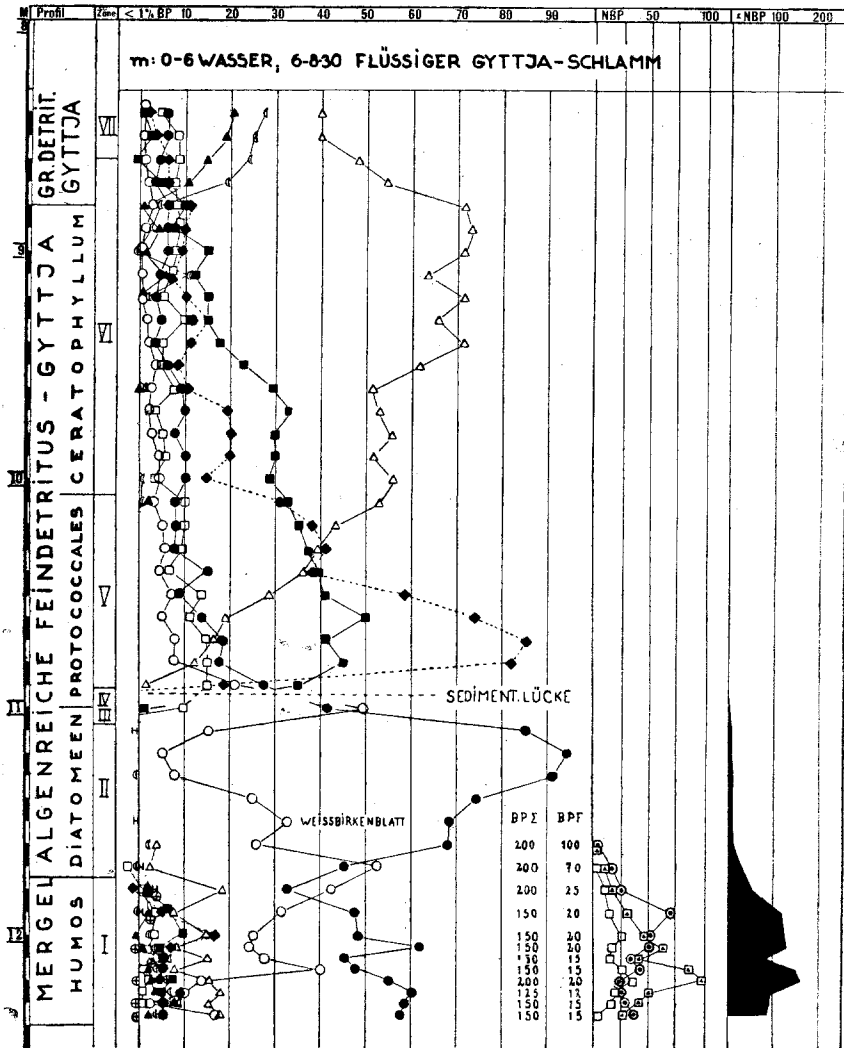


Abb. 12. Profil VIII. Schwarzsee. Seeprofil.

Mit dem Rückgang der tonigen Beimengungen nimmt die PF. stark zu und beträgt in den mit HCl oder KOH aufgeschlossenen Proben 50 bis 100 Pollen per Quadratzentimeter.

Gleichzeitig sinken die NBP.-Werte ab. Die noch stets vereinzelt auftretenden Pollen von *Artemisia*, Kräutern und Gramineen bleiben unter 10% der BP.-Summe. Föhren und Birken beherrschen allein das Pollenbild und zeigen, daß sich nun auch in den Moränengebieten der letzten Würmgletscher eine geschlossene Walddecke ausgebreitet hat.

Unter den Föhrenpollen mehren sich auffällig solche, die nach ihrer Größe und gedrungenen Form *Pinus Cembra* zugerechnet werden müssen, und in manchen Proben scheint mehr als ein Drittel der Pollen dieser Art anzugehören. Die Hauptmenge des Föhrenpollens gehört meines Erachtens *Pinus montana* an. Die Unterscheidung beruht mangels objektiv eindeutiger Artmerkmale auf dem persönlichen Eindruck vom Habitus einer größeren Pollenmenge und kann, besonders im Einzelfall, keinen Anspruch erheben, als gesicherte Diagnose aufgenommen zu

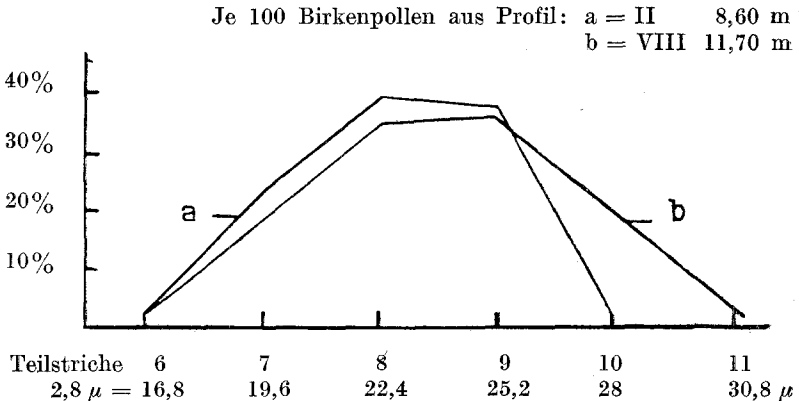


Abb. 13. Variationsdiagramm der Messung von Birkenpollen.

werden. Aus diesem Grunde wurde auch der Versuch aufgegeben, die Pollen bei der Zählung und in den Diagrammen auseinanderzuhalten.

Hinsichtlich der Birkendiagnose hat es ein glücklicher Zufall gefügt, daß als fast einziger makroskopischer Rest in der Probe 11,50 des Profils VIII das Blatt einer Weißbirke gefunden wurde, von dessen Blattspreite ungefähr zwei Drittel besonders in der Nervatur gut erhalten waren.

Es wurden sodann in den in der Übergangszone I/II liegenden, durch den unteren Birkengipfel gekennzeichneten Proben Profil II 8,60 und Profil VIII 11,70 variationsstatistische Messungen von je 100 Birkenpollen vorgenommen. Die Proben wurden nach Behandlung mit HCl noch in stark verdünnter KOH aufgeköcht, um einen möglichst gleichmäßigen Quellungsgrad zu erzielen, und es wurden zur Messung nur Pollen vom besten Erhaltungszustand herangezogen, bei denen keinerlei Anzeichen von Korrosion oder Deformation vorlag. Das Ergebnis, das in Diagrammform in Abb. 11 dargestellt wird, sind zwei fast idealisiert anmutende eingipfelige Kurven, die in ihren Scheiteln zwischen 22,4 μ und 25,2 μ verlaufen. Diese beiden Befunde lassen es als gesichert erscheinen, daß die Birkenpollen im Bereich der Zone II wie auch die der darunterliegenden Zone I in weitaus überwiegendem Maße von groß-

blätterigen Strauch- und Baumbirken und nicht von Zwergbirken stammen.

Neben den Föhren und Birken ist die Beteiligung der WL. gegen die Zone I auf ein Minimum herabgesunken, sie fehlen in vielen Proben ganz oder erreichen meist nur Werte unter 1%. Da die Verhältnisse in einigen Profilen aber abweichen, muß darauf genauer eingegangen werden.

In Profil VIII, das wie Profil VII unter Anwendung besonderer Vorsicht entnommen wurde und somit am verlässlichsten erscheint, gehören die Proben 11,30 bis 11,50 einwandfrei der Zone II an, während die Proben 11,60 und 11,70, die im Diagramm noch dieser Zone zugeteilt scheinen, schon in der absinkenden NBP.-Kurve Übergangsmerkmale aufweisen. In diesen vier oberen Proben wurde nun unter 800 gezählten BP. nur ein Tannenpollen gefunden, was 0,12% ausmacht und ohne weiteres auch auf Ferntransport oder Verunreinigung zurückgeführt werden könnte.

Fraglicher ist die Lage im Profil VII. Wie aus dem Linienprofil Abb. 6 ersichtlich, liegt dieses über einer Einsenkung des Moränengrundes, so daß mit dem zur Verfügung gestandenen 12 $\frac{1}{2}$ m Gestänge die Bohrung die liegende Mergelgyttja der Zone I nicht mehr erreichte und im Bereich der Zone II auslief, was durch die absinkende Birkenkurve, die ansteigende Föhrenkurve und das Fehlen der NBP. erwiesen wird. Innerhalb der 70 cm mächtigen, hierher gehörigen Lagerfolge zeigt sich nun ein auffallender, in den anderen Profilen nicht angetroffener Fazieswechsel. Die drei oberen Proben 11,80 bis 12,00 bestehen, wie die analogen Proben in Profil VIII, aus algenreicher Feingyttja; die darunterliegenden Proben 12,10 bis 12,40 jedoch aus grobem, stark humifiziertem Detritus, der wechsellagernd in die Algengyttja eingelagert ist. Der Grobdetritus besteht aus Resten von Moos, Holz, Borke, sonstigen Geweben und Chitinsubstanzen, die stark zerstört und schlecht erkennbar sind; auch minerogenes Material ist reichlich beigemischt. Die drei grobdetritusfreien Proben enthalten nun unter 400 BP. nur einen Lindenpollen, entsprechen somit mit 0,25% den analogen Proben in Profil VIII. Die vier unteren Proben aus dem Grobdetritusbereiche enthalten aber unter 800 BP. 63 Pollen der WL., somit 8%, wobei die Fichte in Probe 12,10 allein 9% erreicht. Dazu ist hervorzuheben, daß das Pollenmaterial größtenteils stark korrodiert, zahlreiche Pollen, insbesondere von Fichte und Ulme, ferrotisiert waren und reichlich FeS₂-Bildung in diesen Proben nachzuweisen war.

Da wegen der fehlenden NBP. und dem Verlauf der Birken- und Föhrenkurve diese Proben nicht der Zone I zugeschrieben werden können, andererseits diese Frequenz der WL. mit den Verhältnissen der Zone II in scharfem Widerspruch steht, kann aus den Begleitumständen nur angenommen werden, daß mit der Einschwemmung des Grobdetritus aus

der Uferzone der dem zeitlichen Bildungsbereich der Zone I entstammende Pollen der WL. später im Bereich der Zone II mit eingeschwemmt und somit sekundär abgelagert wurde. Daß bei dieser Gelegenheit nicht auch NBP. sekundär miteingelagert wurde, dürfte wohl auf seine Zartheit und geringere Erhaltungsfähigkeit zurückgeführt werden können.

Während Profil VI im Bereich der Buchen-Tannenzeit endet, geben die Profile V und IV im Bereiche der Zone II wegen zu großer Probenabstände keine gesicherten Aufschlüsse.

Im Profil III hingegen finden sich in den vier Proben 5,30 bis 5,45, die in diese Zone fallen, unter 850 BP. nur sechs Pollen von WL., somit 0,7%, was ebenfalls den obigen Verhältnissen entspricht.

Schwerer erklärbar ist die verhältnismäßige Häufigkeit der WL. in diesem Abschnitte des Profiles II. In den zehn Proben der Zone II 7,70 bis 8,60 wurden unter 4100 BP. 72 WL., somit 1,7% festgestellt. Ihre Beteiligung sinkt zwar auch hier gegenüber 12% in den Proben der Zone I stark ab, übersteigt aber doch jene in den homologen Schichten der anderen Profile wesentlich, so daß bei der Regelmäßigkeit ihres Auftretens in allen Proben dieses nur schwer mit Ferntransport erklärt werden kann.

Da bei der Bohrung ein kleineres Modell von Kammerbohrer mit 2 cm Kammerdurchmesser verwendet wurde, wäre hier auch eher noch mit Verunreinigungen zu rechnen. Wesentlicher erscheint, daß in diesem Profile, insbesondere in den Proben 7,70 bis 8,30, die unterhalb dieser Schichten tonfreie Algengyttja mit feinem Tonschlamm durchsetzt war, was auf eine lange Zeit fortgesetzte Einschwemmung vom Ufer oder äolische Staubeinwehung schließen läßt und ähnlich wie in der Grobgyttja des Profiles VII sekundäre Einlagerung von Pollen aus dem Bildungsbereich der Zone I bewirkt haben könnte. Doch fehlt hier der grobe Detritus, und auch die lange Zeit, die für die Bildung einer 90 cm mächtigen Lagerfolge von Feingyttja veranschlagt werden muß, macht eine gleichmäßige und regelmäßig fortgesetzte Zufuhr von Sekundärmaterial sehr unwahrscheinlich.

Für sich allein betrachtet, erweckt die Beteiligung der WL. in dieser Zone des Profiles II den Anschein, als ob sich auch im Verlauf des ganzen zeitlichen Bildungsbereiches, also auch während der Schlußvereisung, um den Schwarzsee Reliktbestände der WL. erhalten hätten, was ja unter Voraussetzung ihres Vorkommens während des vorausgehenden Zeitabschnittes keineswegs auszuschließen wäre.

Sehr klar und übereinstimmend in allen Diagrammen, mit Ausnahme des Profiles V, das infolge zu großen Probenabstandes in diesem Abschnitte nicht verwendbar ist, ist der Kurvenverlauf der Birken und Föhren. Es hat sich gezeigt, daß es um die Zonenwende I/II vorwiegend die Birken, und zwar Baum- und Strauchbirken waren, die zuerst die waldarme Steppe besiedelten und mit den Föhren die Wiederbewaldung des Gebietes

mit einer Birken-Föhrenzeit einleiten. Die Birken erreichen in dieser Zonenwende in allen Diagrammen einen Gipfel, der im Profil VIII mit 52% sogar über die Föhren dominiert. Im Verlaufe der Zone II, die, nach der Mächtigkeit der in ihr abgelagerten Feingyttja zu schließen, einen sehr ansehnlichen Zeitraum umfaßt, sehen wir in allen Diagrammen die Birkenkurve zuerst langsam, dann nach einem kurzen Wiederanstieg rascher absinken, bis sie im oberen Ende in Wertgrenzen unter 10% verläuft. In symmetrischer Anordnung verläuft die Kurve der Föhren, die auf Werte über 90% ansteigen. Da es sich hierbei meines Erachtens in überwiegendem Maße um Bergföhren und Zirben handelt, haben wir in diesem Birkenrückgang auch hier einen klimatisch bedingten, regressiven Vorgang zu erkennen. Die Zunahme der Niederschläge ist schon aus der Hebung des Seespiegels, der Bildung einer pelagischen Zone und dem ersten vorübergehenden Auftreten von Moororganismen in den obersten Proben, die Abnahme der Durchschnittstemperaturen aus dem Zurückdrängen der Weißbirken durch die frosthärteren Bergföhren und Zirben ableitbar. Auch die beobachtete Zunahme minerogenen Schlammes in den Proben des oberen Zonenteiles, wie sie besonders im Profil II, aber auch im Profil VIII festgestellt wurde, kann als Folge gesteigerter Niederschläge und verstärkter Erosion an den Seeufern gedeutet werden, sofern sie nicht auf äolische Einwirkung zurückzuführen ist.

Alle diese Umstände aber sprechen für eine ausgesprochene klimatische Depression, die einem trockeneren und wohl auch wärmeren Interstadial gefolgt ist und in der wir die Auswirkung der jüngsten Stadien Gschnitz und Daun im Sinne einer Schlußvereisung nach AMPFERER erblicken. Die geologisch-morphologisch unterschiedenen Phasen dieser Schlußvereisung können aber aus den Diagrammen nicht erkannt werden. Ihre klimatische Bedingtheit war keineswegs so ausgeprägt, daß sie sich im Bereich der weiteren Umgebung der lokalen Vereisungen im Waldbilde qualitativ oder quantitativ ausgewirkt hätte.

Zone III und IV.

Da sich, wie eingangs erwähnt, eine klare Scheidung dieser Zonen praktisch nicht durchführen läßt, werden sie hier im Zusammenhang behandelt. Sie heben sich von der vorausgegangenen Zone der Schlußvereisung durch den gleichmäßig fortgesetzten Wiederanstieg der Birkenkurve in allen Diagrammen deutlich ab. In den Profilen VII und VIII übergipfelt die Birke sogar die absinkende Föhrenkurve. Dieser Birkenanstieg ist in fast allen Diagrammen der Alpen und des Alpenvorlandes nachweisbar. Er reicht stets — soweit die hier meistens einen bedeutsamen Entwicklungssprung aufweisenden Diagramme die Beobachtung ermöglichen — bis unmittelbar an die Massenausbreitung von EMW. und Hasel

im Boreal heran und fällt so mit seinem Gipfel mit dem Präboreal im engeren Sinne zusammen.

Dieser Birkenanstieg ist klimatologisch in verschiedenster Weise gedeutet worden (FIRBAS 1936). Wenn nun in irgendeiner Phase der postglazialen Waldentwicklung von einer Progression gesprochen werden kann, die auf ein Klimaoptimum zurückgeführt werden muß, so ist es der Wechsel, den das Waldbild vom Präboreal zum Boreal zeigt. Und daß dieses Klimaoptimum nicht erst — sit venia verbo — am letzten Tage des Präboreals eintrat, sondern daß diese progressive Entwicklung, von keiner nachweisbaren regressiven Phase unterbrochen, schon seit dem Ende der Schlußvereisung einsetzte und die Vorbedingungen für die so überaus rasche Entwicklung des EMW. und der Hasel im Boreal schuf, scheint meines Erachtens sicher.

Diese Entwicklung macht nun der Birkenanstieg mit. Der geradlinige Kurvenanstieg wird erst durch die sprunghafte Ausbreitung des EMW. und der Hasel unterbrochen und zeigt sich als Begleiterscheinung einer progressiven Wald- und Klimaentwicklung. Dies scheint dann verständlicher, wenn, wie hier, die Annahme begründet ist, daß es sich vorwiegend um die Konkurrenz von Weißbirken mit *Pinus montana* handelt.

Von ganz besonderer Bedeutung erscheint nun die scharfe Grenze, die fast stets in den Diagrammen diese Zone von dem folgenden Boreal trennt. Meistens ist hier eine deutliche Sedimentationslücke zu erkennen. Nur in den in ihrem Niveau tiefstgelegenen Profilen I und VII lassen die Diagramme noch einen Übergang erkennen. Sonst erscheint auch bei kleinem Probenabstand plötzlich ein ausgeprägtes boreales Spektrum.

Die Zonengrenze liegt hier im Schwarzsee überall im Bereiche limnischer Sedimente, die als algenreiche Feindetritusgyttja ausgebildet sind. Nur in den ufernahen Randprofilen III und IV ist schon reichlich Grobdetritus eingelagert. Besonders in diesen beiden Profilen sind nun die Grenzschichten auffällig stark humifiziert, erdig zersetzt mit reichlich Holzresten und sandigen Beimengungen. Das Pollengut ist meist stark zerstört. Das Profil I, in dem die boreale Frühentwicklung noch am deutlichsten ausgeprägt ist, bricht hier leider ab. Im Profil II besteht die erste boreale Probe über einer ausgeprägten Sedimentationslücke aus reiner Algengyttja, die darunterliegende Grenzprobe 7,40 führt reichlich Grobdetritus in Form von Holz, Sphagnum und Braunmoosresten, während darunter wieder grobdetritusfreie Algengyttja liegt. In Profil VII konnte nur eine stärkere Zersetzung der Gyttja in den Grenzproben 11,20 bis 11,40 mit stark zerstörtem Polleninhalte bei hoher PF. beobachtet werden. In Profil VIII war die Grenzprobe 11,00 deutlich humoser und erdiger als das Substrat der angrenzenden oberen und unteren Schichten.

Bemerkenswert ist auch das Auftreten von Farnsporen in den untersten borealen Proben, die z. B. in Profil II von 5 auf 25%, in Profil III von 0 auf 17%, in Profil IV von 0 auf 9% und in den Seeprofilen VII und VIII von 0 auf je 5% ansteigen.

Weiter fällt auf, daß auch die an der Zonengrenze II/III vorübergehend auftretenden Moororganismen verschwinden bzw. seltener werden.

Es erscheint meines Erachtens klar, daß z. B. der sprunghafte Wechsel des Pollenbildes im Diagramm des Profiles II, wo bei 10 cm Probenabstand die EMW.-Kurve von 0,7 auf 38%, die Haselkurve von 1 auf 18% anspringt, nur dadurch zu erklären ist, daß während des Zeitraumes der Entwicklung die Sedimentation ausgesetzt hat. Auch bei Annahme eines raschen Klimaumschwunges und bei schnellstem Ausbreitungsvermögen aus nahegelegenen Refugien muß dieser Zeitraum von beträchtlicher Dauer gewesen sein. Das Fehlen bzw. die Gedrängtheit der Ablagerungen aus diesem Zeitraum ist aber aus allen Diagrammen, mit Ausnahme von Profil I, erkennbar; auch dort, wo, wie in den Profilen VII und VIII, ihr Niveau 11,00 bis 11,20 m unter dem heutigen Seespiegel liegt. Dies kann daher nur auf eine Seespiegelschwankung, deren Ausmaß mindestens 11 m betragen haben muß, zurückgeführt werden. Die Seewannen müssen nahezu ausgetrocknet gewesen sein, wovon ja auch die oben besprochenen Grenzsichten deutliche Merkmale aufweisen, und es war daher in diesem Zeitraum keine Möglichkeit für die Konservierung der abgelagerten Pollen gegeben. Nur im Profil I und vielleicht auch im Profil VII scheint schon zu Beginn der borealen Entwicklung diese Möglichkeit noch bestanden zu haben oder wieder eingetreten zu sein.

Als Ursache kann wohl nur eine extreme, lange dauernde Trockenperiode bei wesentlich erhöhten Durchschnittstemperaturen an der Wende des Präboreals zum Boreal angenommen werden, wie sie auch anderwärts mehrfach festgestellt werden konnte.

Zone V.

Die Zone verläuft in allen Profilen im Bereich der algenreichen Feindetritusgyttja, in der die Desmidiaceen verschwunden sind, Cyanophyceen noch oft massenhaft, Scenedesmen zahlreich auftreten und die Diatomeen mit 85 Arten und 23 Massenformen ihre größte Verbreitung erreichen. Die somit noch rein limnischen Ablagerungen führen reichlich Früchte von *Najas flexilis* sowie Früchte und Blattspitzen von *Ceratophyllum demersum*.

In den meisten Diagrammen zeigt das Pollenbild über einer offensichtlichen Sedimentlücke bereits eine fortgeschrittene Phase der Entwicklung des EMW. Eine deutliche Entwicklung mit allmählich ansteigenden Kurven zeigen nur die Profile I und VII. Hier beginnen die Ablagerungen

dieser Zone schon in 10,00 bzw. in 11,20 m Tiefe unter dem heutigen Seespiegel oder der Mooroberfläche und erreichen eine Mächtigkeit von 1,40 m.

Einen Gegensatz zu diesen Profilen bildet das Randprofil IV, von dem an Stelle eines Diagrammes das Untersuchungsergebnis der untersten Proben hier in Tabellenform dargestellt wird.

Über dem Moränengrund liegt eine zirka 30 cm mächtige Seekreidschicht, die im Birkenanstieg sich als der Zone III zugehörig erweist. Darüber liegt der schon erwähnte Austrocknungshorizont als stark humifizierte erdig zersetzte Gytija, die nach dem Pollenbilde der Zone IV zuzurechnen ist. Darüber folgt nun weniger zersetzte Detritusgyttja, die im Horizont 4,55 eine nicht sehr fortgeschrittene Entwicklung des EMW. zeigt, aber doch sicher schon der Zone V angehört. Bereits 25 cm über diesem Horizont — Zwischenproben fehlen leider — zeigt aber schon die Probe 4,30 der Gytija bereits das Spektrum einer vollentwickelten Fichtenzeit mit 75% Fichte (Zone VI).

Profil IV.

Substrat	Horizont	Zone	Pollenverteilung in Prozenten							
			Föhren	Birke	Fichte	EMW.	Erle	Tanne	Buche	Hasel
Grobdetritusgyttja	4,30	VI	11	2	75	9	2	0,5	1	3
Feindetritusgyttja	4,55	V	58	5	10	21	6	—	—	6
Stark humifizierte, erdig zersetzte Gytija	4,60	IV	81	15	1	2	1	—	—	1
Seekreide	4,65	III	81	16	1	1	1	—	—	—
	4,70		83	14	2	2,5	2,5	—	—	—
	4,75		92	8	—	—	—	—	—	—

In diesem Seerandprofil beschränken sich also die Ablagerungen der EMW.-Zeit auf eine Mächtigkeit von höchstens 15 bis 20 cm, während die darüber gelagerte Grobgyttja, die ausschließlich in der fichtenzeitlichen Zone VI gebildet wurde, mit einer Mächtigkeit von 1,30 m und die Zone V in Profil I als Feingytija mit einer solchen von 1,40 m ausgebildet ist. Bei der sehr flachen Lagerung dieser ehemaligen Seebucht ist hier in der Lage des Bohrpunktes IV unter allen Profilen die Möglichkeit, daß Schichten durch Abgleiten oder Abschwemmung ausgefallen sind, am unwahrscheinlichsten.

Die geringe Mächtigkeit, mit der hier am flachen Seerande in einem Niveau von 4,30 die limnischen Ablagerungen der EMW.-Zeit — die in

tieferer Lagerung so unvergleichlich mächtiger werden — ausgebildet sind, muß damit erklärt werden, daß zwar in dieser Zeit der Seespiegel wieder den Austrocknungshorizont des Präboreals von 4,55 m erreicht hat, aber noch nicht wesentlich darüber angestiegen ist, so daß die limnischen Ablagerungen hier nur als Detritusanschwemmung in geringer Mächtigkeit abgesetzt werden konnten. Dagegen haben sie bei gehobenem Seespiegel in der folgenden Zone eine mindestens siebenmal so große Mächtigkeit erreicht. Demzufolge muß die Seespiegelsenkung, die ihr größtes Ausmaß am Ende des Präboreals erreichte, auch noch im ersten Boreal andauert haben, und muß auch dieses noch als sehr trocken angesehen werden.

Hierfür spricht wohl auch, daß im Präboreal und im unteren Boreal Moororganismen nur ganz vereinzelt auftreten bzw. ganz fehlen.

Alle Diagramme, mit Ausnahme jenes des Profiles V, in dem der Niederschlag lokaler Birken- und Erlenbestände das Bild offensichtlich stört, zeigen nun einen einheitlichen gleichen Verlauf der Waldentwicklung. Im ersten Anstiege eilt der EMW. voraus, wird jedoch bald von der Hasel eingeholt, die überall zu einem nahezu gleichzeitigen Gipfel ansteigt. Maximale Werte erreicht der EMW. im Profil III mit 56%, die Hasel im Profil VII mit 90%. Im oberen Zonenteil drückt die rasch ansteigende Fichtenkurve die Kurve des EMW. herab und schneidet sowohl diese wie die Haselkurve in allen Diagrammen bei 40%. An der Zonenwende zur Fichtenzeit sind EMW. und Hasel überall unter 30% abgesunken. Bemerkenswert für diese Zonengrenze ist überall ein vorübergehender, nicht unbeträchtlicher Vorstoß von Tanne und Buche, den wir später auch in der Gegend von Kufstein beobachten können, dem somit regionale Bedeutung zukommt.

Im Gesamtbereich dieser Zone wurden in allen Proben zusammen 2626 Pollen von EMW.-Bäumen gezählt. Hiervon entfallen auf die einzelnen Arten:

	Eiche	Ulme	Linde
In allen Proben zusammen	17%	56%	27%
Oberhalb des Haselgipfels	17%	48%	35%
Unterhalb des Haselgipfels	16%	60%	24%

Ein wesentlicher Unterschied in der Zusammensetzung des EMW. im unteren gegenüber dem oberen Zonenbereich ist somit nicht festzustellen, höchstens ist eine geringfügige Zunahme der Linde gegenüber der stets führenden Ulme zu erkennen. Inwieweit dieses Überwiegen der Ulme auf ihre Windblütigkeit und demgemäß wohl größere Produktion und Streuungsmöglichkeit der Pollen zurückzuführen ist, muß dahingestellt bleiben. Ganz vereinzelt fanden sich Pollen von Ahorn, Esche, Hainbuche und Efeu sowie zwei Pollen, die der Hopfenbuche angehören dürften.

Zone VI.

Sie umfaßt die untere Fichtenzeit und liegt in allen Diagrammen noch im Bereich der limnischen Gytjabildung, und zwar in den Profilen I bis V im Bereiche der Grobdetritus-Dy-Gyttja. Im Randprofil IV geht diese Gytja noch im Bereiche dieser Zone, die hier die größte Mächtigkeit von 2 m erreicht, in terrestrischen Sphagnumtorf über. In den distalen Profilen VII und VIII liegt die Zone noch im Bereiche algenreicher Feingyttja. Überall sind die Ablagerungen der Gytja sehr reich an Resten von *Ceratophyllum*.

Die Fichte, deren Anstieg noch in die Zone V fällt, wo sie die EMW.-Kurve kreuzt, erreicht in allen Diagrammen maximale Werte, die zwischen 67% in Profil II und 89% in Profil IV liegen.

Die Föhrenwerte liegen nahezu durchwegs unter 10% und beweisen damit, daß die Fichte bis zur Waldgrenze die absolute Herrschaft errungen und die Föhren nahezu verdrängt hat.

Den zweiten Rang neben der Fichte behält der EMW., der in den geschützten, sonnigen Tallagen wohl auch noch in dieser Zeit vorherrschte. Seine Kurve bewegt sich meistens um 20%, erreicht im Profil VIII noch 32% und sinkt erst im oberen Teile ab.

In allen Proben dieser Zone zusammen wurden 1348 EMW.-Pollen gezählt und entfallen hievon auf:

Eiche 17%, Ulme 56%, Linde 27%.

Diese Verteilung ist eigentümlicherweise genau dieselbe wie im Gesamtzonenabschnitt V.

Bemerkenswert ist das Verhalten von Buche und Tanne, die, wie schon erwähnt, an der Zonengrenze V/VI zu einer rationalen Kurve ansetzen, im mittleren Bereiche der Zone VI wieder aussetzen und erst gegen Ende der Zone wieder ansteigen. Mit diesem vorübergehenden Anstieg fällt nun ein in den Profilen I bis III beobachtetes Massenaufreten von NBP.- und Farnsporen zusammen. In Profil I treten im Horizont 7,30 ohne nennenswerte Steigerung der NBP. 150% Farnsporen auf, im Profil II steigen die Farnsporen ebenfalls über 100% und gleichzeitig mit ihnen die Gramineenpollen auf 130% und die Cyperaceenpollen auf 36%. Bei ersteren handelt es sich offensichtlich um *Phragmites*, das in der Grobgyttja gleichzeitig durch reichliche Rhizomteile vertreten ist. In Profil III wiederum steigen — es handelt sich hier um ein Seerandprofil — die Cyperaceenpollen auf 110% und die Gramineenpollen (*Phragmites*) auf 60%. In den übrigen Profilen wurde nur ein bescheidenes Ansteigen der NBP. und Farnsporen nicht über 10% beobachtet. In den Profilen IV bis VI könnte das Fehlen auf zu großen Probenabstand (20 cm) zurückgeführt werden, was jedoch für die Profile VII und VIII nicht angenommen werden kann.

Es dürfte sich daher um den Niederschlag lokaler Schilf-, Seggen- und Farnbestände im engsten Sinn handeln, deren vorübergehendes Auftreten in der Uferzone durch die Transgression einer Seespiegelhebung erklärt werden könnte.

Zone VII.

Im Bereiche dieser Zone geht die limnisch sedimentierte Gyttha in Sphagnum- bzw. Sphagnum-*Radizellentorf* über. In den Profilen I und II ist die Torfmasse offenbar aus abgesunkenen Schwinggrasen gebildet. In den Profilen III bis VI liegt deutlich terrestrische Torfbildung vor. Die Mächtigkeit dieser Schichten ist sehr groß. Im Profil VI reicht diese Zone bis zum Moränengrunde, der hier in einer Aufsattelung das große Schwarzseebecken von einem kleineren Uferbecken trennt, und hat eine Mächtigkeit von 7,50 m, wovon 1,50 m noch aus Grobgyttha, 6 m darüber aus Sphagnum-*Radizellentorf* bestehen. Die unterste Probe führt hier bereits 35% Tanne neben 8% Buche. Auch in Profil V haben die Ablagerungen dieser Zone eine Mächtigkeit von über 6 m.

Dieser Abschnitt fällt in die Buchen-Tannenzeit, wenn auch hier am Schwarzsee die Fichte in diesem Zeitraum ihre führende Stellung beibehält. Nur in einigen Diagrammen wird ihre Kurve durch die Tanne in einigen Proben übergipfelt, ein einziges Mal im Profil II dominiert die Buche. Als Maxima erreichen die Tanne 42%, die Buche 37%, wobei letztere nach einem ersten Vorstoß und Rückgang im unteren Bereich erst im oberen Bereich der Zone ihre Hauptausbreitung erlangt. EMW. und Hasel sowie Föhren liegen durchwegs unter 5%. Nur ganz vereinzelt stoßen Erle und Birke über 10% vor, letztere in Profil III in zwei anliegenden Proben auf 25 und 35%, was natürlich auf lokale Bestände zurückzuführen ist.

Vereinzelt finden sich Pollen von Ahorn, Esche, Hainbuche (6 Pollen) und Hopfenbuche (7 Pollen, hiervon drei in einer Probe). Ericaceenpollen erreichten max. 4%.

Eine Gliederung der Zone ist nur insoweit erkennbar, als die Hauptverbreitung der Tanne in den unteren, der Buche in den oberen Zonen teil fällt. Doch ist nach dem ersten Tannengipfel schon im unteren Zonenabschnitt ein vorübergehender Anstieg und Wiederabfall der Buchenkurve festzustellen. Die häufigen Überkreuzungen der Fichten- und Tannenkurve müssen wohl als zufallsbedingt angesehen werden.

Ein dichter Mischwald von Fichten, Tannen und Buchen hat ohne Zweifel nahezu alleinherrschend Täler und Gebirge bis weit über die heutigen Waldgrenzen hinauf überzogen. Die Klimalage, optimal auch für die Hochmoorbildung, ist daraus abzulesen als: mäßig warm, niederschlagsreich mit großer Luftfeuchtigkeit.

In den konsolidierten Sedimenten der Seeprofile VII und VIII ist nur noch der unterste Teil der Zone VII ausgebildet; die Gyttha oder Torf-

lagen, in denen der obere Zonenteil ausgebildet war, sind offensichtlich abgetragen, was bereits oben (S. 11—12) besprochen wurde.

Zone VIII.

Die Zone ist regional als Fichten-Föhrenzeit ausgebildet; in ihrem unteren Abschnitt mit dem „oberen“ Fichtengipfel und im oberen Abschnitt mit neuerlichem Anstieg der Föhren.

Im Schwarzsee ist diese Zone nur in ihrem unteren Teil in den Schwingrasenbildungen des Profiles I und II ausgebildet, in den Moorprofilen III bis VI reicht die Buchen-Tannenzeit bis knapp unter die rezente Vegetationsdecke heran und zeigt, daß auch hier in 700 m Höhe die Hochmoorbildung mit der Buchen-Tannenzeit zur Hauptsache abgeschlossen war und seither kein wesentlicher Zuwachs mehr stattfand.

Zur Feststellung des rezenten Pollenniederschlages wurden vier Oberflächenproben untersucht, die sämtliche unmittelbar unter der lebenden Vegetationsdecke entnommen wurden, und zwar:

Probe A: In einem reinen *Sphagnetum mollusci* der NW.-Bucht des Schwarzsees, zirka 15 cm unter der Oberfläche.

Probe B: Ebenda, in der Wurzelregion eines *Rhynchosporium albae*, in Sukzession über einem alten *Sphagnetum*, zirka 15 cm unter der Oberfläche.

Probe C: Am Bohrpunkte des Profiles I in sehr nassem *Sphagnetum*, zirka 30 cm unter der Oberfläche.

Probe D: Am Bohrpunkte des Profiles II in einem *Sphagnetum cymbifolii* mit *Oxycoccus* in 10 cm.

Pollen in Probe	A	B	C	D
	%	%	%	%
Fichte	69	76	59	61
Föhren	13	9	23	23
Tanne	4	9	10	6
Buche	2	4	2	2
Eiche	—	—	0,7	—
Erle	5	1	3,2	3
Birke	7	1	1,4	5
Hasel	7	—	1,5	—
Weide	—	—	0,7	2
Ericaceae	10	—	16 ¹	1
Kräuter	6	—	4	5
Gramineen	45	4	14	8
Cyperaceen	6	—	2	2
<i>Lycopodium inundatum</i> -Sporen	—	2	—	65

¹ Vgl. *Andromeda*.

Wenn auch die Werte in den einzelnen Proben beträchtlich schwanken, sind doch neben der Vorherrschaft der Fichte, die im Gebiete klar auch heute ersichtlich ist, auch die Föhren, die seit der Eichenmischwaldzeit nur eine untergeordnete Rolle spielten, heute aber neben der Fichte das Waldbild beherrschen, auch in ihrem Pollenniederschlag wieder reichlich vertreten.

Das Filzmoos am Paß Thurn.

Das obere Pinzgau verbindet mit dem Tale der Kitzbüheler Ache der 1273 m hohe Paß Thurn.

Er ist der Rest eines hochgelegenen tertiären Talbodens des Pinzgaues, über den hinweg ein Würmgletscher der Hohen Tauern durch das Großsachen-

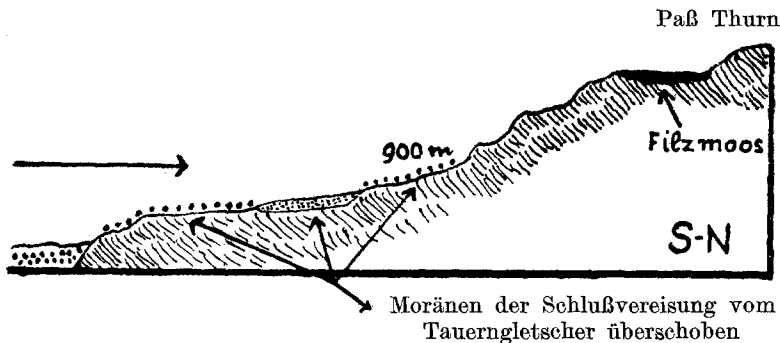


Abb. 14. Geologisches Profil Pinzgau—Paß Thurn
(nach AMPFERER 1936).

tal abfloß. In der Zeit der Schlußvereisung drangen aus den Tälern der Tauern noch mächtige stadiale Eisströme in das Pinzgau, überquerten das Tal und lagerten ihre Endmoränen an der nördlichen Talseite zirka 400 m unterhalb der Paßhöhe ab. Diese selbst lag somit außerhalb und hier über dem Vergletscherungsbereiche (vgl. geologisches Profil nach AMPFERER in Abb. 14).

Westlich des Passes steigt die Resterhöhe auf 1896 m an. Sie trägt an ihren Hängen zwischen 1500 bis 1600 m Randmoränenwälle, die nach AMPFERER einer letzten Rückzugsphase des Würmgletschers (Bühl), somit nicht mehr der Schlußvereisung angehören.

Ungefähr 50 m südöstlich unterhalb der Paßfurche liegt in einer rückfälligen Felsstufe der Grauwackenschiefer, ein zirka 16 ha großes, soligenes Latschenhochmoor, das Filzmoos. Es ist bereits seit langer Zeit in Abbau und schon seit 1901 planmäßig entwässert, so daß sich nur ein kleiner Teil in ursprünglichem Zustand befindet. Bemerkenswert ist das reichliche Vorkommen von *Betula nana*, die mit dem Standorte in Krimml am Talende des Pinzgaues hier westlich vorgeschobene Posten ihres Verbreitungsgebietes im oberen Enns- und Murtal besitzt.

Aus einer frischen 4,30 m hohen Stichwand eines Torfstiches wurden die Proben herausgeschnitten. Darunter wurden die Proben durch Bohrung gewonnen.

Es ergibt sich folgende Lagerfolge:

- 0,00—0,30 Erdig zersetzter, verheideter Sphagnumtorf.
- 0,30—0,60 Stubbenzone in Sphagnum-Radizellentorf.
- 0,70—2,00 Sphagnum-*Eriophorum vaginatum*-Torf mit einer Lage von *Hypnum trifarium*-Torf in 1,50 m.
- 2,10—2,50 *Sphagnum vaginatum*-Torf mit Reisern (*Oxycoccus*), *Scheuchzeria*, *Drosera*; stark zersetzter Schlenkentorf.
- 2,60—3,00 Sphagnetum cymbifolii mit Pollen von *Menyanthes*, *Utricularia* und Radizellen (*Phragmites*).
- 3,10—4,30 *Phragmites*-Torf, im oberen Teil mit reichlich *Sphagnum*, im unteren Teil sehr holzreich.
- 4,40—5,00 Sehr stark dyig zersetzter Walddorf, im unteren Teil Radizellentorf mit reichlich Holzresten und Braunmoosen.
- 5,10—5,60 Toniger Dy mit Radizellen und Braunmoosen (limnisch-telmatische Ablagerung).
- 5,65—5,95 Graugrüner humoser Ton, durch stärker humose Einlagerungen gebändert. Von 5,75—5,80 sandig, in 5,90 stark humose Schicht über grobem Schutt (limnisch).

Das Diagramm in Abb. 15 entspricht unter Berücksichtigung der 500 m höheren Lage im allgemeinen Verlauf der Entwicklung jener des in der Luftlinie 17 km entfernten Schwarzsees. Auch hier stammen die untersten Ablagerungen aus der dem Bühlrückzug folgenden Zeit und konnten Vergletscherungen der Schlußvereisung diese nicht mehr beeinflussen, wenn auch von den in einem Neigungswinkel von zirka 20° ansteigenden Hängen des 2050 m hohen Schelmberges Schmelz- und Niederschlagswässer minerogenes Material in das Moor eingeschwemmt haben.

Zone I.

Die unterste limnische, hier kalkfreie Tonschicht ist stark humos durchsetzt, mit Resten von Carexradizellen und Braunmoosen. Sie ist sehr pollenarm. Föhren, unter ihnen wieder die Zirbe gut vertreten, dominieren zwischen 66 und 86% und, wie im Schwarzsee, erreicht die hier wesentlich tieferliegende Birke im mittleren Zonenteil einen Gipfel von 20%. Daneben treten WL. mit ansehnlichen Anteilen auf und erreichen, in den einzelnen Proben zwischen 3 und 29% schwankend, im Durchschnitt aller Proben 16%. Vorwiegend ist es die Fichte, die bis 16% ansteigt, dann die Erle und Hasel, die beide 7% erreichen. Die spärlichen EMW.-Pollen stellt ausschließlich die Ulme. Während Tannepollen völlig fehlen, finden sich in einer Probe zwei Buchenpollen. Hinsichtlich dieser ist es völlig sicher, daß sie nicht durch Verunreinigung aus oberen Schichten erklärt werden können, da bei der Bohrung der untersten

Proben nur Schichten durchfahren wurden, die frei von Buchenpollen waren. Auch bei Annahme von Ferntransport aus dem Süden der Alpen, dem das Moos bei seiner hohen, nach S exponierten Lage besonders ausgesetzt wäre, wäre die andere Zusammensetzung der WL. hier als im Schwarzsee auffallend, wo die Beteiligung des EMW.-Pollens wesentlich größer war. Daneben finden sich in fast allen Proben Sanddornpollen, doch höchstens bis 3%.

Die NBP. erreichen hier ausnehmend hohe Werte, werden aber zum überwiegenden Teil durch Cyperaceenpollen gebildet. Wo sie, wie in vier aufeinanderfolgenden Proben, zwischen 250 und 750% liegen, ist es wohl sicher, daß es sich um den lokalen Niederschlag autochthoner Cariceten handelt. Daneben findet sich aber diverser Kräuterpollen zwischen 5 und 78%, *Artemisia* zwischen 5 und 71% und Gramineenpollen zwischen 5 und 45% in allen Proben. Die beiden untersten, in denen die NBP. mit 61 und 36% noch schwach vertreten sind, führen bis 24% Sporen von *Selaginella*.

Die Homologie dieses Diagrammabschnittes mit der Zone I vom Schwarzsee ist überzeugend, doch hat hier in höherer Lage, bei vermehrten Niederschlägen, ein größeres Einzugsgebiet die Voraussetzung für die Bildung ausgedehnter sumpfiger Cariceten geschaffen.

Zone II.

Auch die Schlußvereisung läßt sich mit Birkenabfall, Föhrenanstieg (wieder vorwiegend Bergföhre und Zirbe) und dem Verschwinden der WL. deutlich abgrenzen, wenn auch der weitere Verlauf der Birkenkurve sich hier durch seinen frühen Wiederanstieg abweichend verhält. Wie weit dies der Beteiligung von *Betula nana*, die auch heute hier noch reichlich vorkommt, zugeschrieben werden muß, muß dahingestellt werden. In makroskopischen Resten konnte sie nicht nachgewiesen werden.

Die hohen NBP.-Werte lassen auch für den Zeitraum der Schlußvereisung hier, der Höhenlage entsprechend, Waldarmut erkennen.

Zone III bis V.

Der untere Teil der Ablagerungen ist durch einen außerordentlich hohen Zersetzungsgrad und starke Korrosion der Pollen gekennzeichnet, was auf wiederholte und langdauernde Austrocknungen zurückzuführen ist. Der hohe Zersetzungsgrad ist auch hier an der Zonengrenze IV/V besonders auffällig; ebenso die Geringmächtigkeit der Ablagerungen, die in allen drei Zonen nur 40 cm betragen.

Der EMW.-Haselgipfel ist in einer einzigen Probe erfaßt, in der EMW. auf 32% (Ulme 22, Linde 10%), die Hasel auf 35% ansteigt. Beide dominieren absolut, werden aber durch die stets hochliegende

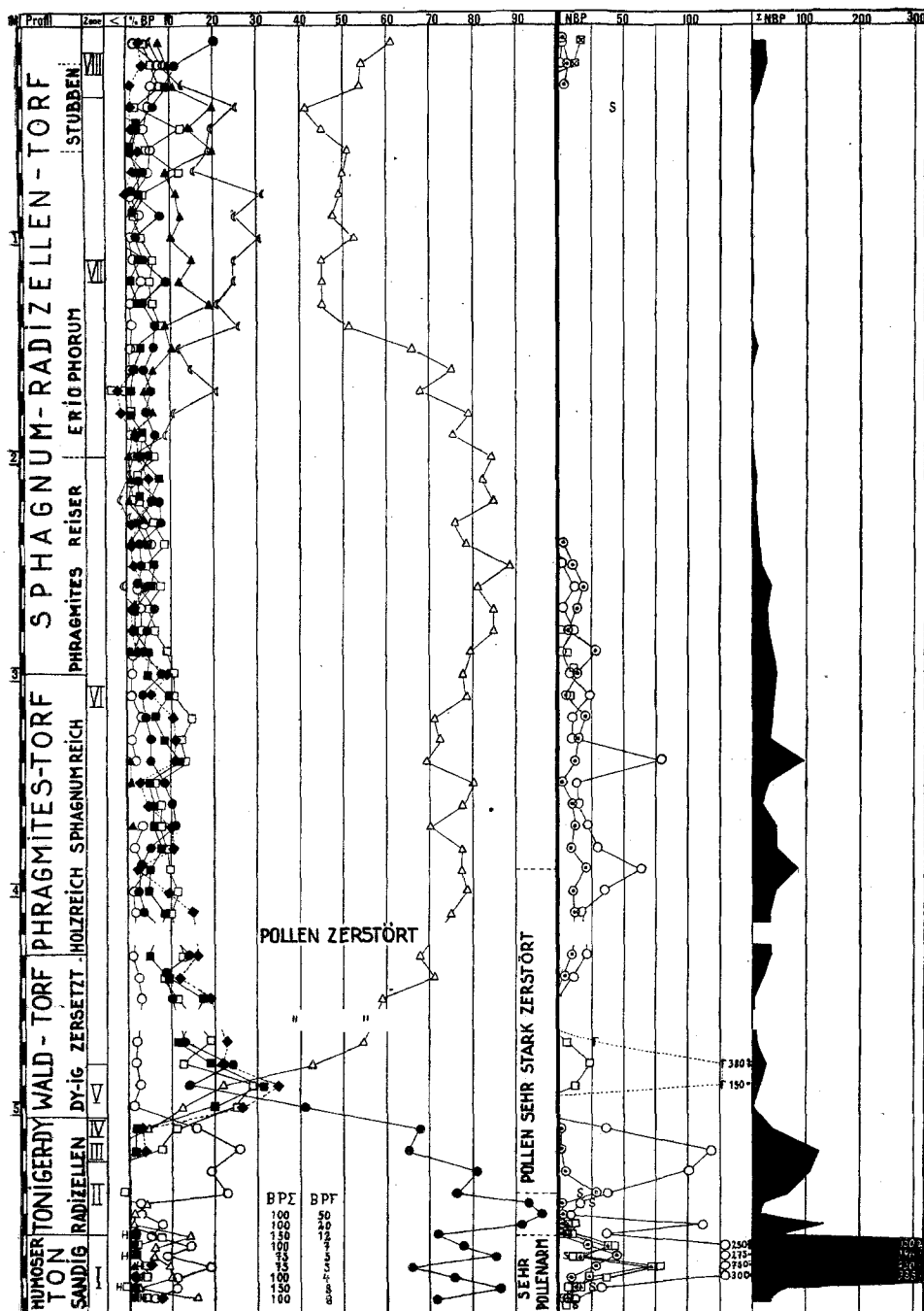


Abb. 15. Filzmoos am Paß Thurn.

Erlenkurve (Gipfel 29%) gedrückt. Gleichzeitig treten massenhaft Farnsporen auf, begleitet von zahlreichen Kompositenpollen (vgl. *Senecio* sp.). Die Fichtenkurve kreuzt EMW. und Hasel unmittelbar ober deren Gipfel und leitet hier offenbar früher, als in den tieferen Tallagen die Vorherrschaft der Fichte ein, die sie bis zum heutigen Tage aufrecht hält.

Zone VI.

Die Fichte herrscht, nur durch die schwankende Erlenkurve stärker beeinflusst, ständig zwischen 70 und 90%. Nur im untersten Teil erreichen Föhren und EMW. noch Werte bis 20%, sinken aber im weiteren Verlauf unter 10% ab. Terrestrische Torfbildung setzt ein. Im Bereiche der Zone V ist es vorwiegend dyig zersetzter Walddorf, der über Phragmitestorf in Sphagnumtorf überleitet und eine Mächtigkeit von 2,70 m erreicht.

Auch in diesem Zonenbereich sind vorübergehende Vorstöße der NBP. beachtenswert.

Zone VII.

Die Buchen-Tannenzeit (Gipfel 32 und 20%) verläuft ständig unter Fichtenvorherrschaft. Die größte Buchenverbreitung fällt in den oberen Zonenabschnitt. Eine üppige Hochmoortorfproduktion erreicht eine Mächtigkeit von 1,60 m.

Zone VIII.

Die zum Stillstand gekommene Hochmoorbildung wird an der Zonengrenze VII/VIII durch Stubben und Verheidung (24% NBP., darunter 17% Ericaceen) angezeigt. Die wieder ansteigenden Kurven von Fichte und Föhren kennzeichnen diesen Abschnitt.

Bodenproben aus den prähistorischen Bergbaugebieten der Kelchalpe bei Kitzbühel.

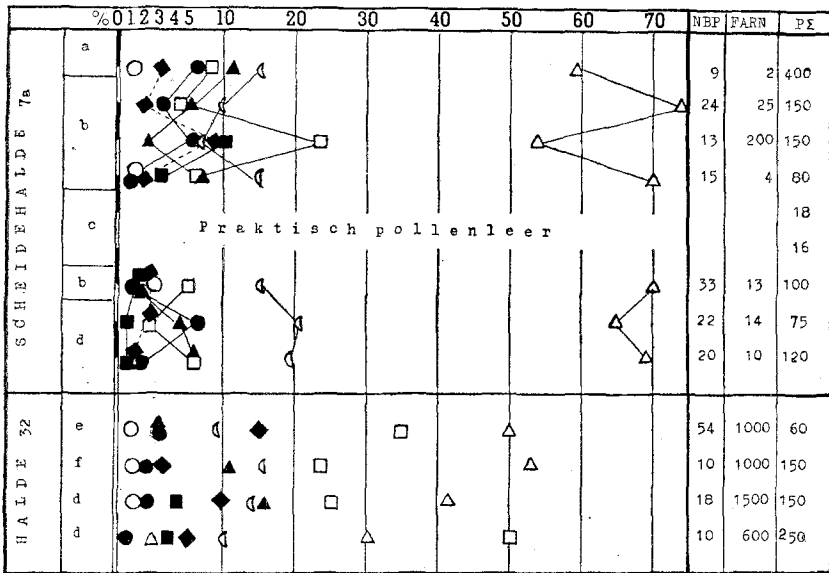
Zu den von PREUSCHEN und PITTIONI vorgenommenen Untersuchungen im Bergbaugebiete der Kelchalpe (1937) habe ich seinerzeit die pollenanalytische Untersuchung von Bodenproben beigetragen.

Da nunmehr die Ergebnisse der Untersuchungen aus Kitzbühel, insbesondere die des nahegelegenen Paß Thurn, vorliegen, die eine genauere Vergleichung und Synchronisierung ermöglichen, werden hier in Abb. 16 die Diagramme der Kelchalpe erneut wiedergegeben.

Hier finden sich, etwas über der heutigen Waldgrenze in zirka 1800 m, zahlreiche Scheidehalden eines bronzezeitlichen Kupferbergbaues. In diesen eingelassen sind zahlreiche, noch heute zum Teil für die Alpwirtschaft künstlich offengehaltene Wassertümpel, die schon in der Bergbauzeit als Speicher für das Betriebswasser angelegt worden waren. Im Tümpel der Scheidehalde 7 a fand sich eine mehr als 1 m mächtige Feinsedimentschicht zwischen Scheidematerialien verschiedenster Stückgrößen, die als natürliche

Einschlammung aus der Aufbereitung des auf die Scheideplätze angelieferten Grubenbauwerkes in den Betriebswasserspeicher erkannt wurde. Diese Sedimentschicht wurde in Probenabständen von 10 cm untersucht. Ihre Bildungszeit fällt mit der Betriebszeit des bronzezeitlichen Bergbaues zusammen.

Die Halde 32 war eine Siedlungsstelle, die im Zusammenhang mit der Aufbereitungsarbeit gestanden haben dürfte. Hier wurden vier nicht zusammenhängende Proben des Kulturbodens untersucht.



- a = Waldhumus mit Fichtenholz u. Fichtenzapfenresten.
b = Grauer und gelber Lehm, gebändert.
c = Gelber Lehm.
d = Sandig-humose Schicht mit Brandspuren.
e = Kuhmist.
f = Torfiger Boden.

Abb. 16. Pollendiagramm von Scheidehalde 7a und 32 im Bergbaugbiet Kelchalpe bei Kitzbühel.

Hinsichtlich einer näheren Beschreibung wird auf obige Publikation verwiesen.

Die Deckschicht a stellt eine natürlich gewachsene Waldbodenschicht dar und zeigt mit ihrem Gehalt an Fichtenzapfen und Holz, daß das Gebiet zur Bauzeit noch innerhalb der Waldzone gelegen war.

Alle Proben zeigen ein ausgesprochen buchen-tannenzeitliches Spektrum, doch weisen die dritte Lehmprobe der Scheidehalde 7a sowie die Bodenproben der Halde 32 eine größere Verbreitung von Erlenbeständen und insbesondere eine stärkere Vertretung von Hasel und EMW.-Elementen auf, die fast zur Gänze von der Linde beigestellt

werden, während auffälligerweise die Ulme fehlt. Außerdem heben sich diese Proben durch die Massenverbreitung von perisporlosen Farnsporen, wahrscheinlich *Athyrium alpestre* ab. Die dritte Probe der Scheidehalde 7 a ist somit wahrscheinlich durch Einschwemmung von Waldbodenresten mit den Lehmen des Scheideprozesses sekundär gelagert.

Da die Kelchalpe 600 m höher liegt als der Paß Thurn, sind die verhältnismäßig hohen Werte von Linde und Hasel auffällig, die sich übereinstimmend in den Kulturbodenproben finden und die mit den niederen Föhrenwerten für ein höheres Alter dieser Ablagerungen sprechen als jenes der eingeschlammten Lehme. Eine Entscheidung darüber, welche Kategorie der Proben für die Altersbestimmung verlässlicher erscheint, ist wohl nicht angängig, wenn meines Erachtens auch die eigentlichen Kulturbodenproben (Kuhmist) maßgebender erscheinen. Diese wären aber dann nicht an das Ende, sondern in ein früheres Stadium der Buchen-Tannenzeit zu stellen.

Moore der Zeller Terrasse bei Kufstein.

In der Schotterterrasse von Zell, die sich längs des linken Innufers bei Kufstein erstreckt, finden sich eine Reihe wannenförmiger Einsenkungen. In einer dieser Gruben, der Maistaller Lacke, ist ein Weiher mit offenem Wasser, die anderen sind von nassen Torflagern erfüllt, von denen einige eine prachtvolle, fast ganz ungestörte Hochmoorvegetation tragen.

Die glazialgeologische Literatur hat sich mit diesen Gruben, deren Oberfläche fast durchwegs 10 bis 12 m unter die Terrassenoberfläche eingesenkt ist, mehrfach beschäftigt. PENCK sieht in der Terrasse eine fluvioglaziale Bildung, die als Vorfeld (Sander) der von ihm bei Kirchbichl vermuteten Endmoränen des Bühlgletschers lag und beschreibt diese Gruben als Erdfälle über schmelzenden Eispartien, die von Schottern überdeckt waren. Auch BOBEK führt die Gruben auf Toteis zurück, das auf ein nahes Gletscherende hinweist. Nachdem schon KLEBELSBERG die Vermutung ausgesprochen hat, daß es sich um seitliche Rinnsale und Talmulden handelt, die durch postglaziale Aufschüttungen des Inns abgedämmt wurden, erklärt HEISSEL (1940) unter genauer Beschreibung der Landschaft diese Gruben, deren serienweise Anordnung in der Strömungsrichtung er betont, als Kolkbildungen von Totwasser- (Hochwasser-) Armen eines alten Innlaufes (Totwasserlöcher) und lehnt ihre Deutung als Toteislöcher ab.

In der größten dieser Moorgruben, unmittelbar südlich unter der Maistaller Lacke, in 490 m Höhe, die ungefähr 160 m lang und 80 m breit ist, wurden zwei Profile gebohrt und untersucht, von denen eines aus dem nördlichen Teile des Moores im Diagramm (Abb. 17) dargestellt ist. Nur die obersten Proben 0 bis 0,80 stammen aus dem Profil II, da dort eine inselartig verfestigte Lage von *Carex*-Radizellentorf die Probeentnahme ermöglichte, während dies im Profil I unter nassem Schwingrasen nicht möglich war.

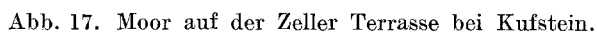


Abb. 17. Moor auf der Zeller Terrasse bei Kufstein.

Der Aufbau der Lagerfolge ist:

A. Terrestrische Torfablagerungen.

- 0,00—0,50 *Carex*-Radizellentorf mit Sphagnen und Braunmoosen (in Profil I nasser Schwingrasentorf bzw. Schlamm).
- 0,60—1,40 schwach zersetzter Sphagnumtorf.
- 1,50—2,10 stark zersetzter Sphagnum-Radizellentorf, übergehend in holzreichen, sehr stark zersetzten Bruchwaldtorf.
- 2,20—3,10 stark zersetzter Sphagnum-Radizellentorf mit Reisern und Holz.

B. Limnische bzw. subaquatische Sedimente.

- 3,20—4,70 Grobdetritusgyttja mit vorwiegend *Sphagnum*-Resten sowie Resten von Braunmoosen, Geweberesten von Cyperaceen, Wasserpflanzen, Fichtennadeln, Holz; nach unten in Dy-Gyttja übergehend.
- 4,80—5,40 lehmige Feinsandschicht, Dy-durchsetzt mit spärlichen organischen Resten; pollenarm mit korrodiertem Polleninhalte. Im Profil II findet sich in äquivalenten Horizonten eine 40 cm starke Schicht feinkörniger, glimmer- und feldspatreicher, nahezu ton- und kalkfreier Sand ohne dyige Einlagerung mit sehr spärlichem organischem Detritus. Nach Flußsäurebehandlung konnte eine Pollenfrequenz von 3 bis 7 Pollen je Quadratzentimeter erzielt werden.
- 5,50—6,00 Dy-Gyttja, sand- und tonfrei, stark humifiziert und erdig zersetzt, mit reichlich Grobdetritus von Sphagnen, Braunmoosen, Radizellen und Geweberesten; im unteren Teil mit stark zerstörter organischer Substanz.
- 6,05—6,25 tonige gebänderte Dy-Gyttja.
- 6,25 reines pollenleeres Lehmband.
- 6,30 stark humifizierte, erdig zersetzte Detritusgyttja.
- 6,35—6,40 lehmig durchsetzte gebänderte Dy-Gyttja.
- 6,50—6,70 feinsandiger, etwas kalkhaltiger Lehm, stark humos durchsetzt (Reste von Braunmoosen, Sphagnen und Radizellen, viel zoogene Reste).
- 6,80—7,00 wie oben, aber mit massenhaften Desmidiaceen (siehe Anhang).

Bei einer ersten Betrachtung des unteren Diagrammteiles fällt vor allem auf, daß hier im Bereiche der Zonen I bis IV die Birkenkurve viel höher liegt als im Schwarzsee und am Paß Thurn, und daß offensichtlich mit zunehmender Höhenlage die Beteiligung der Birken an der Bewaldung zurückgeht. Unter den Föhrenpollen sind hier solche vom *Cembra-Habitus* seltener, und auch das Überwiegen von Pollen von *Montana-Habitus* ist nicht mehr festzustellen. Weiter ist die PF. in den tonigen Schichten, die bis in die boreale Zeit zum Absatz kommen, anhaltend sehr gering.

Zone I

ist auch hier gekennzeichnet:

1. durch die Beteiligung der WL. Sie beträgt im Durchschnitt 22% (17 bis 31%); während aber in höheren Lagen hauptsächlich Fichten-

- pollen auftraten, finden sich hier vorzüglich Hasel, Erle, Linde und Ulme. Auch Buche und Tanne sind vertreten;
2. durch einen Höchststand der Birkenkurve (40%);
 3. durch die hohen NBP.-Werte und ihre Zusammensetzung: diverse Kräuterpollen max. 64% (vorwiegend Kompositen, Chenopodiaceen, Polygonaceen), *Artemisia*-Pollen max. 41%, Gramineenpollen max. 31%;
 4. durch das Massenauftreten von Desmidiaceen, das sich auf die Proben dieser Zonen beschränkt und auf ein seichtes, stehendes, nicht durch Überflutung gestörtes Gewässer schließen läßt. Die völlig gleichmäßig tonig-feinsandigen, minerogenen Bestandteile dieser Schicht sind offensichtlich aus den Rändern der Grube eingeschwemmt bzw. durch Windwirkung eingeblasen.

Zone II

ist nur in zwei Proben ausgebildet, in denen die WL. auf 3% absinken. Hier sind die Verhältnisse ähnlich wie in Profil II des Schwarzsees. Es dürften in der tiefen geschützten Lage des Talkessels von Kufstein sich Restbestände von Erle und Hasel, die hier in Frage kommen, auch während des Zeitraumes der Schlußvereisung erhalten haben.

Anders als im Schwarzsee verhält sich die Birke, die schon im Verlaufe dieses Abschnittes und nicht erst nach seinem Abschluß sich stark ausbreitet.

Zone III und IV

weisen folgende Merkmale auf:

1. Zunahme der WL.
2. Außerordentlicher Anstieg der Birke, die in fünf aufeinanderfolgenden Proben die Föhre übergipfelt und bis 62% ansteigt.
3. Auftreten von *Hippophae* in drei aufeinanderfolgenden Proben mit einem Maximum von 14%, was die höchste bisher in Nordtirol gefundene subfossile Beteiligung darstellt.
4. Wiederanstieg der NBP.-Werte bis 128%, bei gleichartiger Zusammensetzung wie in Zone I. Maximalwert: *Artemisia* 24%, diverse Kräuter 46%, Gramineen 33%, Cyperaceen 22%.
5. Die tonige Bänderung der Lagerfolge, die durch feinsten Schlamm ohne gröbere sandige Beimengungen bewirkt wird, dürfte durch äolische Einwirkung entstanden sein. Die ganze Talsohle des unteren Inn Tales bestand in diesen Zeiten wohl aus Kies- und Sandbänken des Innbettes, die dem Winde reichlich Angriffsflächen boten.
6. Die oberste Grenzschicht 6,30 besteht auch hier aus stark humifiziertem, erdig zersetztem, feinsandigem Grobdetritus mit Resten von Braunmoosen und Farnsporen (30%) und zeigt damit die Merkmale

eines Austrocknungshorizontes. Diese Schicht wird in Horizont 6,25 von einer nahezu pollenleeren Lehmschicht überlagert. Auch hier handelt es sich wohl um eine äolische Ablagerung, die durch spätere Wassereinwirkung lehmig verfestigt wurde.

Aus dem Zusammenhang dieser Merkmale kann geschlossen werden, daß eine zunehmende Trockenphase mit neuerlichem steppenwaldartigen Vegetationscharakter eingetreten war, die mit einem typischen Austrocknungshorizont, bedeckt von einer äolischen Staub- und Feinsandschicht, abschließt.

Zone V.

In ihrem unteren Bereich, in dem die Föhren die Birken stark zurückgedrängt haben und EMW. und Hasel ihre erste Ausbreitung anzeigen, zeigt die Lagerfolge noch die tonige Bänderung der dyartig zersetzten organogenen Sedimente, die für die gleichartigen liegenden Schichten als durch äolische Einwirkung entstanden angenommen wurde. Der Rückgang der NBP., die nunmehr fast ausschließlich aus Cyperaceen bestehen, und eine stark zunehmende Farnausbreitung weisen auf langsam abnehmende Trockenheit und zunehmende Bewaldung hin. In diesen Merkmalen gibt dieser Diagrammabschnitt einen guten Einblick in die sonst meist fehlende boreale Entwicklung. Im mittleren Teil der Zone sind EMW. und Hasel zur völligen Alleinherrschaft gelangt. Sie erreichen mit 63% bzw. 117% (Profil II) die höchsten bisher in Tirol festgestellten Werte.

Sedimentiert wurde in diesem Zonenbereiche eine sehr stark zersetzte Dy-Gyttja, die nun völlig frei von tonigen, minerogenen Beimengungen ist und telmatischen Charakter aufweist. Die Mächtigkeit dieser Schicht mit nur $\frac{1}{2}$ m steht zu dem Zeitraum, der zu ihrer Bildung veranschlagt werden muß, offenbar nicht im richtigen Verhältnisse. Ihre Ausbildung muß einen sehr langen Zeitraum beansprucht haben.

Knapp unter dem Haselgipfel erreicht die steil aufsteigende Kurve der Farnsporen außerordentlich hohe Werte bis zu 400%, sinkt während des Hochstandes der Haselkurve wieder stark ab, während hier die Cyperaceen bis 45% ansteigen.

Aus dieser Entwicklung ist deutlich zunehmende Wärme, zunehmende Feuchtigkeit und völliger Zusammenschluß der Bewaldung herauszulesen.

Der obere Abschnitt der Zone V tritt durch zwei Merkmale aus dem Rahmen einer normalen Weiterentwicklung heraus:

1. Es folgt auf die an minerogenen Bestandteilen völlig freie Dy-Gyttja mit scharfem Kontakt nach oben und unten in beiden Profilen eine Sandschicht, wie sie oben näher beschrieben ist. Dieser Sand gleicht sehr den feinen, stark ausgewaschenen Mehlsanden, wie sie der Inn in stillen Buchten ablagert.

2. Die Kurven des EMW. und der Hasel werden an der unteren Grenze der Sandschicht von der Fichte überschritten, die im dargestellten Profil von 19 auf 53% ansteigt. Gleichzeitig treten in vier aufeinanderfolgenden Proben Buche und Tanne regelmäßig auf, wobei die Buche auf 14% ansteigt. Diese Merkmale zeigen sich gleichartig in beiden Profilen, können also nicht zufallsbedingt sein. Im weiteren Verlauf sinkt die Fichte wieder auf Werte zwischen 20 und 30% ab, Buche und Tanne verschwinden wieder völlig und EMW. und Hasel treten ihre vorübergehend unterbrochene Herrschaft wieder an.

Die Ursache dieser Erscheinungen ist nicht völlig klar. Die Sandaufschüttungen in der Terrassenmulde, die rezenten Anschwemmungen des Inn gleichen, würden ja als solche am einfachsten zu erklären sein, wenn angenommen werden kann, daß der Inn bei Hochwasserständen die Zeller Terrasse und damit das Moor gelegentlich durch einen längeren Zeitraum überflutete. Gegen die Annahme, daß die Sandschicht das Ergebnis einer kurzdauernden einmaligen, katastrophenhaften Überflutung ist, spricht neben der Mächtigkeit der Sandschicht ihre Homogenität, das Fehlen gröberen Materiales sowie der Umstand, daß die pollenanalytische Untersuchung völlig eindeutig gerichtete Kurven ergibt, die eine durch längere Zeiträume fortgesetzte Entwicklung annehmen lassen.

Das Niveau der Zeller Terrasse, in die das Moor eingesenkt ist, liegt beim Hofe Wiesing in 487 m, bei der Maistaller Lacke, etwas oberhalb unseres Moores, in 492 m; die Höhe des Terrassenrandes kann somit mit rund 490 m angenommen werden. Nach Mitteilung der Innbauleitung liegt bei der Kufsteiner Brücke der Normalwasserstand des Inn bei 476,5 m, der höchste gemessene Hochwasserstand bei 481,4 m. Bei Berücksichtigung des Flußgefälles vom Innknie unterhalb Wiesing bis zur Kufsteiner Brücke beträgt der Höhenunterschied zwischen der Terrasse und dem heutigen Normalwasserstand höchstens 13 m, dem höchsten in historischer Zeit gemessenen Hochwasserstand 9 m.

Immerhin ist diese Höhendifferenz so groß, daß sie wohl nicht durch eine normale Vertiefung des Innbettes seit der Wärmezeit erklärt werden kann; dies um so weniger, als ja während der ganzen spätglazialen Zeit solche Überflutungen der Zeller Terrasse nicht nachweisbar sind. Es muß da wohl die Vorstellung zu Hilfe genommen werden, daß gegen Ende des Boreals aus irgendeiner Ursache, wobei an Bergstürze, Murbrüche oder Schuttstauung gedacht werden kann, der Inn in der Kufsteiner Gegend aufgestaut wurde, so daß durch längere Zeit, doch nur bei Hochwasserständen, das alte Flußbett der Zeller Terrasse wieder überflutet wurde. Daß der Inn oder ein abgezweigter Flußarm damals hier verlief, ist jedoch sicher nicht der Fall gewesen, da sonst die Gruben in der Terrasse in kürzester Zeit völlig mit gröberem Material eingeebnet worden wären.

Andere Erklärungsmöglichkeiten wären die äolische Herkunft oder die Einschwemmung von Material aus dem Hange des Maistaller Berges, der über der Terrasse steil ansteigt. Erstere Möglichkeit ist aber sehr gering, da abgesehen von der Beschaffenheit der Sande, die deutlich fluviale Merkmale zeigen, die mit Sicherheit anzunehmende dichte Bewaldung in diesem Zeitabschnitte, auch wenn noch ausgedehnte Kies- und Sandbänke im Innstrombett vorhanden waren, so mächtige äolische Ablagerungen höchst unwahrscheinlich erscheinen läßt. Die zweite Möglichkeit scheidet deshalb aus, weil das Grundgebirge des Maistaller Berges zur Gänze aus Hauptdolomit und Plattenkalk besteht, während die eingelagerten Sande kalkfrei oder sehr kalkarm sind.

Die Überflutungen des Moores durch Hochwasserstände des Inn, die durch eine katastrophenbedingte Stauung des Flußlaufes verursacht wurden, haben unter allen Erklärungsversuchen um so größeren Wahrscheinlichkeitswert, als auch das plötzliche und vorübergehende Auftreten von Fichten, Tannen und Buchen mitten in einer EMW.-Phase eine vorübergehende Schwankung im Sinne stark vermehrter Niederschläge anzunehmen gestattet.

Dieser vorübergehende Tannen-Buchenvorstoß, begleitet von einem Fichtenanstieg, ist, wie oben beschrieben, auch im Schwarzsee deutlich und fällt dort in die Zonengrenze V/VI. Während aber am Schwarzsee in einer höheren Lage die Fichte ihre einmal erworbene Herrschaft aufrecht erhielt, tritt sie hier in tieferer Lage wieder hinter EMW. zurück. Demnach ist somit der oberste fichtenreiche Abschnitt der Zone V im vorliegenden Diagramm synchron mit dem unteren EMW.-reichen Abschnitt der fichtenzeitlichen Zone VI in den Schwarzseediagrammen. Es zeigt sich, daß schon bei einer Entfernung von weniger als 25 km und einem Höhenunterschied von 300 m Waldperioden und Zoneneinteilungen sich weitgehend überschneiden.

Die Verteilung der EMW.-Pollen in beiden untersuchten Profilen ergibt folgende Zusammensetzung:

	Linde	Ulme	Eiche
Im oberen Abschnitt	45%	50%	5%
Im mittleren Abschnitt	50%	42%	8%
Im unteren Abschnitt	51%	39%	10%

Demnach ist zu Beginn der EMW.-Zeit die Linde und unter sehr spärlicher Beteiligung auch die Eiche verbreiteter und breitet sich die Ulme in den späteren Abschnitten mehr aus. Unter den Lindenpollen stellt die Hauptmenge *Tilia cordata*, doch treten auch Pollen von *Tilia platyphyllos* auf.

Zone VI.

Wie bereits ausgeführt, gelangt hier in tieferen Tallagen die Fichte verhältnismäßig spät zur Herrschaft und übersteigt nur in zwei Proben

60%. EMW. und Hasel erhalten sich in sehr beachtenswerter Verbreitung und überkreuzen mit 40% bzw. 52% auch noch in diesem Abschnitt einmal die Fichtenkurve. Von den EMW.-Pollen entfallen 17% auf Eiche, 40% auf Ulme, 43% auf Linde. Föhre und Birke sind bedeutungslos, nur die Erle ist meistens zwischen 10 und 20% vertreten. Vom mittleren Zonenteil an treten wieder Buche und Tanne auf.

Die Sedimente dieser Zone sind noch ganz als limnisch-sphagnumreiche Grobdetritus-Dy-Gyttja ausgebildet, die vermutlich zum größten Teil aus abgesunkenen Schwinggrasen hervorgegangen sein dürfte.

Zone VII.

Mit dem raschen Anstieg der Tanne und der unmittelbar nachfolgenden Buche beginnt die Ablagerung terrestrischer Torfe. Die in beiden Profilen völlig übereinstimmende Gliederung der Zone zeigt:

1. einen unteren Tannengipfel max. 50%;
2. eine untere Buchendominanz max. 60%;
3. Bruchwaldzone mit Maxima: Hasel 55%, Erle 50%, Birke 40%,
„ „ Minima: Buche 17%, Tanne 6%, Fichte 8%;
4. eine obere Buchendominanz max. 69%;
5. einen oberen Tannengipfel max. 55%;
6. einen dritten Buchenvorstoß max. 40% (?).

Wir sehen somit, nur durch eine offenbar lokale Bruchwaldbildung unterbrochen, während des Zonenverlaufes die Buche allein herrschen, da nicht nur die Föhren, sondern sogar Fichte und Tanne meistens unter 10% absinken. Nur vorübergehend am Anfang und am Ende der Zone, gleichzeitig mit der dort abfallenden und hier wieder ansteigenden Fichte, kommt vorübergehend die Tanne zur Herrschaft. Vereinzelt im oberen Abschnitt findet sich die Hainbuche. Diese hier als reine Buchenzeit ausgebildete Zone ist eine Zeit üppigsten Moorwachstums. Der gebildete Hochmoortorf erreicht eine Mächtigkeit von 2,5 m.

Zone VIII.

Mit dem neuerlichen Anstieg der Fichtenkurve, dem auch die Föhren folgen, geht der Hochmoortorf in einem Carex-Radzellentorf über und zeigt, daß auch in tieferen Lagen die Hochmoortorfproduktion am Ende der Buchen-Tannenzeit aufhört.

Gleichzeitig nehmen die NBP.-Pollen zu, unter denen die Ericaceenpollen (vgl. *Vaccinium uliginosum*) mit 12% die Verheidung des Moores anzeigen. Gramineen- und Kräuterpollen, neben der starken Beteiligung von Birke, Erle und Hasel, dürften auf die einsetzende menschliche Rodungstätigkeit hinweisen. Auffällig ist der starke Rückgang von Buche und Tanne, da die Bergwälder um Kufstein heute noch zur Buchenzone gehören.

Der Egelsee bei Kufstein.

Am Tierberg nördlich Kufstein liegt, durch Gletscherkolk oder Abdämmung in den mit Würmmoräne überzogenen Terrassensedimenten eingebettet, in 570 m der Egelsee.

Nördlich begrenzt ihn vor dem Abfall des Tierberges gegen das Tal des Klausenbaches ein Wall von Gosau-Breccien, der bis 35 m über den Seespiegel ansteigt. Der Abfluß führt durch eine Lücke dieses Walles in Schottern, schneidet jedoch 10 m unterhalb in den anstehenden Kalk und fällt steil zum Klausenbache ab, wo er bei seiner Einmündung einen mächtigen Schuttkegel angehäuft hat, der aus einer Zeit weit größerer Wasser- und Geschiebeführung stammen muß. Gegen Süden trennt der Burgberg, ein bis 637 m ansteigender Felsrücken von Plattenkalk mit aufgelagerten Gosaukalken, den Egelsee vom Hechtsee.

Der 2,8 Hektar große See ist ringsum von erodierten Moorufeln und Schwingrasenbildungen umgeben. Er hat eine Wassertiefe von 8,2 m. Seine Wanne ist aber mit einer mächtigen Schlammsschicht ausgekleidet und enthält ein Braunwasser von dystrophem Typus.

Es wurden zwei Profile von dem längs des Abflusses vorgeschobenen Schwingrasen aus gebohrt. Bei dem mehr gegen den See zu gebohrten Profil konnte mit 10 m Gestänge der Grund nicht erreicht werden. Hievon 10 m gegen das Ufer und 3 m vom Abflusse entfernt wurde ein zweites Profil gebohrt, das zwischen 8,30 und 9 m in kantigem feinem Schutt verlief, der, aus weißem bis rötlichem Kalk bestehend, offenbar feinen Grus aus aufgearbeiteter Gosau-Breccie darstellt.

Das Ergebnis der Untersuchung des zweiten Profils ist im Diagramm (Abb. 18) wiedergegeben.

Aus dem mergeligen Feinschlamm des liegenden Schuttes wurden vier Proben untersucht. Die PF. war außerordentlich gering (1,5 bis 5) und bilden die ermittelten Werte keine Fortsetzung des Diagrammes. Diese Schuttschicht, die aus dem Material des vorgelagerten Gosau-Breccienwalles stammt, dürfte sich während einer Trockenperiode und einer Seespiegelsenkung unterhalb des Walles am Seeufer gebildet haben und erst später überflutet worden sein. Dafür spricht, daß die unterste Probe der 6 m mächtigen überlagernden Gyttya die vollentwickelte EMW.-Zeit mit einem Haselgipfel von 90% zeigt, somit aus der frühen borealen Zeit stammt, die regional als sehr trocken nachgewiesen ist. Bemerkenswert ist, daß im zweiten Profil die untersten Proben in den Horizonten 9,30 und 9,50 nahezu genau die gleichen Pollenwerte aufweisen wie im dargestellten Profil.

Die weitere Entwicklung gleicht ganz der, wie sie auf der Zeller Terrasse, die in Luftlinie nur 3 km entfernt ist, gefunden wurde.

Die Fichtenzeit (Zone VI) ist entsprechend der um zirka 100 m höheren Lage mit betonterem Hervortreten der Fichte ausgebildet, doch halten sich auch hier EMW. und Hasel ständig zwischen 20 und 30%. An der

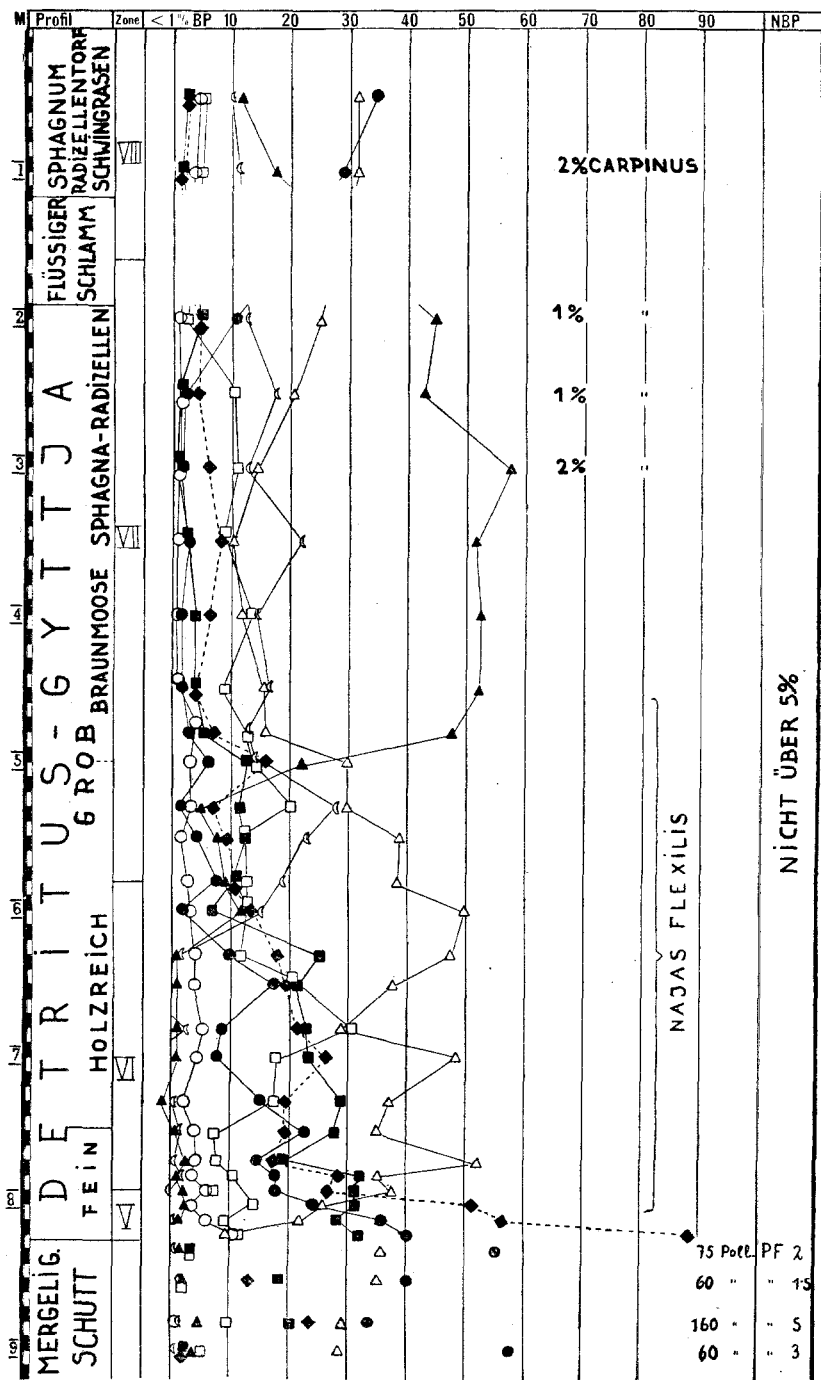


Abb. 18. Egelsee bei Kufstein.

Zonenwende V/VI erscheinen auch hier vorübergehend Buche und Tanne.

Auch Entwicklung und Verlauf der Buchen-Tannenzeit (Zone VII) ist völlig gleichartig ausgebildet. Nach einem vorausseilenden Vorstoß der Tanne (im zweiten Profil max. 35%) kommt die Buche zu einer ausgesprochenen Alleinherrschaft mit Werten, die ständig zwischen 45 und 60% liegen und im zweiten Profil ein Maximum von 69% erreichen. Hier fehlt die auf der Zeller Terrasse offensichtlich lokalbedingte Bruchwaldbildung, die dort im Diagramm eine Unterbrechung der hochgelagerten Buchenkurve verursachte.

Das Ende der Zone VII und der Beginn der Zone VIII fehlten hier in beiden Profilen, da die entsprechenden Schichten unter der Schwingrasendecke aus flüssigem Gytjtjaschlamm bestehen, der mit dem Bohrer nicht zu erfassen war. Auch hier dürfte es sich um einen Prozeß der Moorabtragung handeln. Die obersten Schichten zeigen die rezente Föhren-Fichtenzeit (Zone VIII), in der Buche und Tanne auf Werte um 10%, die übrigen Laubhölzer auf solche um 5% abgesunken sind. Vom oberen Teil der Zone VII an fanden sich stets vereinzelt Pollen der Hainbuche, die auch heute noch im untersten Tiroler Inntal vereinzelt vorkommt.

Die Moore am Oberangerberg (Reintaler See und Mosertal).

Der Oberangerberg zwischen Achenrain und Breitenbach stellt den Rest einer durch fluvioglaziale Einwirkung abgetragenen Inntal-Schotterterrasse dar.

Sie bildete einen Teil der glazialen Inntalsohle, die rund 40 m über der heutigen Talsohle liegt. Die Abtragung hat den größten Teil der Terrassenschotter entfernt und ist bis auf das Grundgebirge, das aus Häringer Konglomeraten und aus jüngeren Oligozänmergeln besteht, fortgeschritten. Diese stehen in abgeschliffenen, in der Talrichtung streichenden Rücken an, zwischen denen Mulden liegen, die mit Terrassensedimenten und vorwiegend jungen Aufschüttungen erfüllt sind. Am Westende des Oberangerberges liegt, durch Gletscherkolk oder Abdämmung in die Schotter der Mulden eingebettet, die verschlungene Gruppe der Reintaler Seen. Der östliche Teil, das zwischen den Weilern Mosen und Haus gelegene Mosertal, bildet ein zirka 50 ha großes Moorgelände, in dem in historischer Zeit, wohl als Reste eines ursprünglichen seichten Sees, ein oder mehrere kleine Seen bestanden, die wohl künstlich als Fischweiher offengehalten wurden. Heute ist das Moor entwässert, und die teilweise über 3 m mächtigen Torflager sind zum größten Teil abgebaut.

1. Moor am Reintaler See.

Östlich des Sees liegt eine heute verlandete, ehemalige Seebucht, in der das im Diagramm Abb. 19 dargestellte Profil erbohrt wurde.

Dieses weist mit Ausnahme des unteren Teiles der Zone V einen außerordentlich schlechten Erhaltungszustand des Pollenmaterials auf.

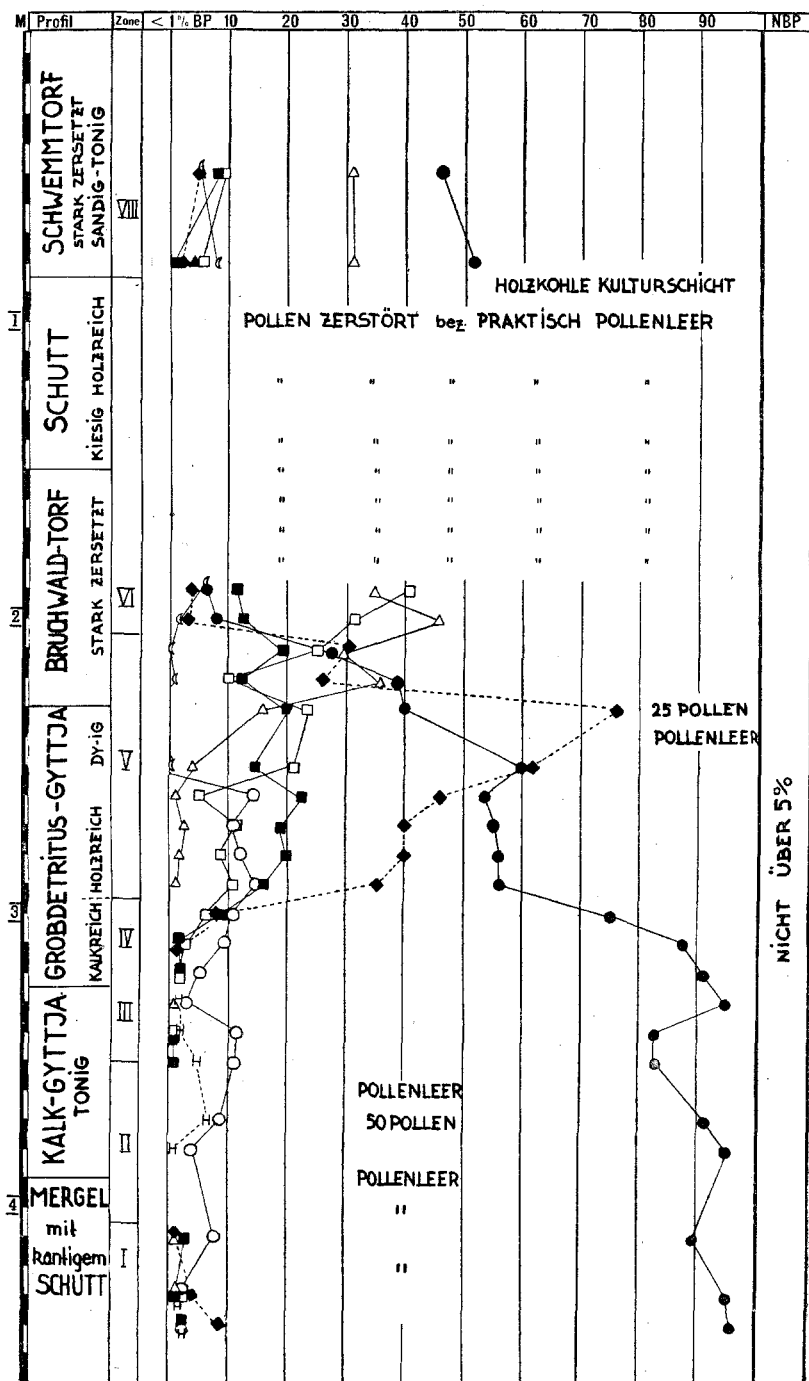


Abb. 19. Moor am Reintaler See (Oberangerberg).

In den untersten Proben prägt sich noch das Interstadial der Zone I durch Vorkommen von Pollen der WL. aus. Die NBP. erreichen jedoch keine bemerkenswerte Vertretung, wenn auch vereinzelt *Artemisia*-Pollen in Probe 4,10 und 4,40 gefunden wurden. Da die Bohrung im kantigen Kalkschutt des Grundes nicht weiter vordrang, bleibt es zweifelhaft, ob solche an NBP. reichere Schichten nicht erreicht wurden oder überhaupt nicht vorhanden sind. Für diesen Fall ist anzunehmen, daß hier wie im Achensee und Seefelder See die Verbreitung der Föhren — wohl Bergföhren — an den Talflanken schon so weit fortgeschritten war, daß hier der steppenartige Charakter der Zone nicht mehr zur Ausbildung kam.

Die der Schlußvereisung entsprechende Zone II ist wieder durch das Verschwinden der WL. und durch die nahezu absolute Föhrenherrschaft, eine sehr schwache Beteiligung der Birke und wie die Zone I, durch das Auftreten von Sanddorn gekennzeichnet.

Aus den oberen Zonen ist nur die auffällig geringe Vertretung des EMW. bemerkenswert, dessen Kurve nur bis 23% ansteigt und bis zum Anstieg der Fichte dauernd unterhalb der Föhrenkurve verläuft. Nur in einem durch seine Pollenarmut unsicheren Horizont wird diese durch die Hasel überschritten, die dabei ein Maximum von 76% erreicht.

Auch in dieser Hinsicht gleicht das Profil, trotz der tieferen Lage, den Diagrammen vom Achensee und Seefelder See, wo ja auch während der ganzen spätglazialen bis borealen Zeit die Föhren weitaus überwiegen. Diese kargen Gebiete triadischer Kalke und vorwiegend Dolomite, die ja auch gleich oberhalb des Oberangerberges anstehen, bedürfen ganz besonderer klimatischer Voraussetzungen, wie sie in der späteren feuchten Wärmezeit gegeben waren, um anderen Waldbildnern die Konkurrenz mit den Föhren zu ermöglichen.

2. Moore im Mosertal.

Hier wurden zwei Profile entnommen: Das in Diagramm Abb. 18 dargestellte am Nordrande unterhalb des Weilers Friendsheim; ein zweites am Südrande, wo das Moor mit 3,50 m seine größte Mächtigkeit erreicht. In beiden Profilen lagert ohne limnische Unterlage Radizellen-Braunmoostorf, in Profil I deutlich als Bruchwaldtorf ausgebildet, direkt auf einer sandigen kalkarmen Lehmschicht, die mindestens 60 cm hindurch homogen und vollkommen pollenleer ist.

Die darüber folgende unterste Torflage setzt in beiden Profilen deutlich erst mit der Fichtenzeit ein. Die liegende pollenleere Lehmschicht ist offenbar eine sehr junge Ablagerung einer starken Überflutung des Mosertales, die sich im Verlaufe der unteren Fichtenzeit ereignete, kann aber auch äolischer Herkunft sein.

Das Diagramm zeigt eine stark durch Erle, Birke und Hasel beeinflusste Fichten- und Buchen-Tannenzeit. Dem entspricht der gebildete Torf,

Das Moor am Lanser See und das Viller Moor bei Innsbruck.

Bereits im Band LII Bot. C. Bl. Bh. 1933 hat FEURSTEIN die Geschichte der Moore bei Lans beschrieben und hierzu zahlreiche Profile untersucht. Die Analyse wurde jedoch damals nicht in den Bereich der unteren tonigen Sedimente des Spätglazials fortgesetzt, und auch die NBP. wurden, wie damals üblich, nicht berücksichtigt.

Dieser Ergänzungen halber wurden zwei Profile von bereits damals untersuchten Orten, und zwar vom Moor beim Lanser See (Osten) und das Profil Viller Moor G neu untersucht; letzteres nur in seinem unteren Teil. Da in allen übrigen Belangen auf die ausführlichen Beschreibungen FEURSTEINS verwiesen werden kann, wird gleich auf die neuen Diagramme eingegangen.

Moor am Lanser See (Osten).

Das neu untersuchte Profil, Diagramm in Abb. 21, ist mehr gegen den Moorrand zu gelegen, da hier die Seekreide schon im Horizont 7,25 in Mergel übergeht, während im FEURSTEINSchen Profil dieser Fazieswechsel erst im Horizont 8,80 vor sich geht.

Das Diagramm gleicht in seinem Aufbau sehr jenen vom Schwarzsee. Im einzelnen ist hierzu auszuführen:

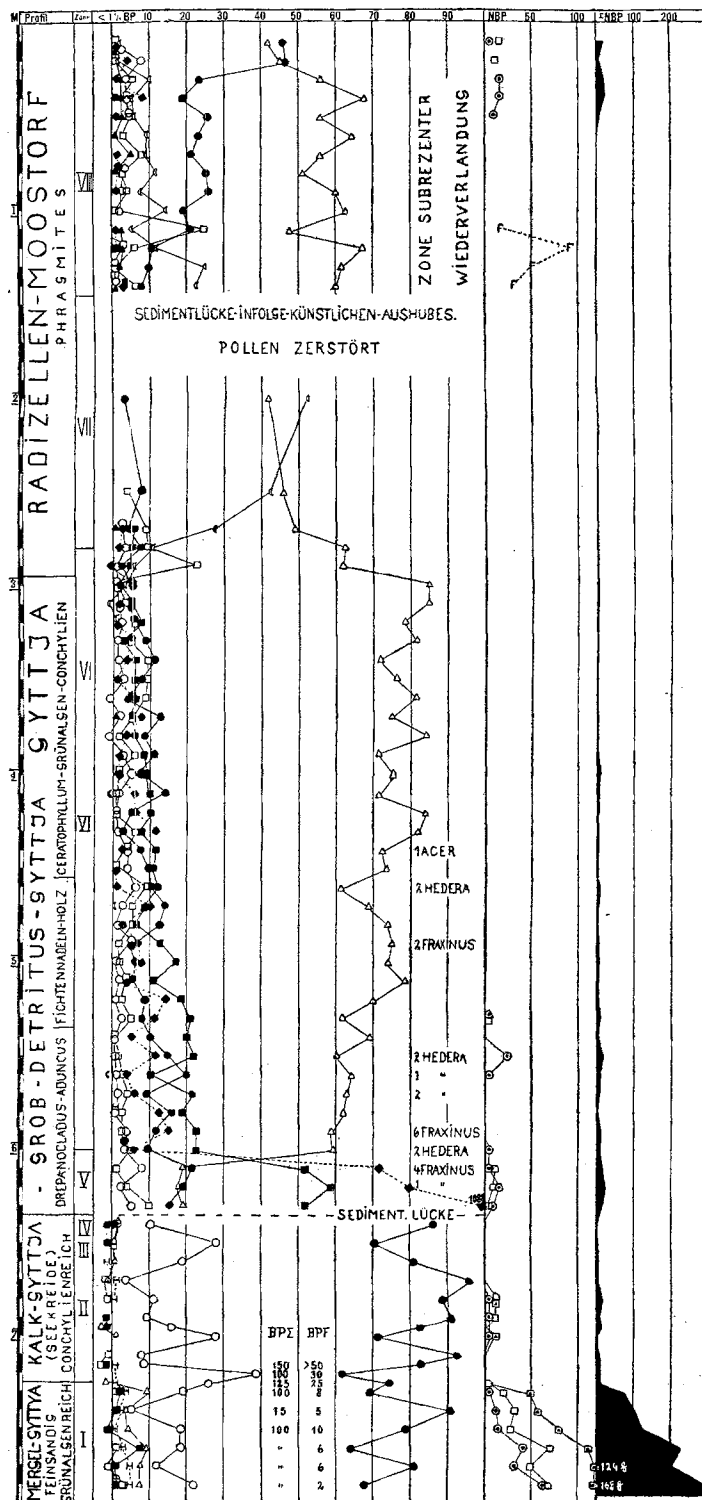
Zone I.

1. Das Substrat ist eine offenbar aus der Moränenunterlage ausgeschlammte feinsandige Mergelgyttja, reich an Desmidiaceen, insbesondere Cosmarien. Es ist sehr pollenarm, der Pollen jedoch gut erhalten.

2. Föhren und Birken beherrschen das Diagramm, wobei die Birken hinter den im Schwarzsee erreichten Werten zurückbleiben, doch ist auch hier in der Zonenmitte ein Birkenvorstoß ersichtlich.

3. Die WL. erreichen im Zonendurchschnitt 9%, ihr Maximum in Probe 7,60 mit 18%. Hauptsächlich ist darunter die Fichte mit max. 9% vertreten. Daneben finden sich Linde, Ulme und Erle. Die Hasel ist nur mit 1 Pollen, Tanne und Buche gar nicht vertreten.

4. Die NBP. erreichen in der untersten Probe 296%. Ihre Kurve fällt gegen das Zonenende sehr gleichmäßig ab. *Artemisia* steht mit max. 168% an erster Stelle und dürfte der Pollen, hier innerhalb ihres heutigen Verbreitungsgebietes, mit größter Wahrscheinlichkeit *Artemisia campestris* zugerechnet werden können. An zweiter Stelle folgen diverse Kräuterpollen mit max. 64%. Von diesen entfallen im Zonendurchschnitt auf den Pollentyp der Plantaginaceen und Caryophyllaceen 21%, der Polygonaceen 21%, der Chenopodiaceen 14%, der übrigen Kompositen 5%. An dritter Stelle stehen die Gramineenpollen mit max. 64%. Cyperaceenpollen fehlen völlig.



5. Der Sanddorn findet sich in allen Proben der Zone, erreicht jedoch nur max. 5%.

Zone II.

1. Diese beginnt mit der Ablagerung von reiner Kalkgyttja (Seekreide), deren Mächtigkeit hier im Bereich der Quarzphyllite, die das Grundgebirge bilden, überraschend ist. Sie erreicht hier 90 cm, im FEURSTEINschen Profile 1,50 m und im benachbarten Viller Moor sogar 2,60 m. An der organogenen Produktion ist *Chara* stark beteiligt, deren Oosporenkerne häufig sind. Als Lieferant des Kalkes kommen nur die Moränen, die das Mittelgebirge Lans—Vill bedecken, in Frage und die durch ihren Kalkreichtum sich als lokale Fazies des wärmzeitlichen Sillgletschers erweisen.

Die Seekreide ist sehr reich an Konchylien, Algen und Pollen.

2. An der Zonenwende I/II steigt die Birke zu einem Gipfel von 39% an. In nahezu parallelem Verlauf zur Birkenkurve im Schwarzseeprofil VIII sinkt sie gegen das Zonenende auf 4% ab und macht sogar einen vorübergehenden Wiederanstieg im ersten Zonendrittel mit. FEURSTEIN hat in Proben des Viller Moores, die offenbar in diese Zone gehören, Früchte von *Betula verrucosa* gefunden.

3. Die WL. sind hier bis auf vereinzelte Pollen verschwunden.

Unter 925 gezählten BP. finden sich 9 Pollen der WL., somit im Zonendurchschnitt 0,9%.

4. Die an der unteren Zonenwende unterbrochene NBP.-Kurve setzt im mittleren Zonenteil wieder vorübergehend ein, erreicht jedoch nur max. 16%.

5. Der Sanddorn ist in den untersten und obersten Proben dieser Zone schwach vertreten.

Zone III und IV.

1. Die Zonen liegen noch im Bereich der Seekreide.

2. Die Birkenkurve steigt deutlich an, sinkt allerdings, wie im FEURSTEINschen Diagramm, noch in der obersten Probe wieder ab.

3. WL. treten wieder in allen Proben in geringen, aber rationellen Werten auf.

4. An der Grenze zur Zone V, mit dem Fazieswechsel Seekreide—Detritusgyttja zusammenfallend, liegt eine deutliche Sedimentationslücke. Die unterste Gytjtjaprobe zeigt bereits die vollentwickelte EMW.-Zeit.

Der Verlauf des Spätglazials bis zum Präboreal ist also hier völlig gleich wie im Schwarzsee und annähernd wie bei Kufstein. Zum mindesten auf der trockenen Mittelgebirgsterrasse über dem Inntal und wohl auch im Talbereiche selbst herrschte eine lichte Waldsteppe in der gleichen Ausbildung, wie sie oben beschrieben wurde, schon im ersten

Zeitraum, in dem sich im Lanser See Ablagerungen bilden konnten. In diese Waldsteppe waren auch Fichten, Linden und Erlen schon — sicher von Osten her durch das untere Inntal — eingedrungen. Die Ausbreitung der Birken in Konkurrenz mit den Föhren bewirkt einen dichteren Zusammenschluß der Bewaldung, die kräuterreiche *Artemisia*-Grassteppe tritt zurück. Dem trocken-warmen Interstadial folgt die regressive Zone der Schlußvereisung mit den angeführten Merkmalen. Die wieder ansteigende Birkenkurve und das Wiederauftreten der WL. leiten zu einem kurzen, schwach ausgeprägten und mit einer Sedimentlücke abschließenden Präboreal über. Darüber setzt das Boreal plötzlich mit dem Höchststand der EMW.-Haselzeit ein. Auch das FEURSTEINSche Diagramm zeigt die gleiche Lücke: ähnlich ihre Diagramme aus dem Viller Moor, wo sie an der Zonenwende IV/V einen klimatisch bedingten Fazieswechsel und Verlandung innerhalb der Seekreide, und aus dem Seerosenweiher, wo sie deutliche Austrocknungshorizonte feststellt.

Zum Verlauf der wärmezeitlichen Entwicklung wäre noch hervorzuheben:

Zone V.

1. Die Ablagerungen beginnen mit Grobdetritusgyttja, deren unterste Lagen von dichten Braunmoosrasen (*Drepanocladus aduncus*) gebildet werden, die in der Gyttja schichtenweise eingelagert sind und infra-aquatiscche Bildungen in Seichtwasserständen, die bis in die Fichtenzeit hinein angedauert haben, anzeigen. GAMS fand in der Gyttja *Najas flexilis*.

2. Der EMW. erreicht 58% und setzt sich zu 45% aus Linde, 38% aus Ulme und 17% aus Eiche zusammen. Das Haselmaximum von 108% übertrifft die von FEURSTEIN in den umliegenden Mooren gefundenen Maxima.

3. Der starke Abfall der EMW.- und Haselkurve und der plötzliche Anstieg der Fichtenkurve von 19% auf 60% zwischen den Proben 6,00 und 6,10 fällt hier mit einer sehr stark erdigzersetzten Schicht von Braunmoosgyttja zusammen und dürfte darin ein neuerlicher Austrocknungshorizont an der Zonenwende V/VI zu erblicken sein.

Zone VI.

1. Die Ablagerungen sind in einer Mächtigkeit von über 3 m in limnischer Grobdetritusgyttja ausgebildet, die im unteren Teil stark mit Braunmoosen, Fichtennadeln und Holzresten durchsetzt ist, und besonders im oberen Teile massenhaft Reste von Wasserpflanzen (*Ceratophyllum*, *Nymphaea*, *Potamogeton*) sowie Grünalgen und Moororganismen führt.

2. Die Fichte herrscht während des ganzen Abschnittes zwischen 60 und 90%.

3. Der EMW. ist im ersten Drittel der Zone noch stets mit Werten um 20% vertreten, sinkt aber im oberen Teil unter 10% ab. Seine Zusammensetzung ist fast genau gleich wie in Zone V. Häufig, besonders im unteren Zonenteil, sind Pollen der Esche und des Efeu.

4. Auffallend ist das nahezu völlige Fehlen der Buche und das späte Auftreten vereinzelter Tannennpollen. Auch alle übrigen Waldbildner sind bedeutungslos.

Zone VII und VIII.

An der Zonenwende VI/VII geht die Gytja in einen *Phragmites*-reichen Radzellen-Braunmoostorf über, der sehr pollenarm ist und in dem die Pollen sehr zerstört sind. Es konnten nur einige Leithorizonte herausgearbeitet werden, die den raschen Anstieg der Tanne bis auf 53% ersichtlich machen. Das völlige Fehlen von Laubholzpollen in den untersuchten Proben ist sicher auf selektive Zersetzung zurückzuführen. Aus den Diagrammen C und D des Seerosenweiher von FEURSTEIN, die diesen Abschnitt gut wiedergeben, ist zu sehen, daß die Buche erst sehr spät nach einem ersten Tannenmaximum regelmäßig auftritt. Hier ist offensichtlich nur dieser untere Teil einer buchenlosen, tannenzeitlichen Entwicklung erfaßt. In den Proben 1,50 bis 2,00 m sind die Pollen völlig zerstört.

Darüber folgt ein braunmoosreicher Radzellentorf mit viel *Phragmites*- und *Carex*-Resten, mit spärlichem und schlechterhaltenem Pollenmaterial, das aber eine Analyse gerade noch zuließ. Diese 1 $\frac{1}{2}$ m mächtige Torflage zeigt nun deutlich, daß sie erst nach der Buchen-Tannenzeit abgelagert wurde und zur Gänze der subrezentten Fichten-Föhrenzeit der Zone VIII angehört. Es fehlen somit die Ablagerungen der oberen Buchen-Tannenzeit, die sicher das Moor seinerzeit bis auf das heutige Niveau aufgefüllt haben, dann aber durch künstlichen Aushub entfernt wurden. Diese Ausschachtung dürfte wohl zum Zwecke der Anlage eines Fischteiches erfolgt sein. Wenn sich auch historische Belege hierfür nicht beibringen lassen, so kann doch angenommen werden, daß diese Fischteichanlage in das 13. bis 16. Jahrhundert fällt, in welchen die Fischzucht in Tirol intensiv betrieben wurde. Wenn diese Voraussetzungen zutreffen, kann in diesem Diagramm die historisch begrenzte Waldentwicklung der letzten Jahrhunderte abgelesen werden.

Viller Moor.

Hier wurde der unterste Teil des FEURSTEINschen Profiles G neu analysiert. Beide Diagramme haben in der Grenze des liegenden Mergels zur oberen Seekreide einen zweifellos synchronen Horizont, wenn auch der dort in der untersten Probe auftretende Birkengipfel von 34% hier im Diagramm (Abb. 22) nicht erfaßt ist.

Aus der untersten Mergelschicht liegen vier Proben vor. Die zwei untersten sind pollenarm mit stark korrodiertem Pollenmaterial und reichlicher FeS_2 -Bildung. Die zwei oberen Proben sind ausgesprochen pollenreich und stark humos und enthalten massenhaft Desmidiaceen, vor allem Cosmarien. Durch ihren Gehalt an Pollen der WL. — sie erreichen zusammen 23%, hiervon Linde und Ulme 10% — ergibt sich die Zugehörigkeit zur interstadialen Zone I, doch fehlen hier die höheren Werte der NBP., wie sie sich im benachbarten Lanser See gefunden haben. *Artemisia* ist nur mit wenigen Pollen vertreten und die Gramineen erreichen nur in der obersten Probe 42%. Ob dies auf die Zerstörung der zarteren NBP.-Pollen, besonders in den FeS_2 -reichen unteren Proben oder auf sonstige Ursachen zurückzuführen ist, muß offen bleiben. Ich glaube, daß erstere Ursache zutrifft, da bei der Analyse unbestimmbare Reste auffielen, die als stark korrodierte Gramineenpollen gelten konnten. Möglicherweise wurden aber die untersten Ablagerungen nicht erreicht.

Die darüberliegende, an Algen und Characeen reiche Seekreide weist eine reine Föhren-Birkenherrschaft auf. Es fehlen auch Spuren der WL. Sie gehört, soweit sie in sechs Proben mit 10 cm Abstand untersucht wurde, der Zone II der Schlußvereisung an.

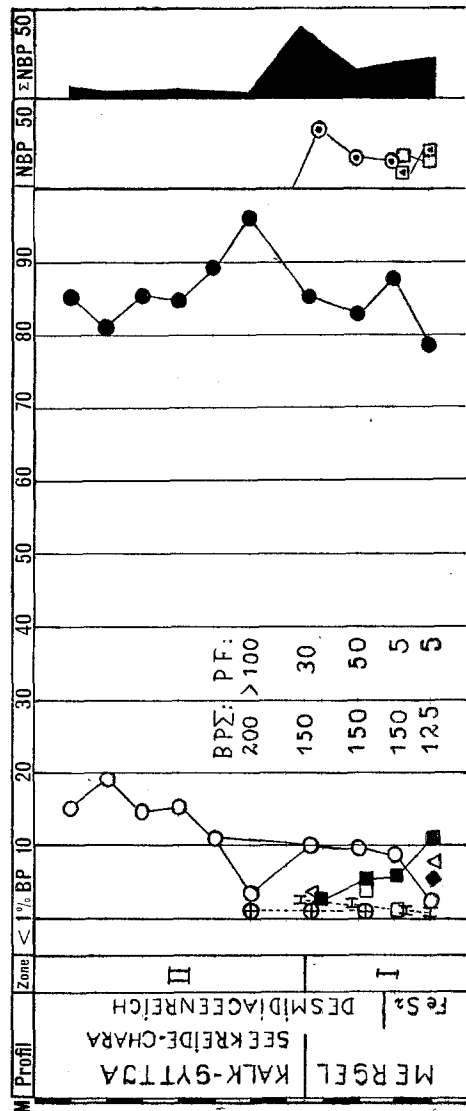


Abb. 22. Viller Moor.

Regionale Gliederung der Waldentwicklung und Zusammenfassung.

Zum Abschluß der Untersuchungen in Tirol, deren Ergebnis in den drei Teilen dieser Arbeit gezeigt wurde, werden im folgenden noch die Gemeinsamkeiten der regionalen Entwicklung zusammengefaßt.

Glazialgeologisch-stratigraphische Grundlagen.

Das gesamte Untersuchungsgebiet lag in der Zeit der älteren Stadialmoränen, als sich (nach FIRBAS 1939) die Alpengletscher wieder in das Gebirge zurückzogen („Bühlstadium“) und das nordische Eis die Südspitze Schwedens wieder freigab, noch unter Eisbedeckung. Für diesen Zeitraum ist anzunehmen, daß eine ausgeprägte Klimabesserung die Voraussetzung für eine Wiederbewaldung Mitteldeutschlands und des nördlichen Voralpenlandes bis zum Alpenfuß bereits geschaffen hatte und diese sich bereits vollzogen hatte. Während im Westen kiefernreiche Birkenwälder vorherrschten, scheint gegen Osten, insbesondere im bayrischen Alpenvorlande, die Kiefer nahezu allein geherrscht zu haben.

OBERDORFER (1937) begründet die Auffassung, daß die Klimaänderung, die von der arktischen Zeit in die subarktische überleitet, sehr plötzlich und ruckartig vor sich gegangen ist und von ähnlicher Bedeutung und ähnlichem relativem Ausmaß war, wie jene zweite Klimabesserung, die später zur borealen Wärmezeit führte.

Damit steht gut im Einklang die Auffassung, daß mit der raschen Klimabesserung und Schneegrenzenerhöhung die in den Alpentälern liegenden Eismassen, ihres Nachschubes aus den Hochalpen beraubt, rasch und gleichzeitig abschmolzen (Quantenweises Verschwinden des Inngletschers nach PENCK [1920, S. 104]). Dadurch erklärt sich das Fehlen von Endmoränen des Bühlstadiums. Dabei haben sich zweifellos in den von den Gletschern ausgeschürften Mulden und Gruben, in denen sich später die Seen und Wasseransammlungen bildeten, deren Ablagerungen ausschließlich unseren Untersuchungen zugänglich sind, Gletscherreste und Toteismassen am längsten erhalten. Schon während dieses Eiszerfalles sind an den früher eisfrei gewordenen Talflanken die widerstandsfähigsten Waldelemente, die der Neubesiedelung in ökologisch-edaphischer Hinsicht am besten angepaßt waren, rasch nachgerückt. Daß dies unter den nachgewiesenen Waldbildnern allen voran die Bergkiefer, dann die Zirbe und Weißbirke, unter den nicht nachgewiesenen die Lärche gewesen sein muß, ist wohl aus den rezenten Vegetationsverhältnissen im Gebirge mit Sicherheit zu schließen. Tatsächlich ergeben die Pollenbilder im Sinne obiger Ausführungen meines Erachtens, daß die ersten und ältesten Ablagerungen, wahrscheinlich in ihrer Ausbildung durch Toteismassen gehemmt, überall in Zeiten einer bereits vollzogenen

Bewaldung abgelagert wurden. Dabei ist es augenscheinlich, daß in den niederen Berglagen (Achensee, Seefelder See, Plansee) die Bewaldung dichter und geschlossener gewesen ist als in den tiefer gelegenen Tallagen bzw. Terrassenlandschaften (Schwarzsee, Zell, Lanser See).

Dieser Zerfall der letzten Talgletscher bildet den unteren stratigraphischen Anhaltspunkt in dem Sinne, daß alle untersuchten Ablagerungen im Gebiete jünger sein müssen.

Einen weiteren stratigraphischen Anhaltspunkt bildet die Schlußvereisung im Sinne AMPFERERS, die mindestens das Gschnitzstadium mit seinen Phasen und das Daunstadium umfaßt. Ihr gehören, bei einer Schneegrenze von zirka 1800 m, zweifellos z. B. die Endmoränen bei Trins im Gschnitztal (1200 m), die im Pinzgau unterhalb des Paß Thurn (800 m) sowie die Moränen der Lokalgletscher im Achenseegebiet (1300 m) an.

Die Zugehörigkeit des Schlernstadiums ist nicht so eindeutig. Als Merkmal dieses Stadiums wird angeführt, daß die Seitengletscher gerade noch an die Mündung in die Haupttäler heranreichten. Damit würde es wohl vielfach mit Gletscherständen zusammenfallen, die vor die Schlußvereisung und somit in den Bühlbereich zu setzen sind. Von besonderer Bedeutung sind hier die stadialen Moränen, die REITHOFER (1931) ober St. Anton am Arlberg im Ausgang des Ferwall in 1400 m Höhe nachgewiesen hat. Sie liegen auf Schottern, die sich weit taleinwärts erstrecken und oberflächlich bis 1960 m ansteigen. REITHOFER sieht in ihnen interglaziale Ablagerungen zwischen der Würmeiszeit und der Schlußvereisung, deren überzeugendsten Nachweis sie bisher bilden. Soweit in diesen Moränen ein stratigraphischer Nachweis des Schlernvorstoßes erblickt wird, wäre dieser in die Schlußvereisung nach AMPFERER einzubeziehen.

Zweifellos aber ist der Umfang der Schlußvereisung, wie er hier angenommen wird, nicht identisch mit jener Epoche, die P. BECK (1933) unter dem gleichen Ausdruck für die Schweiz beschreibt, unter dem, beginnend mit der Spiezer Schwankung, alle Gletscherstände des letzten Abschnittes der Würmeiszeit mit den inneren Jugendmoränen zusammengefaßt werden, worunter auch das Bühlstadium in seinem weitesten Bereich fallen würde¹.

¹ Hofrat AMPFERER teilt brieflich mit: „Soviel ich weiß, gibt es in den Alpen keine sicheren Endmoränen dieses (des Bühl) Stadiums. Nimmt man aber, wie üblich, an, daß ihm eine Schneegrenze von 900 m entsprochen hätte, so ist klar, daß alle Ihre Fundstellen noch tief unter Bühleis fallen würden. Man kann also diese Wärmezeit (Interstadium) erst nach dem Abschmelzen des PENCKschen Bühlstadiums einsetzen. Ich habe seinerzeit Bühl-, Gschnitz- und Daunstadium als Teile der Schlußvereisung genommen. Das geht . . . nun nicht mehr an, und man kann das Bühlstadium nur als Rückzugsstadium der Würmeiszeit nehmen.“

Im Rahmen dieser stratigraphischen Leithorizonte reihen sich nun die untersuchten Ablagerungen ein:

- A. Ablagerungen, die infolge ihrer tiefen Lage und der Entfernung von schlußeiszeitlichen Vergletscherungen durch solche (Schmelzwässer) nicht mehr direkt beeinflußt wurden (Schwarzsee, Paß Thurn, Zeller Terrasse, Lanser See).
- B. Ablagerungen, in denen solche direkte Beeinflussungen durch Lokalgletscher der Schlußvereisung noch nachweisbar sind, die aber noch außerhalb ihres Endmoränenbereiches liegen (Achensee, Reintaler See, Seefelder See, Plansee, Moore bei Naz).
- C. Ablagerungen, die schon innerhalb der schlußeiszeitlichen Endmoränen (Gschnitz), aber noch außerhalb der Daunmoräne liegen (Krottenweiher bei Trins, Gleinsermähder).
- D. Ablagerungen innerhalb der Daunmoräne (Simmingalpe, Urfallgrübel, Rotmoos im Ötztal).
- E. Ablagerungen, die erst auf Grundlage wärmezeitlicher Schuttbildungen entstanden sind, und zwar:
 - a) frühwärmezeitliche (Egelsee bei Kufstein, Mosertal am Oberangerberg),
 - b) spätwärmezeitliche (Ramsau, Stolzalpe und Rohrsee im Gschnitztal),
 - c) die durch buchen-tannenzeitliche Bergstürze abgedämmten Seebecken (Brennersee, Sterzinger Moos, Weißensee am Fernpaß und Piburger See).

Interstadial Bühl-Schlußvereisung (Zone I).

In den Ablagerungen der Gruppen A und B zeigen die untersten Schichten deutlich Merkmale, die wir als Ausdruck eines trockenen und wohl auch warmen Interstadiales ansehen. Den glazialgeologisch-stratigraphischen Nachweis hierfür erbringt REITHOFER (im Ferwall). Pflanzengeographisch wurde eine xerotherme Periode von BRIQUET und anderen zwischen Bühl und Gschnitz schon seit langem angenommen. Pollenanalytisch ist diese Annahme begründet einerseits durch den steppenwaldartigen Vegetationscharakter, den wir in den tieferen Lagerstätten ausgeprägt finden, ferner auch, wenn wir den autochthonen Charakter dieser Pollenflora annehmen wollen, durch den Umstand, daß wir in ihr bereits alle Waldbäume und die Hasel in namhaften Mengen in dieser Waldsteppe vertreten finden. Ob diese Steppenvegetation einen Überrest der subarktischen Steppe darstellt, die in Mitteleuropa um diese Zeit durch den spätglazialen Wald wohl schon seit Jahrtausenden verdrängt war, mag dahingestellt bleiben. FIRBAS, der im Gegensatz zu OBERDORFER einen steppenartigen Charakter der wiederbewaldeten spätglazialen Land-

schaft ablehnt, hebt zwar hervor, daß dort, wo die Höhenlage die Ausbreitung des subarktischen Birken- und Kiefernwaldes bis nahe an den Beginn der Wärmezeit hinderte und die Kontinentalität des Klimas die Ausbreitung xerischer Elemente frühzeitig förderte (untere Alpentäler), ein allmählicher Übergang der subarktischen Steppe in lichte Wälder der Wärmezeit erfolgt sein dürfte.

Falls dies nun der Fall ist, ist der Übergang schon sehr weit fortgeschritten, denn die subarktische Kältesteppe, wie sie in einer waldlosen Weidenzeit mit tundraähnlichem Charakter im Kolbermoor, Federsee usw. nachgewiesen wurde, ist hier nicht mehr gegeben. Hier liegen auf den trockenen Terrassenschotterflächen Vegetationsverhältnisse vor, die schon als „xerotherm“ bezeichnet werden müssen, wie die weite Verbreitung von *Artemisia* und kräuterreichen Grasbeständen, das Fehlen von Seggenbeständen und andere Anzeichen, die auf sehr niedere Wasserstände und das Fehlen von Moorbildungen an den Ufern schließen lassen.

Während diese Anzeichen vorwiegend den trockenen Charakter betonen, spricht — immer in Annahme ihres Indigenates — das Auftreten der Fichte, Erle, Ulme, Linde und Hasel und die charakteristische Desmidiaceenflora auch für eine mindestens starke sommerliche Erwärmung, die mit einem subarktischen Klimacharakter nicht mehr in Einklang gebracht werden kann. Schwer erklärbar ist das gleichzeitige Auftreten auch von Buche und Tanne.

Bisher wurde auch anderwärts in spätglazialen Ablagerungen, die dann als Interstadialbildungen aufgefaßt wurden, Pollen von WL. gefunden, so besonders in den Lunzer Seen von GAMS, im Pfrunger Ried von F. BERTSCH und am Schluchsee von OBERDORFER, am Vogelsberg von SCHMITZ und an anderen vielfach angeführten Orten. Da diese Vorkommen aber stratigraphisch nicht eindeutig bestimmten Gletscherständen zugeordnet werden konnten, blieb ihr Alter immerhin problematisch und wurde in verschiedenster Weise angesetzt. Dies zumal deshalb, weil in den genauesten, den spätglazialen Bereich in dichter Probenfolge umfassenden Profilen die WL. wie im Federsee gar nicht oder im Kolbermoor nur in Spuren auftauchen, die zwanglos auf Ferntransport zurückgeführt werden konnten.

Trotzdem haben schon RUDOLPH (1930), GAMS (1938) und FIRBAS (1939) mit der Wahrscheinlichkeit gerechnet, daß die WL. in warmen interstadialen Abschnitten der Späteiszeit in tieferen Lagen des südlichen und östlichen Mitteleuropa und nördlich der Alpen Standorte gewonnen haben, in denen sie sich auch über stadiale Rückschläge hinaus erhalten konnten. GAMS (1938) hat dieses vorübergehende Auftreten der WL. in das wärmste präboreale Interstadium unmittelbar vor das Gschnitzstadium gestellt und es als „Lunzer Schwankung“ der Allerödschwankung gleichgesetzt.

Eine stratigraphisch gesicherte Zuordnung zu bestimmten stadialen Gletscherständen war nun wohl erstmalig bei den Befunden im Achensee und Seefelder See gegeben, wo die Überlagerungen der Schichten, die WL. führen, durch Glazialtone der Schlußeiszeit völlig gesichert erscheint. Allerdings fehlte dort in den Berglagen noch der Nachweis der Waldsteppe, weil der Zusammenschluß der Bergföhrenbestände diese nicht aufkommen ließ oder schon verdrängt hatte. Auch der regellose Verlauf der Kurven und der stark korrodierte Zustand der Pollen der WL. in den Achenseediagrammen und ihr immer spärlicher werdendes Vorkommen im Seefelder See und Plansee ließ vielleicht noch Zweifel über ihre Provenienz und die Vermutung ihrer eventuellen sekundären Einlagerung aufkommen¹.

Nun erscheint aber nach den Diagrammen, von Osten ausstrahlend und gegen Westen und höhere Berglagen abnehmend, der Steppenwald vom Paß Thurn und Kufstein an bis in das obere Inntal regional für diese interstadiale Zone nachgewiesen. Von neun verschiedenen Fundorten

¹ IVERSEN, dessen Arbeit (1942) mir erst nach Niederschrift zugekommen ist, findet meine klimatischen Schlüsse aus dem Vorkommen WL. in spätglazialen allochthonen Ablagerungen verfehlt und erklärt diesen Pollen gewissermaßen a priori als sekundär. Ich muß demgegenüber auf meinen obigen Ausführungen beharren. Der „gemischte Charakter mit *Abies* und *Fagus*“ ist zwar sicher auffällig, aber meines Erachtens keineswegs ein Gegenbeweis an und für sich. Die nach meiner Beschreibung angeführten Korrosionsmerkmale des Pollens aus dem Achensee sind sehr häufig in stark schwefeleisenhaltigen Ablagerungen zu beobachten und dürften chemisch bedingt sein. Keinesfalls ist diese Korrosionsform allgemein. Im Schwarzsee, insbesondere in Profil VIII, war der Erhaltungszustand des Pollens sogar ein ganz vorzüglicher.

Zu dieser Frage teilt mir AMPFERER, wohl der beste geologische Kenner des Gebietes, bereits 1941 brieflich mit: „... scheint mir der Versuch, diese Pollen (WL.) aus einer interglazialen Torfablagerung im Achenseebereich als sekundäre Einschwemmung abzuleiten, unwahrscheinlich und aussichtslos zu sein. Nach meinen Erfahrungen wurde die Wanne des Achensees von der Inntalaufschüttung vor Eindringen des Würmgletschers erfüllt. Der Arm des Inngletschers hat dann in langer Arbeit neuerdings eine tiefe Wanne ausgeschürft. Dabei müßte doch auch eine ältere interglaziale Ablagerung ebenfalls ausgeräumt und anderwärts verfrachtet worden sein. Wie sollten da interglaziale Pollen in solcher Menge in die Bucht bei Buchau-Seespitz kommen? Sie können nur aus einem Interstadial zwischen Würmeiszeit und Schlußvereisung stammen. Mir scheint auch zwischen dem Seefelder und dem Achensee kein wesentlicher Unterschied zu sein. Die beiden Fundstellen ergänzen sich gegenseitig.“ — Wenn aber aus glazialgeologischen Erwägungen Sekundärmaterial im Achensee ausgeschlossen werden kann, trifft dieser Ausschluß mit noch größerer Bestimmtheit für den Schwarzsee und die anderen zuflußlosen Ablagerungen zu. — Auch IVERSENS Auffassung, daß es sich bei Alleröd nur um eine Schwankung von geringfügigen Ausmaßen gehandelt habe, trifft wenigstens für das äquivalente Interstadial im Alpenbereich ebenfalls nicht zu.

liegen 21 Profile vor, in denen die WL. regelmäßig auftreten, wobei ihre größte Häufigkeit im östlichen Teil von Tirol festzustellen ist. Das bestärkt die Annahme, die ja seit den Befunden von GAMS in den Lunzer Seen mehrfach ausgesprochen wurde, daß die Zuwanderung der WL. wenigstens teilweise in interstadialer Zeit schon früh aus dem Ost- und Südostbereich der Alpen erfolgte. Für die Hasel scheint allerdings die Zuwanderung aus dem Westen, für Tanne und Buche aus Westen und Süden über den Brenner festzustehen.

Aus dem nördlichen bayrischen Alpenvorland liegt einzig das Kolbermoorprofil (FIRBAS 1935) vor, das bei engem Probenabstand den ganzen spätglazialen Bereich umfaßt: die zahlreichen Profile von PAUL und RUOFF berücksichtigen ja mit wenigen Ausnahmen (wie dem Rehgrabenprofil bei Tölz) in erster Linie die wärmezeitliche Entwicklung. Im Kolbermoor ist nun allerdings die stratigraphische Begrenzung nicht eindeutig geklärt. Es kann aber wohl angenommen werden, daß das Ende der waldlosen Weidenzeit dort mit dem Ende des Bühlstadiums zusammenfällt, die folgende Kiefernwaldzeit (II. Periode nach FIRBAS) unsere interstadiale Zone I sowie die Zone II der Schlußvereisung umfaßt und der Birkenanstieg von Horizont 70 an zu unserer Zone III und IV überleitet.

In diesem Fall würden dann jene Horizonte (118 bis 135), in denen FIRBAS drei Pollen von WL. gefunden hat, vielleicht auch Horizont 156 mit einem Haselpollen, in das Interstadial, wie es die Tiroler Profile zeigen, fallen. Da das Kolbermoor von Kufstein nur 30 km entfernt ist, ist nur verwunderlich, daß sie dort nur in so geringer Menge auftreten.

Vielleicht kann als Erklärung dafür angenommen werden, daß das Becken von Rosenheim wie das des Chiemsees eine ausgesprochene Kälte-oase bilden, was im Vegetationscharakter dieser Gegend heute noch klar hervortritt.

Es kann hier noch auf die Ähnlichkeit der Lagerfolge und des Diagrammes vom Plansee mit denen des Kolbermoors hingewiesen werden. Die Ablagerungen beginnen hier naturgemäß später und dürfte ihr Beginn mit dem Ende der waldlosen Weidenzeit im Kolbermoor zusammenfallen. Die Ablagerungen, die sich hier in einer schon früh zugeschwemmten See-bucht bildeten, entsprechen für den ganzen spätglazialen Bereich genau dem im Kolbermoor als Schicht C beschriebenen Braunmoos-Seggentorf. Auch hier wurde in jener Zone, die stratigraphisch dem Interstadial zugeordnet werden muß, nur mehr je ein Fichten- und Haselpollen gefunden. Die Wahrscheinlichkeit, daß dieses Interstadial des Alpenbereiches mit der Lunzer Schwankung von GAMS und dem skandinavischen Alleröd zusammenfällt, wie es insbesondere von GROSS 1937 im süd- und ost-baltischen Gebiet, von LOSERT für Böhmen nachgewiesen wurde, liegt wohl auf der Hand.

Schlußvereisung (Zone II).

Mit dem Verschwinden des steppenartigen Vegetationscharakters und der WL. in den Diagrammen der Gruppe A tritt überall ein Birkenanstieg in Erscheinung, der sich auch in den meisten Diagrammen der Gruppe B verfolgen läßt. Da im Schwarzsee in dieser Zeit Weißbirken nachgewiesen sind und auch im Viller Moor von FEURSTEIN Fruchtschuppen von *Betula verrucosa* gefunden wurden, kann geschlossen werden, daß es vorzugsweise Baumbirken waren, die die lichte Waldsteppe nun auch in den Tallagen und auf den Schotterterrassen zu einer zusammenhängenden Walddecke zusammenschlossen.

Die Ablagerungen der nun folgenden Schlußeiszeit sind stratigraphisch besonders in der Gruppe B deutlich gekennzeichnet. Im Seefelder See sind die über der interstadialen Schicht liegenden Glazialmergel nahezu 2 m mächtig. Während dieses Zeitraumes bestand überall eine geschlossene Bewaldung von Föhren — sicher Bergföhren, Zirben und Waldföhren (var. *Engadinensis*) — und Birken. Die WL. treten wieder ganz zurück; wo sie sich gelegentlich in vereinzelt Pollen auch hier zeigen, kann angenommen werden, daß sich Reliktbestände in geschützten Lagen auch während der Schlußvereisung erhalten haben.

Die klimatische Auswirkung der Schlußvereisung war auch in nächster Nähe der lokalen Vergletscherung nicht so stark, daß sie die Walddichte merklich beeinflußt hat. Jedenfalls sind nirgends wesentlich gesteigerte Werte der Gräser- und Kräuterpollen festzustellen. Auch der in den einzelnen Diagrammen sehr wechselvolle Verlauf der Kurven von Föhren und Birken läßt deutlich meistens nur den bereits erwähnten Höchststand der Birken bei Beginn der Zone sowie ein Absinken gegen ihr Ende mit spiegelbildlicher Entwicklung der Föhrenkurve erkennen. Besonders deutlich ist diese Entwicklung im Schwarzsee und Lanser See. Im Achensee und Seefelder See ist auch diese Hauptbewegung der Birkenkurve teilweise undeutlich oder abweichend ausgebildet.

Keinesfalls aber sind Merkmale vorhanden, die pollenanalytisch eine Gliederung der Schlußvereisung erlauben würden. Es ist keine Schwankung erkennbar, die Gschnitz von Daun trennt, obwohl letzteres meines Erachtens nach sicher in den Bereich von Zone II fällt, weil die Entwicklung später keinerlei Anhaltspunkte auch für eine mäßig regressive Phase vor dem Boreal gibt.

Die Mächtigkeit der Ablagerungen der Schlußvereisung ist nicht nur dort, wo Glazialtone abgesetzt wurden, wie im Achensee und Seefelder See, sondern auch z. B. im Schwarzsee und Lanser See, wo Seekreide und feine Algengyttja abgelagert wurden, beträchtlich und spricht für eine lange Dauer dieses Abschnittes.

Präboreal (Zone III und IV).

Überall heben sich diese Zonen durch eine neuerliche Ausbreitung der Birken in den vorzugsweise aus Bergföhren und Zirben bestehenden Wäldern sowie durch ein vermehrtes Wiederauftreten der WL. von der vorhergehenden Zone ab.

Daß die Waldentwicklung in diesem Zeitabschnitte geradlinig einer deutlichen, durch keinerlei regressive Merkmale gekennzeichneten Klimabesserung folgte, wurde schon mehrfach erörtert. Diese Entwicklung bildet meines Erachtens daher keine Möglichkeit, das Daunstadium hier anzusetzen. Wenn irgendwo, müßte doch hier, im nächsten Bereich der stadialen Vergletscherungen, der Nachweis einer solchen Schwankung im Verlaufe des Auftretens wärmeliebender Arten nahe unter dem Anstieg der Hasel- und EMW.-Kurve geführt werden können.

Besonders charakteristisch ist in allen vorliegenden Diagrammen der auch anderwärts beobachtete sprunghafte Übergang zur vollentwickelten Hasel-EMW.-Zeit. Fast stets liegen Sedimentationslücken in den Seeablagerungen, typische Austrocknungshorizonte und offenbar weitreichende Seespiegelschwankungen vor, auf die jeweils verwiesen wurde. Der präboreal-boreale Übergang erscheint, wo er nicht völlig fehlt, in den Diagrammen so gestaucht, daß er nur durch das Fehlen von Ablagerungen aus diesem Zeitraum erklärt werden kann. Da dieser aber überall eine völlige Änderung des Waldbildes mit sich bringt, muß hierfür ein langer Zeitraum angenommen werden, der bei ungehemmter normaler Sedimentation in den Seen unvergleichlich mächtigere Ablagerungen ergeben hätte. Alle diese Erscheinungen weisen wohl mit genügender Deutlichkeit darauf hin, daß sich hier eine sehr trockenwarme Periode einschiebt, auf die obige Erscheinungen zurückzuführen sind.

Auf der tiefgelegenen trockenen Schotterterrasse von Zell bei Kufstein nehmen die Pollen von Gräsern und Kräutern so zu, daß die Bewaldungsdichte — hier wohl eindeutig infolge der Trockenheit — stark zurückgegangen sein muß. Auch das massenhafte Auftreten von Farnsporen an dieser Zonenwende ist sehr häufig festgestellt.

In diesem präborealen Zeitraum bildeten sich nun auch in den Mooren der Gruppe C, innerhalb der Gschnitzmoränen, die ersten Ablagerungen. Dies sind hier keine limnischen Sedimente, sondern ein langsam gebildeter außerordentlich pollenreicher Sumpf-Dy, der die zusammengeschlämmte, oben feinsandige Moränenunterlage infiltrierte. In ihm sehen wir die Bildung einer Trockenzeit, in der das kleine abflußlose Toteisloch des Gschnitzgletschers, der Krotenweiher, der bei völliger Auffüllung eine Wassertiefe von zirka 10 m erreichen konnte, bis auf eine Versumpfung des Grundes trockengelegen haben muß. Wir treffen hier im Krotenweiher auf eine typisch präboreale Waldzusammensetzung. Die Föhren

— nach der Menge der gefundenen Nüßchen sind es vorwiegend Zirben — sind im Rückzug, die Weißbirken, durch zahlreiche Früchte bestätigt, stoßen auf 30% vor. Neben einer ausgesprochen thermophilen Vegetation (Same von *Najas marina*!) finden sich im Durchschnitt aller Proben 3,33% WL., die in einer Probe auf 8% ansteigen, aber bei unregelmäßiger Verteilung in keiner Probe fehlen. Es ist zu vermuten, daß es sich bei den seinerzeit zur Weide gerechneten Pollen, die bis max. 6% auftreten, um *Artemisia*-Pollen handelt.

Auf Grund der geringfügigen Schwankung der EMW.-Pollen habe ich seinerzeit (I. Teil, S. 574) auf die Möglichkeit verwiesen, daß es sich hierbei um den Ausdruck einer interstadialen Schwankung handeln könnte, die der Ferwallschwankung entspricht. Auf Grund der inzwischen gewonnenen Erkenntnisse muß diese Möglichkeit ebenso ausgeschlossen werden als die, darin den Ausdruck einer Gschnitz-Daunschwankung bzw. überhaupt einer klimatischen Schwankung zu erblicken. Es hieße meines Erachtens die Feinheit der pollenanalytischen Methode weit überschätzen, aus so geringfügigen Schwankungen so weitgehende Schlüsse zu ziehen. Dies insbesondere hier, wo es sich nicht um tief gelagerte limnische Ablagerungen, sondern um geringmächtige oberflächliche Sumpfbildung handelt, wo alle möglichen mechanischen Störungen der Lagerfolge denkbar sind, Pollen durch Infiltration oder Wurzeltransport in tiefere Schichten eingelagert werden konnten und keinerlei sonstige Anzeichen einer klimatischen Depression vorliegen.

Dem gleichen Zeitbereich, wenn auch der um 400 m höheren Lage entsprechend später einsetzend und entsprechend verkürzt, gehören die untersten Ablagerungen der Moore bei Gleins an. Sie zeigen die gleichen topogenen Grundlagen und Merkmale der Entwicklung.

Die bereits im II. Teil, S. 477, erörterten allgemeinen Merkmale des Präboreals erscheinen somit auch bei dem nunmehr erweiterten Überblick über die regionale Entwicklung dieses Abschnittes im Sinne dieser Ausführungen bestätigt.

Eichenmischwald-Haselzeit (Zone V).

Ihre Entwicklung ist nur in den tiefgelagerten limnischen Ablagerungen des Achensees Profil V, des Schwarzsees Profil I und VII sowie aus anderen Gründen im Moore bei Zell zu verfolgen. Sonst finden sich nirgends Ablagerungen von solcher Mächtigkeit, die die Entwicklung dieses durchgreifenden Wechsels im Waldbestande verfolgen lassen, sondern tritt, wie oben ausgeführt, sprunghaft ein Pollenbild vollentwickelten Boreals in Erscheinung.

Die Hauptverbreitung des EMW. fällt mit jener der Hasel zusammen und dürfte als Beginn der atlantischen Periode aufzufassen sein. Die frühere Ausbreitung der Hasel, die noch im Bodenseegebiet so deutlich

hervortritt, ist hier nirgends mehr zu beobachten. Beide erreichen ihre höchsten Werte in den Tallagen und sinken mit zunehmender Höhe und Annäherung an das zentrale Gebirgsmassiv rasch ab. In der nachstehenden Tabelle sind die Maximalwerte sowie die Verteilung auf die einzelnen Gattungen des EMW. für die hauptsächlichsten Fundstellen zusammengefaßt.

Eine Gesetzmäßigkeit in der Verbreitung der einzelnen Eichenmischwaldgattungen läßt sich nur insoweit feststellen, als im Bereiche des Innates die Linde, in höheren Lagen die Ulme vorherrscht und die Eiche

Fundstellen	Höhe	EMW.	Hievon			Hasel
			Linde	Ulme	Eiche	
	m	%	%	%	%	%
Zell bei Kufstein	490	36	50	42	8	117
Egelsee bei Kufstein	750	32	41	39	20	90
Schwarzsee	779	56	27	56	17	90
Paß Thurn	1273	32	33	66	.	35
Reintaler See	590	23	36	53	11	76
Lanser See	811	58	45	38	17	108
Achensee	930	21	17	64	19	98
Seefelder See	1180	21	32	31	37	10
Plansee	977	22	34	54	12	50
Krotenweiher	1200	14	54	30	16	10
Gleinermähder	1630	9	36	54	10	20

überall, mit Ausnahme des Seefelder Sees, an letzter Stelle steht. Abweichend hievon in Bezug auf die Höhenlage erscheint das Vorwiegen der Linde im Krotenweiher und auf der Kelchalpe.

Wohl erst gegen Ende dieses Abschnittes hat in den Hochalpen innerhalb der Daunmoräne (Simmingalpe, Urfallgrübel) die Moorbildung in Form sehr langsam gewachsener telmatischer Ablagerungen eingesetzt. Es erscheint meines Erachtens, daß nach dem Rückzug der Daungletscher ein langer Zeitraum verstrichen ist, in dem sich in dieser Höhenlage keine erhaltenen Ablagerungen bilden konnten. Dieses Spatium ist wohl ebenfalls durch die Trockenheit dieser Zeiträume zu erklären.

Fichtenzeit (Zone VI).

Aus dem Vergleich aller Diagramme geht deutlich hervor, daß die Fichte sich zuerst in den höheren Berglagen auf Kosten der Föhren ausbreitet und von hier aus in die Täler herabsteigend den EMW. verdrängt. Demgemäß überschneiden sich in verschiedenen Höhenlagen zeitlich die Zonen V und VI. Sehr deutlich zeigt sich dies in einem Vergleich der Diagramme des Schwarzsees mit jenen von der Zeller Terrasse einerseits, dem Paß Thurn anderseits. In allen Schwarzseediagrammen, aber auch

im Egelsee und im Reintaler See, findet sich an der Zonenwende V/VI neben dem Fichtenanstieg ein vorübergehender Anstieg von Tanne und Buche. Diese offenbar regionale, synchrone Erscheinung fällt in den tiefen Lagen bei Zell noch in den Bereich der EMW.-Herrschaft; hier sinkt neben Buche und Tanne auch die Fichte, die vorübergehend dominierte, wieder ab. Im Schwarzsee behält sie jedoch die Herrschaft bei und am Paß Thurn, wo nur ein vorübergehendes Auftreten der Buche schwach erkenntlich ist, ist die Fichte längst zur Alleinherrschaft gekommen. Es hat wohl zur Zeit, in der in den trockenen Tälern noch Hasel und Eichenmischwald herrschten, in den höheren Berglagen die Fichte nach Verdrängung der Föhren Waldbestände bis weit über die heutige Waldgrenze gebildet, wie das ja schon in den hochgelegenen Mooren mit aller Deutlichkeit festgestellt werden konnte. In den Tal-lagen ist jedoch bis gegen das Ende der Fichtenzeit bis zum ersten Massenauf-treten der Tannen der EMW. reichlich vertreten.

In diesem Zeitraum, der in den Übergang des Atlantikums zum Sub-boreal zu stellen ist, beginnt überall dort, wo die topographischen Voraus-setzungen zutreffen, eine raschwüchsige Hochmoorbildung. Häufig sind Alno-Coryleten mit Bruchwaldbildung zu beobachten. Daneben können in den Seen Seespiegelhebungen mit vermehrter Produktion von Detritus-gyttja mit vielen Wasserpflanzenresten, die auf eine Zunahme der sub-mersen Vegetation schließen lassen, beobachtet werden. Alle diese Er-scheinungen weisen auf ein wesentlich feuchteres, niederschlagreicheres Klima hin.

Tannen-Buchenzeit (Zone VII).

Die Entwicklung von Tanne und Buche ist einerseits nach der Höhen-lage, andererseits im östlichen und westlichen Teil des Untersuchungs-gebietes verschieden. Während in Höhenlagen über 1000 m die Fichte überall ihre Vorherrschaft beibehält, herrscht in den Mittellagen die Tanne, in den tiefen, östlichen Lagen um Kufstein, die auch heute zum Teil noch Buchengebiet sind, die Buche allein.

Überall geht die Entwicklung der Tanne jener der Buche voraus. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes (Lanser See) und in den höher gelegenen Mooren gegen den Zentralalpenkamm ist das späte Auftreten der Buche in nur eingipfeliger Kurve erst im oberen Zonenteil festzu-stellen. Schon in den Seen der nördlichen Kalkalpen, besonders aber im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes, erreicht die Buche schon bald nach der Tanne einen kleineren unteren Gipfel, um nach vorübergehendem Absinken gegen das Ende der Zone ihre zweite größte Verbreitung zu er-reichen. Im Buchengebiet um Kufstein schließen sich diese Gipfel zu einer dauernden Vorherrschaft, die im Moore bei Zell nur durch eine offenbar lokale Bruchwaldbildung unterbrochen wird.

Diese Periode ist überall eine Zeit außerordentlich gesteigerter Hochmoorproduktion bzw. in größeren Seen limnischer Sedimentation, die mit der Auffüllung und Verlandung kleiner seichter Becken (selbst noch in dem ansehnlichen Schwarzsee) abgeschlossen hat.

Die Bildung der hochalpinen Torflager fällt ganz in diese Zeit, für die auch die höchsten Waldgrenzen bei ungefähr 2500 m sowie ein vermutlich vollständiges Verschwinden der Gletscher in den Tiroler Zentralalpen festgestellt werden konnte. Mit dem oberen Teil der Zone VI fällt diese Zone in das Subboreal.

Nachwärmezeitliche Fichten-Föhrenzeit (Zone VIII).

Der mit dem Beginn des Subatlantikums allgemein nachgewiesene Klimasturz bewirkt vor allem den Abschluß der intensiven Hochmoorproduktion nicht nur in höheren Berglagen. Auch im Schwarzsee und bei Kufstein ist dies zu beobachten, und es fehlen infolgedessen größtenteils Ablagerungen aus dieser Zone, die meist nur in Schwingrasenbildung, gelegentlich geringmächtigen Radzellentorfbildungen und in limnischen Ablagerungen erfaßt werden konnten. Der Beginn dieser Zone weist stets einen neuerlichen Anstieg der Fichte (2. Fichtengipfel), einen Anstieg der Föhren und mit dem Abnehmen von Buche und Tanne eine allgemeine Verarmung des Waldbestandes auf. Auf Hochmooren, die sichtlich eingesunken sind, ist Stubbenbildung und Verheidung sowie der Übergang von Sphagneten in Cariceten, Scirpeten, Trichophoreten und Rhynchosporeten nahezu überall feststellbar.

Neben der Einstellung der Torfproduktion ist nicht nur in höheren Berglagen ein deutlicher Abbau der Moore festzustellen. Wie zu den Befunden im Schwarzsee bereits ausgeführt, dürfte auch in dieser mittleren Höhenlage der heutige See am Ende der Buchen-Tannenzeit völlig verlandet gewesen sein und sich der heutige offene See erst seither durch Abtragung und Abschwemmung der Moorsubstanz wieder gebildet haben. Zu einem gleichen Schluß haben schon seinerzeit die Befunde im Simmingsee und im Rohrsee in einer Höhenlage von über 2000 m geführt.

Die Senkung der Waldgrenzen hat, klimatisch bedingt, wohl schon in der Buchen-Tannenzeit in Verbindung mit einer neuen Vergletscherung der Zentralalpen eingesetzt. Wie die Geschichte der prähistorischen Bergbaugebiete bei Kitzbühel (1937) ergibt, hat menschliche Rodungstätigkeit schon seit der Bronzezeit intensiv an der Erniedrigung der Waldgrenze mitgewirkt, während dem Raubbau historischer Zeiten die noch erheblichen Reliktbestände der edlen Laubhölzer aus der Wärmezeit zum Opfer gefallen sind.

Anhang.

Subfossile tierische Reste und Algen im Schwarzsee bei Kitzbühel.

Nach den Untersuchungen von Dr. V. BREHM in Eger (tierische Reste), G. KRASSKE in Kassel (Diatomeen) und Dr. W. KRIEGER in Berlin (andere Algen).

Allgemeine Bemerkungen zur Artenliste.

Tierische Reste.

Auszugsweise aus dem Untersuchungsbericht von Dr. BREHM.

Zone I Interstadial: Die Proben Profil II 9,10—8,90 zeigten, wenn auch ganz vereinzelt, Schalentteile von *Alona affinis* und einer zweiten, wohl auch zur Gattung *Alona* gehörigen Cladocere, sowie Kopffragmente, die ziemlich sicher zu *Psectrotanypus longicalcar* gehören. Die Proben 8,75 und 8,70 sind durch das erste Auftreten der Gattung *Bosmina* gekennzeichnet, wodurch sich erkennen läßt, daß nunmehr in dem Gewässer eine pelagische Region zur Ausbildung kam.

Zone II Schlußvereisung: Weiteres Vorkommen von *Bosmina* beweist die Fortdauer einer pelagischen Region. Doch kommt es auch zu einer raschen Entfaltung einer litoralen Cladocerenfauna, die von *Alona affinis* — diese zuweilen mit Ephippien —, *Alonella excisa*, *Acroperus* und *Chydorus* gebildet wird. Diese Vorkommnisse sowie der Fund von Resten der Chironomiden *Psectrotanypus* und der Chironomide Abb. 21 Fig. 7 verraten eine Verbesserung der litoralen Lebensbedingungen. Die drei obersten Proben 7,90—7,70 unterscheiden sich von den unterlagernden Schichten durch das Auftreten typischer Moororganismen, *Hyalosphenia* und *Callidinia angusticollis*. Auffallend ist auch die quantitative Abnahme von *Bosmina* in Probe 7,70.

Zone III. Ausklingendes Spätglazial: Die auffallende Abnahme der Bosminen zeigt sich auch noch in Probe 7,60. Ferner läßt sich eine Abnahme der Moorfauna konstatieren. Sie ist in der Probe 7,70 nur noch durch vereinzelt *Hyalosphenien* vertreten und hat in der Probe 7,60 überhaupt keine Vertretung. Ferner macht sich bei den Cladoceren eine Zunahme der bisexuellen Vermehrung bemerkbar (♂ und Ephippien bei *Alona affinis*).

Zone IV. Präboreal: Moororganismen sind nur durch vereinzelt *Hyalosphenien* und *Callidinin* vertreten. Bosminen zeigen Zunahme. Von zwei *Alona*-Arten hat *affinis* öfter Ephippienschalen. *Alonella excisa* ist häufig.

Zone V. Eichenmischwaldzeit: Die Proben 7,30—6,50 sind durch das Fehlen der Moororganismen sowie durch die Abnahme der Bosminenreste nach oben gekennzeichnet, während die litoralen Cladoceren häufiger werden, was auf eine Abnahme der freien Wassermasse und eine Zunahme der Litoralregion schließen läßt. In der obersten Probe fehlten Bosminen bereits ganz, wodurch sich ein Übergang zu den Verhältnissen der folgenden Proben einstellt.

Zone VI. Fichtenzeit: Die Proben 6,20—4,80 fallen durch den Mangel an Cladoceren auf sowie durch eine neuerliche Entfaltung der Moorfauna, die in der Probe 6,20 fast nur durch spärliches Vorkommen von *Hyalosphenia* vertreten ist; bei 5,90 kommt *Callidinia angusticollis* nebst einigen Rhizopoden dazu, während diese von da ab arten- und individuenreich sich einstellen.

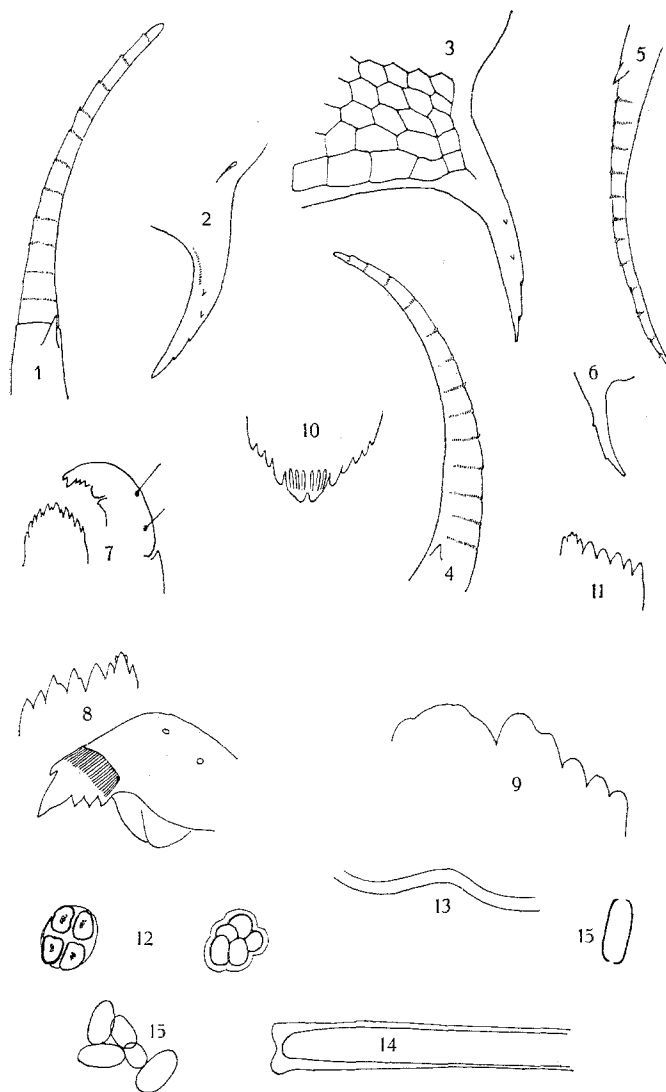


Abb. 23. Abbildung von tierischen Resten und Algen. 1—6 Mucro und antennula von *Bosmina* aus Profil II des Schwarzsees: 1, 2 aus Probe 8,40 Schlußeiszeit; 3, 4 aus Probe 7,90 Spätglazial; 5, 6 aus Probe 7,10 Eichenmischwaldzeit. — 7—11 Insektenreste. — 12—14 Algenreste: 12 *Chroococcus* sp.; 13 *Cyanophyceenscheiden* (*Lyngbya*); 14 *Rivularia* (?); 15 Dauersporen.

Zone VII. Buchen-Tannenzeit: In der untersten Probe 4,40 finden sich noch die gleichen Verhältnisse unter besonders reicher Entfaltung der Rhizopodenfauna. Von 3,90—2,80 gesellt sich dazu eine reiche Entwicklung

der litoralen Cladoceren, und auch Chironomiden werden etwas häufiger, während Bosminen nicht mehr zum Vorschein kommen. In der Probe 2,50 sind Cladoceren und Insektenreste wieder verschwunden und fehlen auch in den folgenden Proben dieser Zeit. Es dürfte also im 2. Teil der Buchen-Tannenzeit das freie Wasser verschwunden gewesen sein.

Zone VIII. Rezente Fichten-Föhrenzeit: Die Proben sind durch das sofortige Einsetzen von *Alona guttata* auffallend, die in den früheren Proben nicht bemerkt wurde und wieder auf die Ausbildung einer freien Wassermasse litoralen Charakters schließen läßt.

Chironomiden.

Nach Larven konnte *Psectrotanypus longicalcar* bestimmt werden. Verschiedene unbestimmbare Labien wurden in Abb. 23 abgebildet. Im Falle einer Bearbeitung der lebenden Chironomidenfauna im Schwarzsee könnte dann eine Bestimmung möglich werden, da angenommen werden kann, daß sich im Postglazial keine wesentlichen Veränderungen ergeben haben.

Bosmina.

Da kein Abdomen gefunden wurde und weder Schalenumriß noch die Stellung der Stirnborste sichergestellt werden konnte, war eine völlig gesicherte Bestimmung nicht möglich, doch scheinen die gefundenen Formen aller Wahrscheinlichkeit nach der alpinen Form *B. longispina* anzugehören und liegt keine *coregoni*-Form vor. Es konnte keine durch die postglazialen Klimaschwankungen bedingte Veränderung der Körperform festgestellt werden. Diese Formkonstanz mußte auffallen, da WESENBERG-LUND angenommen hatte, daß die Zyklomorphose der *coregoni*-Kolonien eine Folgeerscheinung der postglazialen Klimaänderungen sei. Bei diesem verschiedenen Verhalten der beiden Formen kann die von den meisten Autoren (z. B. RYLOV) angenommene Artgleichheit doch nicht zu Recht bestehen. Das Ausbleiben der Zyklomorphose bei *longispina* wurde bereits in mehreren Alpenseen festgestellt.

Um einen späteren Vergleich mit rezenten Kolonien zu ermöglichen, wurden in Abb. 23 je drei Abbildungen von *antennula* und *mucro* unter Angabe der Proben, in denen sie gefunden wurden, wiedergegeben.

Erst nach Abschluß der Untersuchungen wurde festgestellt, daß der Schwarzsee heute von *B. longirostris* bewohnt wird. Ein Zusammenhang der subfossilen und der rezenten *Bosmina*-Kolonie wäre somit nur dann anzunehmen, wenn es sich auch bei der ersteren nicht um *longispina*, sondern ebenfalls um *longirostris* handelte. Diese Annahme ist zwar unwahrscheinlich, aber nicht ausgeschlossen. Eine Nachprüfung konnte nicht vorgenommen werden, da kein subfossiles Probenmaterial mehr vorhanden war.

Im Falle einer Artgleichheit lägen dann morphologische Unterschiede vor, die bei der auffälligen Formkonstanz der subfossilen Form während der langen Dauer ihres Vorkommens im Postglazial schwer verständlich wären.

Das Fehlen der *Bosmina* von der Fichtenzeit an, das mit der Verlandung des Sees, die in der Buchen-Tannenzeit ihren Höhepunkt erreichte, zusammenhängen dürfte, macht es wahrscheinlich, daß keine Permanenz seit spätglazialer Zeit bis zur rezenten Kolonie im heutigen See vorliegt.

Auch bei der nicht wahrscheinlichen Artgleichheit der subfossilen und rezenten Form sprechen die erwähnten morphologischen Unterschiede für eine Neubesiedlung des Sees in rezenter Zeit.

Rhizopoda.

Mehrere Arten wurden freundlicherweise von Professor HARNISCH in Kiel bestimmt, der unter den Formen der *Heleopera petricola* auch die von ihm abgetrennte Form der *H. hyalina* festzustellen glaubt. Die Proben von 3,90 aufwärts führen eine ausgesprochene Hochmoorfauna. Nach den Leitarten der Hyalosphenien (*papilio* und *elegans*) und der Amphitremen (*Ditrema flavum* und *Wrightianum*) lassen sich nach der seinerzeit von HARNISCH vorgenommenen Typisierung drei Sphagneten-Typen von der Buchen-Tannenzeit an unterscheiden. Auf einem *Hyalosphenia*-Typus folgt ein *D. flavum*-Typus und in jüngster Zeit eine Umwandlung zum *D. Wrightianum*-Typus.

Diatomeen.

Bemerkenswerte Formen von G. KRASSKE.

Eunotia polyglyphis GRUN. — Hust. Bac., S. 183, Fig. 235. Außer in Nordeuropa vor allem in den Alpen und im Alpenvorland verbreitet.

Eunotia parallela EHR. — Hust. Bac., S. 183, Fig. 247. Nordisch-alpin, vereinzelt auch in den deutschen Mittelgebirgen.

Caloneis obtusa (W. SM.) CL. — Hust. Bac., S. 240, Fig. 273. Nordisch-alpine charakteristische Form der Alpen- und Voralpenseen.

Diploneis domblittensis (GR.) CL. var. *subconstricta* a. CL. — Hust. Bac., S. 251, Fig. 398. Die Varietät ist eine Form der Alpenseen.

Navicula diluviana KRASSKE. — Atl. Taf. 399, Fig. 11—15. Von KRASSKE aus einem Kieselgurlager bei Oderberg beschrieben, später an verschiedenen Stellen der Alpen gefunden. Wahrscheinlich auch alpin.

Navicula Schadei KRASSKE. — Atl. Taf. 398, Fig. 32—35. Von KRASSKE aus einem Kieselgurlager in den Seewiesen bei Dresden-Kaditz beschrieben. (Beitr. z. Kenntnis d. Diat.-Flora Sachsens, S. 355, Fig. 11 a, b. — Bot. Archiv, Bd. 27, Heft 3/4, 1929.)

Amphora ovalis var. *vittata* A. CL. — „Die Kieselalgen des Takernsees in Schweden“ (1933 Stockholm), S. 63, Fig. 137. Bislang nur aus Nordeuropa bekannt.

Amphora thumensis (A. MAYER) A. C. — Abbildung bei KRASSKE: „Ein Kieselgurgeschiebe von Oderberg-Bralitz.“ — 1933, S. 63, Fig. 3. (Als *Cymbella parvula* KRASSKE dort beschrieben, da die bestehenden Abbildungen von *Amphora thumensis* so mangelhaft waren, daß die Form nicht erkannt werden konnte. Aus den Einzelschalen der Gur war der *Amphora*-Charakter der Art nicht feststellbar.) — Fossil auch im Crednersee auf Rügen. Rezent bis jetzt in Schweden, Lappland, Alpenseen und in Patagonien gefunden.

Andere Algen.

Bemerkungen von Dr. W. KRIEGER.

Schwarzseeprofil II. Bei den Proben 9,00—8,70 handelt es sich um ein Desmidiaceengewässer. Die Proben 8,50—6,40 sind in bezug auf Proto-coceales und Cyanophyceen recht gleichartig; von 7,25 an fehlen jedoch die Desmidiaceen. Bei 0,80 und 0,10 fanden sich einige Exemplare einer sphagnophilen Desmidiacee.

Moor auf der Zeller Terrasse. Die Probe (Interstadial) stammt sicher aus einem stehenden Desmidiaceengewässer.

Artenverzeichnis	In Zone						
	I	II	III/IV	V	VI	VII	VIII
Im Schwarzsee bei Kitzbühel							
Tierische Reste:							
Cladocera:							
<i>Bosmina</i>	—	s h	z h h	h v =	—	—	—
<i>Acroperus harpae</i>	—	— s z	—	z h h	—	— z —	—
<i>Alona affinis</i>	h h s	h h h	h h h	s — s	— s —	— s s	—
<i>Alona affinis</i> m. <i>Ephippium</i>	—	+	+++	—	—	—	—
<i>A. costata</i>	—	—	v —	—	—	—	—
<i>A. guttata</i>	—	—	—	—	—	—	z z —
<i>A. sp.</i>	v —	—	♂ — v	—	—	— v	— v —
<i>Alonella excisa</i>	— s z	—	— z h	—	— v —	— v h	—
<i>Chydorus</i> cf. <i>sphaericus</i>	—	s — s	—	— v	—	— v	—
<i>Pleuroxus</i> sp.	—	—	—	— v	—	—	—
Rhizopoda:							
<i>Hyalosphenia papilio</i>	—	—	s s v	v	z	— h z	h z
<i>H. elegans</i>	—	—	v v —	v —	— z z	s	z s
<i>Centropyxis aculeata</i>	—	—	—	—	v s v	v	s
<i>Arcella artocrea</i>	—	—	—	—	s	s	z
<i>Ditrema flavum</i>	—	—	— v	—	z z h	z	z —
<i>D. Wrightianum</i>	—	—	—	—	—	—	s z
<i>Heleopera petricola</i>	—	—	—	—	—	—	h — h
<i>Assulina seminulum</i>	—	—	—	—	z s h	z h z	z —
<i>A. muscorum</i>	—	—	—	—	—	— v —	—
<i>Diffflugia beccilifera</i>	—	—	—	—	—	—	z z
<i>D. constricta</i>	—	—	—	—	—	—	— v —
<i>Phryganella hemisphaerica</i> .	—	—	—	—	—	—	v v —
Insecta:							
Fig. 7 in Abb. 21	—	—	—	—	—	v	—
Fig. 8 in Abb. 21	v	—	—	—	—	—	—
Fig. 9 in Abb. 21	v	—	—	—	—	—	—
Fig. 10 in Abb. 21	v	—	—	—	—	—	—
Fig. 11 in Abb. 21	—	—	—	v	—	—	—
Unsichere Chironomide	v	—	—	—	—	—	—
<i>Psectrotanypus</i> cf. <i>longicalcar</i>	s	—	s	—	—	—	—
Tanypine	—	—	—	v	—	—	—
Mandibel einer Ephemeroptere	—	—	— v	—	—	—	—
Andere Organismen:							
Planarien-Cocons	—	s	s h h	—	—	—	—
<i>Callidina angusticollis</i>	—	— s s	— s z	z	z	z h z	s —
Oribatiden	—	—	— z	—	—	z	z
Harpacticiden-Spermato-phore	—	—	—	—	—	—	— v

Artenverzeichnis	In Zone						
	I	II	III/IV	V	VI	VII	VIII
Tardigradeneier ¹	—	—	v	—	v	—	—
Plumatella Statoplastum ...	—	—	v	—	—	—	—
Algen:							
Diatomeen:							
Melosira islandica var. helvetica O. M.	—	z	z	—	s	—	—
Cyclotella Meneghiniana KÜTZ.	—	—	—	—	s	—	—
C. Kützingeriana var. planetophora FRICKE	—	—	m	m	z	—	—
Stephanodiscus astraea (EHR.) GRUN.	—	s	s	—	—	—	—
Fragilaria construens (EHR.) GRUN.	—	s	h	h	s	—	—
Fr. construens mit var. binodis und var. triundulata.	—	—	—	+	—	—	—
Fr. brevistriata GRUN.	—	—	s	h	—	—	—
Fr. pinnata mit var. lanceolata (SCHUM.) HUST.	—	s	h	h	—	—	—
Fr. lapponica GRUN.	—	s	s	—	—	—	—
Tabellaria flocculosa (ROTH) KÜTZ.	—	s	s	—	—	—	—
T. fenestrata (LYNGB.) KÜTZ.	—	s	—	—	—	—	—
Diatoma hiemale var. mesodon (EHR.) GRUN.	—	s	—	—	—	—	—
Synedra capitata EHR.	—	—	s	s	—	—	—
S. ulna var. biceps KÜTZ. .	—	—	s	s	—	—	—
S. vaucheriae KÜTZ., mit var. capitata	—	—	h	—	z +	—	—
Eunotia arcus EHR.	—	—	h	h	—	—	—
Eu. gracilis (EHR.) RABH. .	—	—	z	z	—	—	—
Eu. pectinalis mit var. impressa (EHR.) HUST.	—	—	z	h	—	—	—
Eu. parallela EHR.	—	—	—	s	—	—	—
Eu. lunaris (EHR.) GRUN. .	—	—	s	s	—	—	—
Eu. polyglyphis GRUN.	—	—	—	s	s	—	—
Eu. tridentula EHR.	—	—	—	—	s	—	—
Cocconeis placentula EHR. .	—	—	z	z	—	—	—
Achnanthes lanceolata BRÈB.	—	—	—	s	—	—	—
A. lanceolata var. elliptica CL.	—	s	—	s	—	—	—
A. flexella (KÜTZ.) HUST. .	—	s	s	—	—	—	—
A. exigua var. heterovalvata KRASKE	—	—	h	h	—	—	—
A. conspicua A. MAYER.	—	—	h	h	—	—	—

¹ Diese gehören verschiedenen Arten an; ein Ei aus 7,40 dürfte zu *Macrobiotus islandicus* gehören.

Artenverzeichnis	In Zone						
	I	II	III/IV	V	VI	VII	VIII
<i>A. lapponica</i> HUST.	—	—	—	s	—	—	—
<i>Mastogloia Smithii</i> var. <i>lacustris</i> GRUN.	—	—	—	s	—	—	—
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> (RABH.) DE T. .	—	—	s	s	z	—	—
<i>Fr. vulgaris</i> THW.	—	—	—	—	s	—	—
<i>Diploneis ovalis</i> (HILSE) CL.	—	s	z	z	s	—	—
<i>D. domblittensis</i> var. <i>constricta</i> A. CL.	—	s	s	—	—	—	—
<i>Caloneis silicula</i> (EHR.) CL.	—	z	z	h	—	—	—
<i>C. obtusa</i> (W. SM.) CL.	—	h	—	—	—	—	—
<i>Neidium iridis</i> (EHR.) CL. .	—	z	s	h	—	—	—
<i>N. iridis</i> var. <i>amphigomphus</i> (EHR.) V. H.	—	z	s	h	—	—	—
<i>N. dubium</i> (EHR.) CL.	—	s	s	s	—	—	—
<i>N. affine</i> var. <i>amphirhynchus</i> (EHR.) CL.	—	—	s	h	s	—	—
<i>N. affine</i> var. <i>hercynica</i> (A. MAYER) HUST.	—	—	s	h	s	—	—
<i>Stauroneis anceps</i> EHR. ...	—	s	s	s	—	—	—
<i>St. phoenicenteron</i> EHR. ...	—	z	s	z	—	—	—
<i>Navicula rhynchocephala</i> KÜTZ.	—	—	s	—	—	—	—
<i>N. cryptocephala</i> KÜTZ.	—	—	—	s	—	—	—
<i>N. radiosa</i> KÜTZ.	—	h	h	h	—	—	—
<i>N. cincta</i> (EHR.) KÜTZ. ...	—	—	—	—	s	—	—
<i>N. oblonga</i> KÜTZ.	—	s	—	—	—	—	—
<i>N. vulpina</i> KÜTZ.	—	—	z	h	s	—	—
<i>N. Schönfeldi</i> HUST.	—	—	h	h	—	—	—
<i>N. diluviana</i> KRASSKE	—	h	z	h	s	—	—
<i>N. vitabunda</i> HUST.	—	—	z	h	—	—	—
<i>N. verecunda</i> HUST.	—	—	—	h	—	—	—
<i>N. gastrum</i> EHR.	—	—	—	s	—	—	—
<i>N. tuscula</i> (EHR.) GRUN. .	—	z	z	z	—	—	—
<i>N. gracilioides</i> A. HAYER .	—	—	h	z	—	—	—
<i>N. dicephala</i> (EHR.) W. SM.	—	—	—	s	—	—	—
<i>N. lanceolata</i> (AG.) KÜTZ. .	—	—	—	z	—	—	—
<i>N. Schadei</i> KRASSKE	—	—	z	h	—	—	—
<i>N. bryophila</i> BOYE DET.	—	—	s	—	—	—	—
<i>N. ventralis</i> KRASSKE	—	—	z	z	—	—	—
<i>N. bacillum</i> EHR.	—	—	—	s	—	—	—
<i>N. pupula</i> mit var. <i>capitata</i> HUST.	—	—	z	h	—	—	—
<i>N. bacilliformis</i> GRUN.	—	s	h	h	—	—	—
<i>N. protracta</i> var. <i>subcapitata</i> WISL. u. POR.	—	—	h	h	—	—	—
<i>N. scutelloides</i> W. SM.	—	—	—	s	—	—	—
<i>N. cuspidata</i> KÜTZ.	—	—	s	s	—	—	—

Artenverzeichnis	In Zone						
	I	II	III/IV	V	VI	VII	VIII
<i>Pinnularia maior</i> (KÜTZ.)							
CL.	—	z	z	s	—	—	—
<i>P. gentilis</i> (DONK.) CL.	—	—	—	h	—	—	—
<i>P. viridis</i> (NITZSCH) EHR. .	—	s	s	h	—	—	—
<i>P. mesolepta</i> (EHR.) W. SM.	—	—	—	s	—	—	—
<i>P. subcapitata</i> GREG.	—	s	s	—	—	—	—
<i>P. Braunii</i> (GRUND.) CL. .	—	s	—	—	—	—	—
<i>P. gibba</i> var. <i>linearis</i> HUST.	—	—	s	s	—	—	—
<i>P. borealis</i> EHR.	—	—	—	—	s	—	—
<i>P. leptosoma</i> GRUN.	—	—	—	s	—	—	—
<i>Cymbella Ehrenbergii</i> KÜTZ.	—	m	m	h	z	—	—
<i>C. amphicephala</i> NAEG. . .	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. cuspidata</i> KÜTZ.	—	h	z	h	s	—	—
<i>C. ventricosa</i> (KÜTZ.) V. H.	—	—	z	h	—	—	—
<i>C. cymbiformis</i> KÜTZ.	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. lanceolata</i> (EHR.) V. H. .	—	—	—	s	—	—	—
<i>C. aspera</i> (EHR.) CL.	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. cistula</i> (HEMPR.) GRUN. .	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. laevis</i> NAEG.	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. parva</i> (W. SM.) CL.	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. leptoceros</i> (EHR.) GRUN. .	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. prostrata</i> (BERK.) CL. . .	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. turgida</i> (GREG.) CL.	—	—	s	s	—	—	—
<i>C. aequalis</i> W. SM.	—	—	s	s	—	—	—
<i>Gomphonema angustatum</i>							
(KÜTZ.) RABH.	—	—	—	—	s	—	—
<i>G. parvulum</i> KÜTZ.	—	—	s	s	—	—	—
<i>G. intricatum</i> KÜTZ.	—	—	h	h	—	—	—
<i>G. gracile</i> EHR.	—	s	—	—	—	—	—
<i>G. subtile</i> EHR.	—	—	s	s	—	—	—
<i>G. subclavatum</i> GRUN.	—	—	s	—	—	—	—
<i>G. augur</i> var. <i>Gautieri</i> V. H.	—	—	—	s	—	—	—
<i>G. acuminatum</i> EHR. mit							
var. <i>coronata</i> (E.) W. SM.	—	—	s	s	—	—	—
<i>G. acuminatum</i> var. <i>trigono-</i>							
<i>cephala</i> (E.) GRUN.	—	s	—	s	—	—	—
<i>G. constrictum</i> mit var. <i>cap-</i>							
<i>tata</i> (E.) CL.	—	—	z	z	—	—	—
<i>Amphora ovalis</i> KÜTZ. mit							
var. <i>libyca</i> (E.) CL.	—	z	h	h	z	—	—
<i>A. ovalis</i> var. <i>vittata</i> A. CL.	—	z	h	—	—	—	—
<i>Epithemia sorex</i> KÜTZ.	—	—	s	s	—	—	—
<i>E. zebra</i> (EHR.) KÜTZ.	—	—	s	s	—	—	—
<i>E. turgida</i> (EHR.) KÜTZ.	—	—	s	s	—	—	—
<i>E. Muelleri</i> FRICKE	—	s	h	s	—	—	—
<i>E. argus</i> KÜTZ.	—	s	z	—	—	—	—
<i>Rhopalodia gibba</i> O. M.	—	—	s	—	—	—	—

Artenverzeichnis	In Zone						
	I	II	III/IV	V	VI	VII	VIII
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	—	—	s	s	—	—
(EHR.) GRUN.	—	—	—	s	s	—	—
<i>Nitzschia denticula</i> GRUN. .	—	—	z	z	—	—	—
<i>N. recta</i> HANTZSCH	—	—	s	s	—	—	—
<i>N. parvula</i> LEWIS	—	—	—	—	s	—	—
<i>Cymatopleura elliptica</i>	—	—	—	—	—	—	—
(BRÉB.) W. SM.	—	—	—	s	—	—	—
<i>Surirella linearis</i> var. <i>con-</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>stricta</i> (E.) GRUN.	—	—	s	s	—	—	—
<i>S. ovata</i> KÜTZ.	—	—	s	—	—	—	—
Schwammnadeln	—	z	h	h	m	—	—
Artenzahl d. Diatomeen	—	36	80	85	23	—	—
Massenformen	—	2	7	23	—	—	—
Gesamtzahl der gefun-	—	—	—	—	—	—	—
denen Arten 109 (115	—	—	—	—	—	—	—
Formen)	—	—	—	—	—	—	—
Desmidiaceen:	—	—	—	—	—	—	—
<i>Euastrum insulare</i>	s h	— s	—	—	—	—	—
<i>Cosmarium difficile</i>	s —	—	—	—	—	—	—
<i>C. crenulatum</i>	s —	—	—	—	—	—	—
<i>C. Dybowskii</i>	— s	—	—	—	—	—	—
<i>C. elegantulum</i>	—	—	— s	—	—	—	—
<i>C. formosulum</i>	s —	—	—	—	—	—	—
<i>C. garrolense</i>	— s	—	—	—	—	—	—
<i>C. granatum</i>	h	—	—	—	—	—	—
<i>C. humile</i>	—	— s	—	—	—	—	—
<i>C. impressulum</i>	h s	— s	—	—	—	—	—
<i>C. laeve</i>	—	s h	— s	—	—	—	—
<i>C. microsphinctum</i>	s —	—	—	—	—	—	—
<i>C. nitidulum</i>	—	s —	—	—	—	—	—
<i>C. ochthodes</i>	— s	—	—	—	—	—	—
<i>C. pseudopyramidatum</i> . . .	s —	—	—	—	—	—	—
<i>C. pygmaeum</i>	—	s	—	—	—	—	—
<i>C. speciosum</i>	—	— s	—	—	—	—	—
<i>C. variolatum</i>	h s	—	— s	—	—	—	—
<i>C. variolatum</i> var. <i>catarac-</i>	—	— s	— s	—	—	—	—
<i>tarum</i>	—	—	—	—	—	—	s
<i>Pleurotenium minutum</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—
Protococcales:	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tetraedron minimum</i>	—	s	—	— s	—	—	—
<i>Pediastrum Boryanum</i>	s —	—	—	—	—	—	—
<i>P. Boryanum</i> var. <i>longicorne</i>	—	s —	—	—	—	—	—
<i>Coelastrum proboscidium</i> . . .	—	h	—	—	—	—	—
<i>Scenedesmus ecornis</i>	—	h —	—	—	—	—	—
<i>S. microspina?</i>	—	h	— s	h	—	—	—
Heterocontae:	—	—	—	—	—	—	—
<i>Botryococcus Braunii</i>	—	—	—	v —	—	—	—

Artenverzeichnis	In Zone						
	I	II	III/IV	V	VI	VII	VIII
Cyanophyceen:							
<i>Chroococcus turgidus</i>	s	— s	—	—	—	—	—
<i>Chr. sp.</i> Fig. 12, Abb. 21..	—	m	h	—	—	—	—
Scheiden von <i>Lyngbya</i> (?), Fig. 13, Abb. 21	—	h s	—	s	—	—	—
Scheiden von <i>Rivularia</i> (?), Fig. 14, Abb. 21	—	—	—	— h	—	—	—
Dauersporen, Fig. 15, Abb. 21.....	—	— z	—	—	—	—	—
Chrysomonaden:							
Zysten.....	—	h s	—	— s	s —	—	—
Im Moor auf der Zeller Terrasse bei Kufstein				Untersucht wurden nur Proben des Interstadials der Zone I			
Desmidiaceen:							
<i>Penium silvae nigrae</i>	s						
<i>Euastrum insulare</i>	h						
<i>Cosmarium anisochondrum</i> <i>geminatum</i>	z						
<i>C. botrytis</i>	z						
<i>C. cymatopleurum tyrolicum</i>	s						
<i>C. Dybowskii</i>	z						
<i>C. granatum</i>	h						
<i>C. humile</i>	s						
<i>C. impressulum</i>	z						
<i>C. laeve</i>	h						
<i>C. nitidulum</i>	z						
<i>C. ochthodes</i>	s						
<i>C. pachydermum</i>	z						
<i>C. pseudopyramidatum</i>	s						
<i>C. Quasillus</i>	s						
<i>C. Turpinii</i>	s						
<i>C. variolatum rotundatum</i> ..	z						
<i>C. vexatum</i>	z						
Protococcales:							
<i>Tetraedron minimum</i>	z						
<i>Pediastrum Boryanum</i>	s						
<i>Scenedesmus quadrispina</i> ..	s						

Häufigkeitsbezeichnungen: m = massenhaft; h = häufig, z = zerstreut, s = selten; v = vereinzelt. Bei Koppelung der Zeichen bedeutet z. B.: s h m = in den unteren Proben der Zone selten, in den mittleren häufig, in den oberen massenhaft.

Schriftenverzeichnis.

Abkürzungen: Botanisches Centralblatt, Beihefte = Bot. C. Bl., Bh.; Ferdinandeumszeitschrift Innsbruck = F. Z.; Jahrbuch der geologischen Bundes-Anstalt = J. G. B. A.; Zeitschrift für Botanik = Z. f. B.; Zeitschrift für Gletscherkunde = Z. f. G.

AARIO, L., 1940: Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lappland. *Anales Fennicae*, T. LIV.

AMPFERER, O., 1930: Begründung der Schlußeiszeit. *Peterm. geogr. Mitteilungen*, Bd. 76.

— 1936: Führer für die Quartärexkursion 1936: Zell am See und Paß Thurn, Kitzbühel.

— 1941: Über die geologischen Aufschlüsse beim Bau der neuen Achensee-straße. *Geologie u. Bauwesen*, Jahrg. 11.

BECK, P., 1933: Über das schweizerische und europäische Pliozän und Pleistozän. *Eclog. Geol. Helveticæ*.

BOBEK und HEISSEL, W., 1937: H. BOBEKS Studien über die Terrassen des Inn-ales. Z. f. G.

BORNGÄSSER, E., 1941: Das „Große Moor“ bei Deimen, ein Hochmoor in der Lüneburger Heide. *Bot. C. Bl., Bh.*

FAEGRI, K., 1939/40: Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen. II. Zur spätquartären Geschichte Jaerens. *Bergens Museum Aerbok*.

FIRBAS, F., 1927: Schieferkohlen des Inn-ales. Z. f. G.

— 1933: Interglaziale Torflager in den nördlichen Ostalpen. Z. f. G.

— 1939: Vegetationsentwicklung und Klimawandel in der mitteleuropäischen Spät- und Nacheiszeit. *Die Naturwissenschaften*, Berlin, 27. Jahrg.

— 1941: Zur spätglazialen Waldentwicklung Oberschwabens. *Berichte der deutschen bot. Gesellschaft*, Bd. LIX.

GAMS, H., 1937: Tiroler Naturschutzgebiete und Naturdenkmäler. *Tiroler Heimatblätter* 1937, Heft 7/8.

— 1943: Der Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*) im Alpengebiet. *Bot. C. Bl., Bh.*

GROSS, H., 1937: Nachweis der Allerödschwankung im süd- und ostbaltischen Gebiete. *Bot. C. Bl., Bh.*

— 1939: Moorgeologische Untersuchung der vorgeschichtlichen Dörfer im Zedmar-Bruch. *Prussia, Zeitschr. f. Heimatkunde*, Königsberg, Bd. 33.

HEISSEL, W., 1936: H. BOBEKS Studien über die Terrassen des Inn-ales. Z. f. G.

— 1940: Zur Frage der Eisrandbildungen im Inn-ale: I. Toteislöcher. Z. f. G.

HUSTEDT, FR., 1911: *Desmidiaceae* et *Bacillariaceae* aus Tirol. *Arch. f. Hydrob.*, VI, 3.

IVERSEN, J., 1942: En pollenanalytisk Tidsfaestelse af Ferskvanslagene ved Norre Lyngby. *Meddelelser fra Nansk Geologisk Forening*, Bd. 10.

LOSERT, H., 1940: Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte Innerböhmens. II. Das Spätglazial von Wschetat. III. Das Spätglazial bei Lissa-Hrabanov. *Bot. C. Bl., Bh.*

LÜDI, W.: Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. *Veröffentlichungen des geobotanischen Instituts Rübel*, Zürich, Heft 15.

MÜLLNER, J., 1905: Die Seen des unteren Inn-ales in der Umgebung von Rattenberg und Kufstein. *F. Z.*

NEVINNY, J., 1913/14: Der Schwarzsee und die Stadt Kitzbühel. *Zeitschr. f. Balneologie, Klimatologie u. Kurorthygiene*, Jahrg. VI.

PREUSCHEN, L., und PITTIONI, R., 1937: Untersuchungen im Bergbaugebiete Kelchalpe bei Kitzbühel. Mitteilungen der prähistorischen Kommission der Akademie der Wissenschaften, Wien, Bd. III.

OBERDORFER, E., 1937: Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Oberelsaß und der Vogesen. Z. f. B.

OVERBECK, F., 1939: Die Moore Niedersachsens. Wirtschaftswissenschaftliche Gesellschaft zum Studium Niedersachsens. Beiträge, Heft 52.

REITHOFER, O., 1931: Über den Nachweis von Interglazialablagerungen zwischen der Würmeiszeit und der Schlußvereisung im Ferwall und im Schönferwalltal. J. G. B. A., Bd. 81.

ZEHENTER, J.: Die Mineralquellen Tirols. F. Z., Bd. III, 37.

Außerdem wird auf die Schriftenverzeichnisse im ersten und zweiten Teil dieser Arbeit (Bd. LV [1936] und Bd. LX [1940], Abt. B, Beihefte zum Botanischen Centralblatt) verwiesen.