

Paläofloristische und stratigraphische Untersuchungen böhmischer Moore.

Die Hochmoore des Erzgebirges.

Ein Beitrag zur postglazialen Waldgeschichte Böhmens.

Von

Karl Rudolph und Franz Firbas.

Mit 6 Abbildungen im Text und 16 Tafeln.

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	3
II. Die allgemeinen geographischen Verhältnisse des Erzgebirges	5
III. Die Moore des Erzgebirges	9
(Allgemeines und bisherige Untersuchungsergebnisse)	
IV. Methodik der Untersuchung	15
Die makroskopische Untersuchung — Methode der quantitativen Pollenanalyse nach L. v. Post — Deutung der Ergebnisse der Pollenanalyse — Inwiefern entspricht die Zusammensetzung der Pollenflora der Zusammensetzung der Wälder? — Fehlerquellen: Ungleiche Pollenproduktion; lokaler Einfluß, ungleiche Verteilung — Vergleich rezenter Oberflächenproben mit der heutigen Zusammensetzung der Wälder — Bedeutung des Ferntransportes — Absolute Pollenzahl, Pollendichte — Beschreibung der fossilen Pollenkörner — Sonstige Mikroflora und -fauna	
V. Untersuchungsergebnisse	34
1. Das Hochmoorplateau bei Gottesgab	34
Allgemeines S. 34 — Torfstich A „Reißzeche“ S. 38 — Torfstich B S. 47 — Torfstich C „Mongolei“ S. 47 — Torfstich D „Pechhütte“ S. 49 — Torfstich E „Zuflucht“ S. 50 — Zusammenfassung: Der Aufbau und die Entwicklungsgeschichte der Moore, Altersvergleich der Horizonte, Gleichaltrigkeit der Grenzhorizonte, die älteren Trockenhorizonte S. 50 — Die Waldgeschichte der Umgebung von Gottesgab, Rückschlüsse auf die Klimaentwicklung S. 56	
2. Der „Große Kranichsee“	65
3. Die Hochmoore bei Sebastiansberg	66
Die „Sebastiansberger Heide“ S. 67 — Die „Neudorfer Heide“ S. 75	

2	Rudolph und Firbas, Die Hochmoore des Erzgebirges.	Seite
4.	Die „Grünwalder Heide“ bei Moldau	77
5.	Die Hochmoore bei Zinnwald	85
	Die „Seeheide“ S. 87 — Die „Große Auerhahnbalz“ S. 88	
VI.	Zusammenfassung	91
1.	Die Pollendiagramme	91
	Vergleich der Diagramme S. 91 — Das Durchschnittsdiagramm S. 94	
2.	Der Aufbau der Moore	96
	Der allgemeine Entwicklungsgang S. 96 — Die Grenzhorizonte S. 98 — Die älteren Trockenhorizonte S. 100 — Die Feuchtigkeitsschwankungen des Klimas S. 101	
3.	Die postglaziale Waldgeschichte des Erzgebirges	104
	Die reine Kiefernzeit S. 105 — Hasel-Kiefernzeit, Anzeichen der Wärmezeit S. 106 — Eichenmischwald-Fichtenzeit S. 108 — Buchen-Fichtenzeit S. 108 — Buchen-Tannenzeit S. 110 — Rezente Fichtenzeit und ihre Ursachen. S. 111 — Abgrenzung der Wärmezeit S. 115 — Klima der älteren bis jüngeren Moostorfzeit S. 116 — Verhalten von Birke, Weide, Erle, Hainbuche, S. 118	
4.	Pollenanalyse einiger Moore des böhmischen Hügellandes	120
	Moore bei Zwickau-Niemes in Nordböhmen, 300 m S.H., S. 120 — Die Hochmoore bei Köblersdorf und Mirochau in Südböhmen, 500 m S.H., S. 122	
VII.	Schluß	126
	Vergleich mit bisherigen Untersuchungsergebnissen und Hypothesen über die postglaziale Vegetations- und Klimaentwicklung Europas:	
	Klima- und Vegetationscharakter der letzten Eiszeit und ersten Nacheiszeit S. 126 — Klimaoptimum und xerotherme Periode S. 133 — Die Grenzhorizontzeit S. 136 — Die subatlantische Klimaverschlechterung S. 137 — Zusammenfassung S. 138	
	Vergleich der Einwanderungs- und Vorherrschaftsfolge der Waldbäume in Böhmen mit der Ausbreitung im übrigen Mittel- und Nordeuropa:	
	Mittel- und Norddeutschland S. 139 — Dänemark S. 145 — Schweden S. 146 — Süddeutschland und Alpenländer S. 151	
	Hauptergebnisse	153
	Übersichtstabelle über die fossilen Pflanzenreste	155
	Erklärung zu den Tafeln	158
	Zitierte Literatur	158

I. Einleitung.

Die Untersuchungen, über deren Ergebnis in der vorliegenden Arbeit berichtet wird, bilden die Fortsetzung eines Arbeitsplanes, dessen Ziel und Zweck bereits in der Einleitung zu einer älteren Arbeit des ersten Verfassers (Rudolph 1917) entwickelt wurde. Es soll eine größere Zahl böhmischer Moore in den verschiedensten Lagen des Landes einer eingehenden paläontologischen Untersuchung nach modernen Methoden unterzogen werden, um auch für dieses Gebiet dieses in andern Ländern bereits so glänzend bewährte Quellenwerk der postglazialen Vegetations- und Klimageschichte in ausgiebigerer Weise zu erschließen. Wenn man die lange Reihe von Versuchen, eine Vegetations- und Klimageschichte von Mitteleuropa zu entwerfen, überblickt, so begegnet man immer wieder dem Hinweis auf die bedauerliche Lücke im Tatsachenmaterial aus dem ehemals unvereis gebliebenen Gebiete zwischen dem großen nordischen Inlandeis und der alpinen Eisdecke. Die Möglichkeit, daß so konträre Vorstellungen über den Charakter der Eiszeit und ihren Einfluß auf die Vegetation nebeneinander fortbestehen können, wie sie sich etwa in der „Nathorst-schen Hypothesengruppe“ und in den Anschauungen von Brockmann-Jerosch und der Monoglazialisten aussprechen, beweist am besten die Notwendigkeit, für die Entscheidung der schwebenden Fragen ein möglichst reiches paläontologisches Tatsachenmaterial zu schaffen. Die bisherigen Leistungen auf diesem Gebiet nehmen um so mehr ab, je weiter wir von Norden nach Süden gehen und erreichen gerade im eisfrei gebliebenen Gebiete ein Minimum, um dann erst in den Alpenländern wieder etwas zu steigen. Für die Entscheidung aller der Fragen, die sich an das unvereiste Gebiet knüpfen, muß aber gerade Böhmen eine bevorzugte Stellung zukommen, das wegen seiner durch die Randgebirge geschützten und klimatisch begünstigten Lage so oft als ein Refugium der wärmeliebenderen Elemente während der Eiszeit angesehen wurde, wozu noch einige Angaben Sitenzkýs, des ersten Erforschers böhmischer Moore, z. B. über das frühzeitige Auftreten der Buche in den untersten Torfschichten böhmischer Gebirgsmoore Veranlassung gaben, Angaben, die an sich ganz richtig sein können, aber jetzt in einem ganz anderen Lichte erscheinen.

Die geplanten Untersuchungen waren zuerst mit einigen Hochmooren Südböhmens in der Höhenstufe des Hügellandes begonnen worden. Sie wurden nach einer mehrjährigen Unterbrechung durch den Krieg in höheren Lagen des Landes, und zwar zunächst im Erzgebirge, dessen Kamm durch eine lange Kette ausgedehnter Hochmoore ausgezeichnet ist, wieder aufgenommen. Hatten die tiefer gelegenen Moore Südböhmens bereits eine Verschiebung der Höhengrenzen einzelner Arten (*Betula nana*) nach unten ergeben, so mußten jetzt gerade höher gelegene Moore geeigneter sein, eine ehemalige Verschiebung von Höhengrenzen nach oben anzuzeigen, über die bereits

einige Angaben in der Literatur vorlagen. Die Untersuchungen wurden in der Grünwalder Heide bei Moldau begonnen. Es ergab sich aber bald die Notwendigkeit, sie über weitere Moore des Gebirgskammes auszudehnen, um zu allgemein gültigen Schlüssen zu kommen und das Lokalbedingte auszuschließen. Es wurde hierzu die Mitarbeit von Firbas gewonnen und die vorliegende Arbeit bildet das Ergebnis unserer getrennt in verschiedenen Gebieten vorgenommenen Untersuchungen und unseres gemeinsamen Gedankenaustausches über die gefundenen Tatsachen. Wenn im folgenden bisweilen im Texte die erste Person angewendet wird, der Kürze halber oder um eine persönliche Meinung auszudrücken, so bezieht sich dies auf den ersten Verfasser, der die Abfassung des Textes übernommen hat.

Unter den angewendeten Methoden trat im Verlaufe der Arbeit die Methode der quantitativen Pollenanalyse L. v. Posts immer mehr in den Vordergrund, da sie sich als die fruchtbarste erwies und erst die kritische Beurteilung des Aufbaues der Moore und weitergehendere Schlüsse ermöglichte. Wir waren durch die Arbeit Erdmans im Laufe unserer Untersuchungen mit ihr bekannt geworden. Für einige Moore wurde sie, um rascher zu Schlüssen zu kommen, ausschließlich angewendet. Die im Erzgebirge gewonnenen Untersuchungsergebnisse machten es sofort wieder wünschenswert, an tiefer gelegene Moore einige Fragen zu stellen. So werden anhangsweise auch bereits wieder pollenanalytische Untersuchungsergebnisse von einigen Mooren des Hügellandes mitgeteilt, die wertvolle Ergänzungen lieferten. Sie bilden teils eine Ergänzung und einen Nachtrag zu der älteren Arbeit über die südböhmischen Hochmoore, teils eine vorläufige Mitteilung über Untersuchungen, die Firbas im nordböhmischen Hügelland begonnen hat.

An Vorarbeiten liegt vor allem die verdienstvolle Abhandlung Sitenskýs „Die Torfmoore Böhmens“ (1891) vor, die aber zu einer Zeit abgefaßt wurde, als die Methodik der Mooruntersuchung noch gering entwickelt war. Seine zerstreuten paläontologischen Angaben sind daher nicht hinreichend genau stratigraphisch fixiert und dürfen zu allgemeineren Schlüssen nur mit Vorsicht verwendet werden. Für eine Übersicht über die Verbreitung der Moore in Böhmen und ihre rezente Flora bildet das Werk noch immer die einzige, das ganze Gebiet umfassende Grundlage. Eine sehr gute und zutreffende Beschreibung der Moore des Erzgebirges gibt eine Arbeit Männels. Sie enthält auch eine gute Zusammenstellung des bisher über die fossile Flora derselben Bekannten, ohne aber viel Neues aus eigener Feststellung hinzuzufügen. Eine Fülle wertvoller Feststellungen, Angaben und Anregungen, die auch die Moore Böhmens betreffen, enthalten dann die Arbeiten Hans Schreibers, des Leiters der Moorkulturstation in Sebastiansberg im Erzgebirge. Es wird im folgenden vielfach Gelegenheit sein, auf diese wichtigsten Vorarbeiten einzugehen, und auch anderweitige zerstreute Angaben anzuführen, so daß von einem eingehenderen Literaturreferate am Anfange abgesehen werden kann.

II. Die allgemeinen geographischen Verhältnisse des Erzgebirges.

Das sächsisch-böhmische Erzgebirge ist ein altes, aus Urgesteinen aufgebautes Rumpfgebirge, das auf seiner Nordwestseite, von Sachsen her, ganz allmählich ansteigt, auf seiner Südostseite, infolge Niederbruches der südlichen Hälfte, steil gegen das Eger- und Bielatal in Böhmen abfällt. Sein breiter Kamm bildet eine wellige, gegen Norden geneigte Hochfläche mit wenigen hervorragenden Gipfeln, unter denen die aufgesetzten Basaltkuppen am augenfälligsten hervortreten. Die mittlere Kamm-

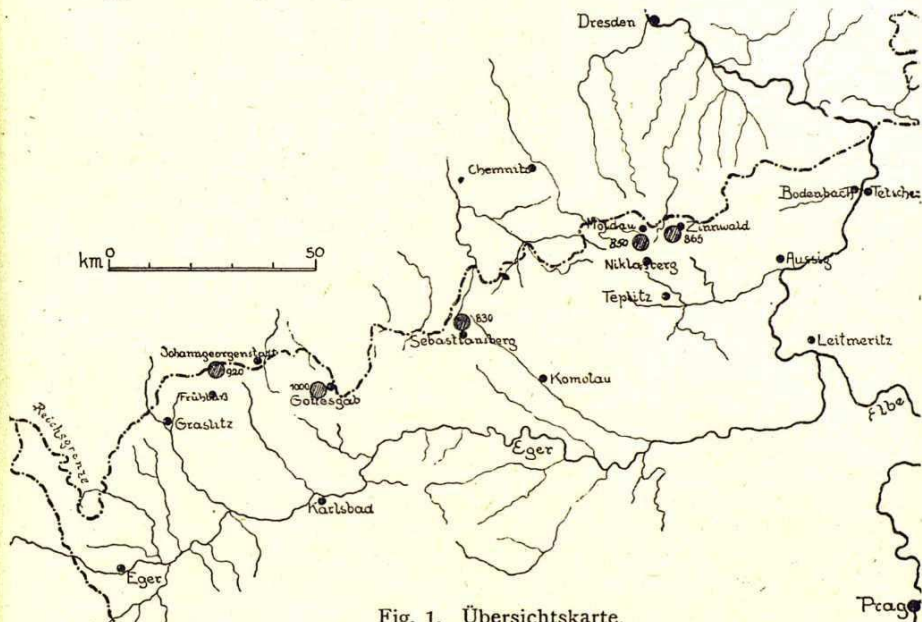


Fig. 1. Übersichtskarte.

Schraffierte Kreise: Die untersuchten Mooregebiete des Erzgebirges.

höhe beträgt 879,44 m, die mittlere Gipfelhöhe 912,74 m. Der westliche Kamm liegt etwas höher, zwischen 900—1000 m, und kulminiert im Keilberg auf der böhmischen Seite mit 1244 m und im Fichtelberg mit 1213 m auf der sächsischen Seite. Der östliche Flügel erreicht durchschnittlich nur etwa 800 m Kammhöhe und sinkt am Nollendorfer Paß auf etwa 600 m. Das Erzgebirge gehört zu den am dichtesten bevölkerten Gebirgen der Erde. Diese dichte Besiedlung erklärt sich historisch durch den einstmals hier blühenden Erzbergbau, keineswegs durch ein besonders mildes Klima und heute noch bildet die Industrie und nicht die Landwirtschaft die Haupterwerbsquelle der Bewohner.

Die untersuchten Moore liegen durchwegs auf der Kammfläche und verteilen sich über die ganze Länge derselben in vier Gruppen, wie beistehende Skizze zeigt.

Die erste Gruppe im Osten umfaßt die Hochmoore „Seeheide“ und „die große Auerhahnbalz“ bei Zinnwald und die „Grünwalder Heide“ bei Moldau (Moldauer Gruppe). Zur zweiten, der Sebastiansberger Gruppe, gehören die „Sebastiansberger Heide“ und die „Neudorfer Heide“ bei Sebastiansberg. Die dritte Gruppe, die höchstgelegene, bildet das Gottesgaber Hochmoorplateau zwischen Fichtelberg und Keilberg, während der „große Kranichsee“ bei Karlsfeld, zwischen Johanngeorgenstadt und Frühbuß, die westlichste Gruppe vertritt.

Das Klima des Erzgebirgskammes sei durch folgende Daten von Stationen aus der Nähe der Untersuchungsgebiete charakterisiert. Sie sind dem Übersichtskapitel einer Arbeit von Straube entnommen, soweit nicht andere Quellen angeführt sind.

A. Temperaturmittel.

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Reitzenhain 772 m . . .	-4,1	-3,7	-1,4	3,9	8,4	12,5	14,2	13,4	10,5	5,3	-1,1	-4,4	4,7 ° C
Oberwiesenthal 927 m . .	-3,7	-3,5	-1,6	3,6	8,1	12,1	13,9	13,1	10,3	5,0	-1,1	-3,8	4,4 ° C
Abertham 890 m	-4,8	-4,1	-1,6	3,5	8,0	11,6	13,5	12,7	9,5	4,7	-1,0	-4,4	4,0 ° C ¹⁾
Gesamtgebiet oberhalb der 700 m Höhenlinie	-4,8	-3,5	-0,8	3,5	7,9	11,7	13,4	13,4	10,2	5,6	0,6	-3,0	4,5 ° C
Am Südfuß des Gebirges: Teplitz-Schönau 228 m . .	-1,5	-0,3	3,2	8,9	13,5	17,2	18,6	17,8	14,4	9,0	2,8	-0,8	8,6 ° C ¹⁾

Die Temperaturverhältnisse sind im allgemeinen noch etwas günstiger als der geographischen Breite und Seehöhe entsprechen würde, günstiger als z. B. in gleicher Höhe in den Sudeten. Es besteht noch ein Wärmeüberschuß, der mit den herrschenden Westwinden erklärt wird.

Die Abnahme der Temperatur mit steigender Höhe beträgt nach Augustin für je 100 m auf der Nordseite des Erzgebirges 0,54°, auf der Südseite 0,58°, doch werden die Temperaturverhältnisse vielfach durch die Bodenform ganz wesentlich abgeändert. So hat Rehefeld, 672 m, zwischen Moldau und Zinnwald mit 4,5° eine niedrigere mittlere Jahrestemperatur als Oberwiesenthal (927 m — 4,6°), das seinerseits wieder begünstigt ist gegenüber dem nahen Gottesgab. Die gleiche mittlere Jahrestemperatur wie am Erzgebirgskamm findet sich in Meereshöhe wieder in der Breite des finnischen Meerbusens und an der Westküste Norwegens in der Nähe des Polarkreises (zitiert nach Straube).

¹⁾ Nach Augustin, zit. nach Domin.

B. Feuchtigkeitsverhältnisse.

Jahresmittel der Niederschlagshöhe.

Frühfuß (909 m): 1007¹⁾, Abertham (890 m) bei Gottesgab: 1116¹⁾, Sebastiansberg (841 m): 824¹⁾, Neustadt bei Moldau (840 m): 920²⁾, Zinnwald (850 m): 1340²⁾, Gesamtgebiet über 700 m: 990 mm³⁾.

Hauptmasse der Niederschläge im Juni—Juli, kleinere Maxima im März und Dezember. Zunahme der Niederschläge mit steigender Höhe für je 100 m Nordseite: 55 mm, Südseite: 60 mm. Am Südfuße des Gebirges, im Egertal, sinkt die mittlere Niederschlagshöhe stellenweise bis auf fast 400 mm¹⁾. Mittlere relative Feuchtigkeit im Gesamtgebiet über 700 m durchschnittlich: 84,5 %, Maximum im Januar 97,7 %, Minimum im Juni 75,4 %, Zahl der Nebeltage 141, Rauhrefitage 34, Dauer der Schneebedeckung 141 Tage. Herrschende Windrichtung W und NW³⁾.

Die lange Schneebedeckung und die bis in den Sommer hinein vorkommenden, im September bereits wieder einsetzenden Fröste bedingen eine verhältnismäßig kurze Vegetationszeit für das Getreide. Hafer und Roggen gelangen in vielen Jahren nicht zur Reife und auch die rechtzeitige Kartoffelernte wird oft durch frühzeitige Schneebedeckung verhindert. Der besonders für die Waldbäume schädliche Rauhref (Anraum) soll in den letzten Jahrzehnten infolge der starken Rauchentwicklung im nordwestlichen böhmischen Braunkohlenbecken noch bedeutend verschärft worden sein und führte seit dieser Zeit oft zu katastrophalen Schneebrüchen in den Wäldern.

Im ganzen also ein rauhes und feuchtes Klima, besonders im Verhältnis zu dem trocken-warmen südlichen Vorland, wenn auch die volkstümliche Bezeichnung „böhmisches bzw. sächsisches Sibirien“ weit übertrieben ist.

Ob das Klima auch heute noch dem Wachstum der Hochmoore günstig ist und als Hochmoorklima bezeichnet werden kann, ist sehr in Frage gestellt. Der Augenschein spricht dagegen. Die Hochmoore entsprechen in ihrer heutigen Verheidung jedenfalls dem Landklimatypus der Hochmoore Potoniés.

Die Vegetationsverhältnisse des Erzgebirgskammes sind vor allem durch D r u d e im „Herzynischen Florenbezirk“ und durch D o m i n ausführlich geschildert worden.

Auf dem welligen Hochplateau des Kammes wechseln ausgedehnte Fichtenwälder mit ausgedehnten Kulturflächen, Feldern und Kunstwiesen, und große mit Knieholz bestandene Hochmoore als vorherrschende Formationen. Dazu gesellen sich die langhalmigen Bergwiesen, die diese Autoren für ursprünglich halten, subalpine Borstgrasmatten, Felsen- und Geröllfluren und andere untergeordnete Gesellschaften, die aber verhältnismäßig nur ge-

¹⁾ Nach Mikolatschek. ²⁾ Nach Studnička. ³⁾ Nach Straube-P. Schreiber.

ringen Raum einnehmen, da die Waldgrenze nur lokal von einigen Hochgipfeln, die Baumgrenze, die *Drude* theoretisch mit 1300—1350 m im Erzgebirge veranschlagt, überhaupt nicht erreicht wird. Auf die Wälder entfallen im Gesamtgebiet oberhalb 700 m nach *Straube* auf der böhmischen Seite 65,2 %, auf der sächsischen 79,5 %. Die Moore nehmen im ganzen Gebirge, einschließlich des Elstergebirges, nach *Männels* Schätzung 10 000 ha ein. Die große Ausdehnung der Kulturformationen in dieser Höhenlage erklärt sich durch die dichte Besiedlung. In den Wäldern hat die Fichte fast die Alleinherrschaft. Im oberen Erzgebirge, etwa in der Höhenlage von Gottesgab, findet sich nur *Sorbus aucuparia* und höchstens ganz vereinzelt eine kümmerliche junge Buche oder ein kleiner Bergahorn eingestreut. Unterhalb von 900 m wird die Beimischung von Buche, Tanne und Bergahorn häufiger, bleibt aber durchaus untergeordnet, so daß man noch nicht von Mischwäldern sprechen kann. Dagegen treten auf dem Südosthang des Gebirges und hier wieder besonders in östlichen Teile zwischen 300—800 m ausgedehnte, fast reine Buchenbestände auf, die z. B. bei Neustadt in der Nähe der Grünwalder Heide auf dem Steilabfall die Kammlinie eben noch erreichen, hier aber wie abgeschnitten sind, mit Wetterwuchs, und auf der Hochfläche selbst dann ganz fehlen. Vereinzelt reine Buchenbestände oberhalb 800 m sind eine Seltenheit, sie finden sich z. B. auf dem Hasberg bei Preßnitz (950 m). Sie bilden nur die Ausnahme von der Regel der vollen Fichtenherrschaft am Kamm.

An die Buchenwaldzone des Gebirgshanges schließen sich dann am Fuße des Gebirges von 300—500 m in kleinen Restbeständen die Charakterwälder des Hügellandes an, mit *Carpinus* und *Quercus* oder Kiefern und Birken. Fichtenforste spielen aber auch hier noch, von der Forstkultur begünstigt, eine große Rolle. *Drude* gibt für die Vegetationsregionen des Erzgebirges im Vergleich mit Harz und Böhmerwald folgendes Schema, das zugleich den Unterschied der Nord- und Südseite des Erzgebirges veranschaulicht.

	Harz	N — Erzgebirge — S		Böhmerwald
Hügelformationen enden bei zirka	400 m	350/400 m	600/650 m	600—750 m
Untere Waldstufe (Buchen- Tannen-Mengwald) . . .	400—650 m	(300)—700 m	600—950 m	(500)—1100 m
Obere Waldstufe (Ob. herzyn. Fichtenwald)	650—1000 m	theoretisch bis 1250 m		1100—1360 m
Übergangsstufe	1000—1100 m	örtlich von 1100—1200 m		1230—1390 m
Subalpine Formationen . .	1100—1142 m	—		1390—1458 m

Die Höhengrenzen liegen also im Erzgebirge etwas tiefer als im Böhmerwald, was sich wohl aus der geringeren Massenerhebung erklärt, und höher als im Harz infolge der südlicheren Lage.

Im Unterwuchs der Fichtenwälder des Kammes herrschen *Vaccinium myrtillus* und *vitis idaea* oder bei größerer Lichtfülle und Feuchtigkeit auch *Calamagrostis villosa*. Von den Charakterstauden der oberen Waldstufe sind im höheren westlichen Kamm *Homogyne alpina*, *Luzula silvatica*, *Athyrium alpestre*, *Ranunculus plataniifolius*, *Mulgedium alpinum* häufig, auf dem östlichen Kamm nur die letzten zwei, an Sträuchern *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia* und *Lonicera nigra*. Für die Bergwiesen des Kammes sind besonders *Meum athamanticum*, *Arnica montana*, bei Gottesgab auch *Sweetia perennis*, ferner *Phyteuma nigrum*, *Gymnadenia albida*, *Thlaspi alpestre* charakteristisch.

Der Feldbau erstreckt sich auch im oberen Erzgebirge noch bis auf die Kammfläche, und zwar vorwiegend Kartoffel, Hafer, Sommerkorn und Futterwiesen. Bei Gottesgab sieht man nur mehr die letzteren. Der Ertrag des Getreidebaues ist freilich, wie erwähnt, sehr fraglich. Das Getreide muß oft genug noch grün geerntet werden.

Die eindrucksvollste Formation des Erzgebirgskammes bilden seine großen Hochmoore. Sie seien gesondert besprochen.

III. Die Moore des Erzgebirges.

Eine ausführliche Darstellung der Moore des Erzgebirges in ihrem heutigen Zustande liegt nicht im Plane dieser Arbeit, welche nur der stratigraphischen und paläontologischen Analyse derselben gewidmet ist. Ein gutes Gesamtbild kann der Arbeit M ä n n e l s entnommen werden.

Die Hochmoore führen volksmündlich im Gebiete der sächsischen Mundart meist den Namen „Heiden“ oder auch „Gesäre“. Auch der Name „See“ findet sich nicht selten. Er dürfte von großen Mooraugen herkommen, auch dort, wo heute kaum mehr ein Kolk zu sehen ist. Der Torf wird im Erzgebirge „Muth“ genannt.

Die Bedingungen für die ausgedehnten Moorbildungen waren bei ihrer ersten Entstehung vor allem orographisch gegeben, in dem welligen Plateaucharakter der alten Rumpffläche des Erzgebirgskammes. Männel unterscheidet im Anschluß an Hazard: 1. Plateaumoores, entstanden in flach-wannenförmigen Vertiefungen über lehmigem Sand und tonigem Lehm, überwiegend Hochmoore; 2. Hangmoore auf flachen, nach Norden gerichteten Hängen und sanft abgedachten Rücken, Unterlage Gehängeschutt und Gehängelehm, entstanden an nassen und quelligen Stellen, vielfach aus versumpften Wäldern hervorgegangen; 3. Talmoore, die wieder in die Talmoore im engeren Sinne, in den Erweiterungen der Bachtäler entstanden, und in die Bachmuldenmoore unterschieden werden, letztere in den flachen Mulden der Ursprungsstellen der Bäche,

Unterlage Wiesenlehm, Wiesenmoore oder auch bereits Hochmoore. Zwischen diesen Moortypen bestehen alle Übergänge und die großen Moore bilden meist einen Komplex verschiedener Typen. Ähnlich teilt Schreiber (6) die Moore des Erzgebirges ein in Hangmoore (Anzahl im böhmischen Erzgebirge: 123), Kammmoore (85) auf flachen Sätteln des Kammes — im folgenden wird der Ausdruck *Sattelmoor* dafür gebraucht —, Muldenmoore (13) und Talmoore (13). Man ersieht aus den beigesetzten Zahlen das unbedingte Überwiegen der Hang- und Sattelmoores. Dabei kann von einer Beschränkung auf eine bestimmte Exposition, wie sie Männel andeutet, nicht gesprochen werden. Die von Köhler behauptete und vielverbreitete Meinung, daß die größeren Moore aus verlandeten ehemaligen Seen hervorgegangen seien, auf die auch der Name der Moore oft noch hindeutet, wird kaum für eines derselben gelten. Sie wird weiter unten am Gottesgaber Hochmoorkomplex noch ausführlicher widerlegt werden. Die Bedingungen für eine Seenbildung waren hier seit der Quartärzeit gar nicht gegeben, da das Erzgebirge, von einem fraglichen Lokalgletscher am Keilberghang abgesehen, dauernd unvergletschert geblieben ist.

Die erste Entstehung der Hangmoore dürfte, wie schon Männel annimmt, auf in breiter Fläche hervorsickerndes Quellwasser zurückzuführen sein, das an Gefällstufen oder an tektonischen Klüften und Grenzflächen zutage tritt und über den Hang herunter rieselt, in kleinen Vertiefungen sich ansammelnd. Die erste Vegetation der hier entstehenden Quell- und Versumpfungsmoore verlangsamt dann weiter den Abfluß des Wassers und führt zum Anstau und zur Stagnation desselben. Auch die Sattelmoores dürften ihrer ersten Entstehung nach Hangmoore sein, die über den Sattel sich ausbreiten.

Von der rezenten Vegetation der Moore geben Sitenký, Männel und Schreiber Artenlisten. Der ganze Vegetationscharakter ist bei Drude (1) und Domin ausführlicher geschildert. Hier soll sie nur nach ihren wichtigsten Konstanten in Kürze beschrieben werden. Die weitaus überwiegende Mehrzahl der Moore sind nach der lebenden Pflanzendecke sowie auch nach der unterlagernden Torfschichte Hochmoore, aber durchwegs im Zustande der Verheidung und Bewaldung mit Knieholz. Die Knieholzbestände werden von *Pinus montana* A. uncinata Willk. (Asch. u. Gr. Syn.) mit ihren Varietäten gebildet, von denen *♂. rostrata* und besonders *♂. rotundata* Willk. (syn. *uliginosa* Neum., *P. obliqua* Saut.) vom Erzgebirge angegeben werden, während *P. montana* B. *pumilio* Willk. (*P. pumilio* Haenke) und *P. m. C. Mughus* Willk. meines Wissens vom Erzgebirge bisher nicht bekannt sind. Diese Unterart der Bergkiefer ist hier durchwegs auf Moorboden beschränkt. Zusammenhängende Knieholzbestände auf mineralischem Boden fehlen dem Erzgebirge noch ganz. Die Moorkiefer erscheint auf unsern Mooren in drei Formen, die Schreiber mit den alpenländischen Namen als Spirke (aufrechter Stamm, im Erzgebirge selten), als Latsche (mehrere auf-

strebende Stämme, so meist auf dem trockneren Randgehänge) und als Kuschel (niedriger Strauch, kaum 1 m, auf der nassen Hochfläche) unterscheidet. Viel seltener treten Fichten als natürliche Bestandbildner auf den Hochmooren auf und sie zeigen dann gewöhnlich bleichgrüne Hungerfarbe. Häufiger sind sie im Randgehänge eingesprengt, ebenso erscheinen *Betula pubescens* und *Sorbus aucuparia* nur vereinzelt.

Die Hochmoore lassen meist die bekannte uhrglasförmige Aufwölbung über ihre Umgebung deutlich erkennen und man kann dann auch hier die Fazies des mehrweniger steilen Randgehanges und der Hochfläche unterscheiden. Ein steiles Randgehänge ist besonders am unteren Ende der Hangmoore deutlich ausgeprägt.

Am Randgehänge ist der Knieholzbestand dicht geschlossen, oft schwer passierbar, die Moorkiefer in Latschenform, oft über mannshoch, im Unterwuchs *Vaccinium myrtillus* und *uliginosum*. Wenn wir uns durch das dichte Gestrüpp hindurch gezwängt und in kurzem steilen Anstieg die Hochfläche erreicht haben, eröffnet sich ein freier Überblick, da die Kiefern immer mehr an Höhe abnehmen und nun als Kuscheln kaum mehr bis an die Kniee reichen und immer schütterer stehen. Die Hochfläche zeigt nun die bekannte bultige Gliederung in trockene Bulte, von dicht wüchsigen *Eriophorum vaginatum* gebildet und dazwischen das Labyrinth der vielfach gewundenen, bald breiteren, bald schmäleren Schlenken, die oft bis $\frac{1}{2}$ m tiefer liegen als der Scheitel der Bulte. Die Schlenken sind bald nackt, bald von Flechtenrasen, Cladonien oder *Cetraria islandica* oder auch von *Calluna* verwachsen. Verhältnismäßig selten erscheint ein Sphagnumrasen, von *Vaccinium oxycoccus*, seltener *Andromeda polifolia* übersponnen. An nasseren Stellen siedeln sich auch Carices an (*C. pauciflora*, *Goodenovi*, *rostrata* usw.). Die Heidesträucher, wie *V. uliginosum*, *Empetrum nigrum* sind vorzugsweise an die Bulte gebunden. Das sind die wenigen Konstanten, die mit großer Eintönigkeit die Pflanzendecke der Hochmoore zwischen den Kuscheln aufbauen. Hier und da treten „Rüllen“streifen auf an natürlichen oberflächlichen Wasserrinnen, in Depressionen der Mooroberfläche zwischen lokalen Aufwölbungen des jüngeren Moostorfes oder auch an verstopften Kanälen. An diesen frischgrünen Stellen gewinnen die Carices, besonders *C. rostrata*, *Goodenovi*, *vesicaria*, *panicea*, *canescens*, *stellulata* die Oberhand mit Sphagneen, Hypnaceen oder *Polytrichum* als Unterschicht. An den nassesten Stellen erscheinen auch ganze Bestände von *Equisetum limosum*, durchrankt von *Potentilla palustris* und *Menyanthes*. Ausgedehnte Kolke (Mooraugen, freie Wasserflächen) sind nurmehr selten. Am schönsten sind sie noch im Kranichseemoor erhalten. Ihre Verlandung erfolgt überwiegend durch Sphagneen der *cuspidatum*-Reihe, häufig auch durch *Carex limosa*. Der floristische Reichtum der Erzgebirgsmoore ist viel geringer als der der Moore des Böhmerwaldes oder gar der Sudeten. Von den selteneren Arten sei nur *Betula nana* erwähnt, die in einigen Mooren, so in der Neudorfer

Heide bei Sebastiansberg, im Reißzechenmoor bei Gottesgab, bei Abertham und Frühbuß noch ganz stattliche Bestände zwischen dem Pinetum bildet.

Über den stratigraphischen Aufbau der Moore und ihre fossilen Pflanzenreste enthalten die Arbeiten von Siten'ský und Männel bereits viele Angaben, in denen die wichtigsten unterscheidbaren Schichten nach ihren Komponenten und ihrem Zersetzungsgrad charakterisiert werden. Die Angaben sind aber zu allgemein gehalten und für weitere Schlüsse noch wenig verwertbar, ebenso ist die Bestimmung der Fossilien schwer kontrollierbar. Unter den angegebenen Fossilresten sind aber die folgenden besonders wichtig. In zahlreichen Mooren des Erzgebirges wurden in den unteren Schichten fossile Haselnüsse gefunden, obwohl dieser Strauch am Kamm des Gebirges heute nicht mehr vorkommt. Siten'ský erwähnt Funde von Hasel (Nüsse und Holz) aus den unteren Schichten von Mooren bei Schönwald, Kallich, Sebastiansberg, der Hasberg- und der Häuselheide bei Preßnitz, Gottesgab, Muthhüttenheide bei Kupferberg und Platten. Ebenso spricht Schreiber von „ganzen Nestern von Haselnüssen, die sich im älteren Waldtorf der Erzgebirgsmoore finden“. Auch viele älteren Angaben, besonders von sächsischer Seite, liegen vor. Laube erwähnt sie auch schon. Die älteste und erste Angabe dürfte wohl die von Carlowitz vom Jahre 1722 sein. Er schreibt (zitiert nach Männel) in seiner *sylvicultura oeconomica* p. 100: „Man saget von einem Exempel, dass in hiesigem Gebürge dergleichen Moth 12 ellen hoch gelegen, und als die Berg-Leute einen Schacht hineingesenket, haben sie Haselnüss-Schalen gefunden, da doch in selbiger Gegend auf etliche Meilen keine Hasel-Stauden zu finden.“ Ihm ist also bereits die bemerkenswerte Erscheinung aufgefallen, daß die Hasel einmal weit über ihre heutigen Grenzen hinaus verbreitet gewesen sein muß. Mit dieser zweihundert Jahre alten Notiz ist zugleich erwiesen, daß das heutige Fehlen der Hasel am Kamm nicht etwa durch die Forstkultur der letzten Jahrhunderte bedingt ist. Siten'ský schließt aus seinen Funden und aus ähnlichen im Riesengebirge (S. 182): „Einige Torfmoore des Riesengebirges und Erzgebirges und wahrscheinlich auch der anderen Gebirge Böhmens entstanden zu einer Zeit, als daselbst noch ein viel milderes Klima herrschte. Dies beweisen die mächtigen Bäume, die sich in den Schichten an Stellen vorfinden, wo heute an der Oberfläche in Gemeinschaft mit verkrüppelten Fichten nur noch das Knieholz wächst, wie auch das Auffinden von Eichen, Buchen, Haselnußsträuchern in Höhen, wo heute diese Bäume und Sträucher nicht mehr gedeihen. Die Grenze des Baumwuchses reichte damals viel höher hinauf als heutzutage.“ Er gibt auch noch an mehreren anderen Stellen den Fund von Holz von *Fagus silvatica* in den untersten Schichten mehrerer Erzgebirgsmoore an, so von der Särichwiese bei Schönwald (750 m), einem Moor bei Kallich, der Häuselheide bei Preßnitz (hier auch ein gut erhaltener Buchenfeuerschwamm). Dieses angebliche frühe Erscheinen der Buche

in den böhmischen Mooren, die sonst in Nordeuropa immer als einer der letzten Bäume nach der Eiszeit einwandert, hat eine Reihe von Forschern, wie Hoops, Hausrath, Podpěra u. a. zu dem Schlusse veranlaßt, daß die Buche während der Eiszeit ein Refugium in Böhmen hatte und von hier aus nach Norddeutschland wieder eingewandert sei. Wie unten nachgewiesen werden wird, ist die Buche auch in Böhmen als einer der letzten Bäume erschienen. Entweder handelt es sich bei den Buchenfunden Sitenškýs um jüngere Moore aus der Buchenzeit oder es liegt eine irrthümliche Bestimmung vor. Männel betont ausdrücklich bei Erwähnung der Funde Sitenškýs, deren Richtigkeit er nicht anzweifelt, daß solche Funde auf der sächsischen Seite niemals gemacht wurden. Die übrigen Angaben Sitenškýs stehen in gutem Einklang mit unsern Befunden.

Der stratigraphische Aufbau und Entwicklungsgang der Moore des Erzgebirges wurde zuletzt von Hans Schreiber in mehreren seiner Arbeiten (so 2, 5) summarisch beschrieben. Er erörtert den Entwicklungsgang an einem Schema, das wir weiterhin als das „Schreibersche Normalprofil der Erzgebirgsmoore“ bezeichnen werden und das auf Tafel XV mit unsern Signaturen wiedergegeben ist. Er stellte die in Menge auftretenden Leitpflanzen der verschiedenen Torfschichten fest und schließt aus ihren heutigen klimatischen Ansprüchen auf den Klimacharakter, der zu der Zeit, als sie diese Schichten aufbauten, geherrscht haben muß. Dabei kommt er zu folgenden Anschauungen vom Entwicklungsgang der Moore und des Klimas (dargestellt u. a. 5, S. 25): Auf die letzte Eiszeit folgte eine mehr trocken-warme Periode, in welcher sich in verschiedenen Auskolkungen der Kammfläche nach dem Abschmelzen der Schneedecke Wasserpfützen ansammelten, die durch Phragmites besiedelt wurden. Es erfolgt Schilftorfbildung, der Riedtorf des Profils. Heute tritt Schilfruchtend und bestandbildend erst 200 m niedriger auf. Außerhalb der Pfützen wuchsen Birken, Kiefern und Fichten. Letztere traf er auch an einigen Stellen auf mineralischem Grund überlagert von Riedtorf. Nach Verlandung der Pfützen siedelten sich Birkenwälder auf den Mooren an (älterer Waldtorf). Mit den Birkenresten finden sich nicht selten ganze Nester von Haselnüssen. Gegenwärtig kommen Hasel wie Birke nur vereinzelt am Kamm vor, aber heute noch in größerer Menge an den niedriger gelegenen, trockneren Hängen des Gebirges. Auf diese erste, mehr trocken-warme Periode, wärmer als heute, folgte eine Klimaverschlechterung. Es bildete sich der „ältere Moostorf“ von Sphagneen und Wollgras. Da das Torfmoos heute nur geringe Ausbreitung auf der Mooroberfläche hat, auf Schlenken und Pfützen zwischen Latschen und Heidekräutern beschränkt ist, muß es damals günstigere Bedingungen für sein Wachstum gegeben haben, so daß es über die Reiser den Sieg davon tragen konnte. Das Klima muß feuchter, kühler und nebelreicher gewesen sein als heute, denn die heutige Verheidung der Moore könne keineswegs nur durch die Entwässerung erklärt werden. Es folgt dann darüber

der „jüngere Waldtorf“, von Latschen und Reisern gebildet, dieselbe Vegetation wie heute. Klima trockener und wärmer als in der vorangegangenen Periode, etwa wie heute. Darüber bildet sich nun wieder Moostorf, der „jüngere Moostorf“, der wieder ein kühles, feuchtes und trübes Klima voraussetzt. Er vergleicht es a. a. O. mit dem der Faeröer heute. Die scharfe Grenze im Zersetzungszustande zwischen älterem und jüngerem Moostorf zeigt an, daß eine längere Unterbrechung im Moorbau während der jüngeren Waldtorfzeit stattgefunden haben muß. Heute wird im Erzgebirge kein jüngerer Moostorf mehr gebildet. Die Latschen und Heidesträucher, die das Moor neuerlich bedeckt haben, bilden nur einen dunklen Rohhumus, den rezenten Waldtorf. Das Klima ist wieder trockener geworden.

Er hat nun diesen Aufbau mit dem der Salzburger Moore verglichen in seiner großen Arbeit über dieses Gebiet (3, 4) und findet, daß sie hier wie dort im wesentlichen ganz gleichen Aufbau zeigen. Natürlich gibt es verschiedene Varianten dieses Entwicklungsganges, die sich aber immer unter gleiche Typen einordnen lassen. Neuerdings ist er auch bei der Aufnahme der Moore des Böhmerwaldes (7) zu gleichen Feststellungen gelangt. Ein großzügiger, von ihm durchgeführter Parallelisierungsversuch der Moore in den verschiedensten Teilen Europas, wie in Norddeutschland, Holland, Dänemark, Schweden, Norwegen, Schottland (3), ergibt ihm, daß der Entwicklungsgang überall in der gleichen Weise verlaufen ist, so daß das Profil der Erzgebirgsmoore und der Salzburger Moore gewissermaßen ein Normalprofil für ganz Europa nördlich der Alpen darstellt. So entspricht z. B. der ältere und jüngere Moostorf dem älteren und jüngeren Sphagnumtorf, der jüngere Waldtorf dem Grenzhorizont in dem bekannten Aufbauschema der Moore Norddeutschlands nach Weber (3, 5). Wir haben auf Tafel XV dieses Schema Webers zum Vergleich neben Schreibers Schema gestellt, mit Verwendung unserer Signaturen. Daher müssen auch die Klimaschwankungen, die diesen Schichtenwechsel bedingt haben, allgemein gewesen sein. Er verknüpft sie mit den Perioden des Eistrückganges nach Penck und Brückner in den Alpen, deren Spuren er in Salzburg bei seinen Mooruntersuchungen leicht verfolgen konnte, und kommt dadurch zu folgender Chronologie:

Die trocken-warme Periode zu Beginn der Moorbildung (Ried- und älterer Waldtorf) entspreche dem Bühl-Gschnitzinterstadium. In Salzburg habe die Moorbildung stellenweise schon im Bühlstadium begonnen. Er erwägt auch den Gedanken, daß die Fichten, die er in Sebastiansberg gleichwie im Leopoldskroner Moor, in Salzburg noch unter dem älteren Riedtorf antraf, noch der Achenchwankung angehören könnten (4, S. 123).

Die kühl-feuchte Periode des älteren Moostorfes war das Gschnitzstadium, jüngerer Waldtorf — Gschnitz-Dauninterstadium, jüngerer Moostorf — Daunstadium. In einer Tabelle wird dieser Parallelisierungsversuch veranschaulicht und auch

noch auf die prähistorischen Perioden, die Schwankungen des Ostseespiegels usw. ausgedehnt. Sie eröffnet weite Aussichten auf die Möglichkeit einer zeitlichen Verknüpfung der verschiedensten Ereignisse der postglazialen Erdgeschichte mit den Horizonten der Moore und dieser untereinander. Wir werden uns mit diesen Anschauungen Schreibeers, die viel Beachtung gefunden haben, auf Grund unserer Untersuchungsergebnisse auseinander zu setzen haben.

Die im Normalprofil angeführten Torfarten können auch durch andere, verwandte vertreten sein. Als häufige Torfbildner des Erzgebirges führt Schreiber außer den obigen noch an: Hypnaceen, Carices, besonders *C. limosa* und *rostrata*, *Equisetum limosum* und *Scheuchzeria palustris*, die, gegenwärtig eine Seltenheit, eine der verbreitetsten Torfarten des Erzgebirges bildet. Sitenaský und Männel hatten sie noch nicht erkannt. Sitenaský gibt stattdessen häufig Juncetumtorf an, von dem wir nichts gefunden haben.

Wir gehen nun zur Besprechung der eigenen Untersuchung über.

IV. Methodik der Untersuchung.

Die leicht erkenntlichen Leitpflanzen der Torfschichten wurden an Ort und Stelle festgestellt und ihre Verbreitung durch die ganze Ausdehnung der Stichwände verfolgt. Zur eingehenderen Untersuchung wurden aus den vorhandenen Torfstichwänden nach Entfernung der Oberflächenkruste schichtenweise Torfproben in der Größe von etwa 1—2 cdm entnommen. Diese wurden dann im Laboratorium zerkleinert und mit 15 % HNO₃ aufgeschlämmt. Die Salpetersäure bewirkt in etwa ein bis zwei Tagen einen völligen Zerfall der Probe in die Einzelbestandteile, vorausgesetzt, daß die Probe bis zur Untersuchung feucht erhalten blieb, und zugleich Aufhellung der Reste. Von dem so gewonnenen Brei wird der Feinschlamm mit einem feinen Haarsieb abgesiebt und für die mikroskopische Untersuchung bereitgehalten, der grobe Rückstand wird neuerlich mit Wasser aufgeschlämmt und dekantiert, wobei sich gewöhnlich schon Früchteln, Samen, Rhizomstücke usw. an der Oberfläche ansammeln. Der Rest wird in großen weißen Schalen unter Wasser aussortiert. Die Aufbewahrung der Fossilien kann in Alkohol erfolgen.

Diese makroskopische Analyse hat im wesentlichen nicht viel Neues von Bedeutung gebracht, es wurde daher das Schwergewicht bald immer mehr auf die pollenanalytische Untersuchung gelegt.

Diese Methode der quantitativen Pollenanalyse bedarf einer eingehenderen Darstellung und kritischen Erörterung, da die bezüglichen schwedischen Arbeiten schwerer für uns zugänglich sind, eine allgemeinere Anwendung der Methode aber auch in unsern Gebieten dringend erwünscht wäre. Die

makroskopischen Fossilien geben uns im allgemeinen nur ein Bild von der Vegetation des Moores selbst, also nur einen sehr kleinen Ausschnitt aus der Gesamtvegetation des Gebietes zu einer bestimmten Zeit. Nur von der unmittelbar umgebenden Vegetation gelangen noch zufällig hereingewehte Teile zur Einbettung und Erhaltung. In Verlandungsmooren finden sich solche formationsfremde Einschlüsse noch am häufigsten, in den Versumpfungs- und Hochmooren sind sie schon recht selten. Um so höher ist das Verdienst *Steenstrups* und seiner Nachfolger zu veranschlagen, daß sie uns schon auf Grund dieser dürftigen Zeugen ein im ganzen zutreffendes Bild der jüngsten Vegetationsgeschichte des Nordens geben konnten. Außer diesen spärlichen und zufälligen makroskopischen Resten hat aber die Umgebungsflora in weitestem Umkreis noch viel konstantere Spuren hinterlassen in Form der fossilen Pollenkörner, des Blütenstaubes, die bekanntlich alljährlich vom Wind in großer Masse über das Land verbreitet und hier als Pollenregen niedergeschlagen werden. Die Pollenkörner, die dabei unter Wasserabschluß geraten, entgehen der Verwesung und bleiben zum Teil vorzüglich fossil erhalten, wenigstens mit ihrer Exine, die ja alle für die Bestimmung notwendigen Struktureigentümlichkeiten trägt und diese im fossilen Zustande oft viel schöner und deutlicher erkennen läßt als im rezenten. Diese gewichtigen Spuren der weiteren Umgebungsvegetation können in jeder beliebigen auch ganz kleinen Probe erwartet werden, sofern nur überhaupt die Bedingungen für ihre Erhaltung vorhanden sind. Es ist von vornherein zu erwarten, daß an der Zusammensetzung des Pollenniederschlages in erster Linie die windblütigen Pflanzen und unter diesen wieder in erster Linie die frei in den Luftraum aufragenden windblütigen Bäume mit großer Pollenproduktion beteiligt sind. In der Tat zeigt die Erfahrung, daß die fossile Pollenflora ganz überwiegend nur aus Waldbaumpollen zusammengesetzt ist, darunter aber auch insektenblütige Arten, wie *Tilia*, während der Pollen der moorbewohnenden Gramineen und Cyperaceen quantitativ ganz zurücktritt. Es sind aber nicht alle Pollenarten fossil erhaltbar. Gefunden und bestimmt wurde von uns der Pollen folgender Bäume und Sträucher: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* und *Salix*. Der Pollen von *Populus* ist in der Regel, wie schon *Weber* angibt, fossil nicht erhalten und wird nur selten von den Autoren angegeben. Ebenso fanden wir *Acer*- und *Fraxinus*-Pollen ähnliche Körner nur spärlich, und auch *Post* gibt an, nur einmal einen *Acer*-Pollen gefunden zu haben. *Fraxinus*-ähnliche Pollenkörner fanden sich vereinzelt auf die Riedtorfschichten beschränkt, obwohl sie, wie etwa *Alnus*, auch in höheren Horizonten zu erwarten gewesen wären. Die Bestimmung erschien uns daher nicht hinreichend gesichert und es wurden diese beiden Pollenarten in die Zählungen nicht mit aufgenommen, ebensowenig der vereinzelt *Rhamnus*-Pollen. Immerhin enthält die Liste die große Mehrzahl aller bei uns bestandbildenden Baumarten unserer Wälder.

Das Vorhandensein oder Fehlen der Pollenkörner bestimmter Baumarten ist schon seit langem bei den Untersuchungen der quartären Lagerstätten fossiler Pflanzen beachtet und zu weiteren Schlüssen verwendet worden. Ein klares Bild der Waldgeschichte bringt aber erst die Beachtung des Mengenverhältnisses der Pollenarten, die quantitative Pollenanalyse neben der qualitativen. So habe ich bei meiner ersten Untersuchung des „Breiten Moores“ in Südböhmen die Gegenwart der Fichte qualitativ aus den vorhandenen Pollenkörnern schon knapp nach Beginn der Moorbildung festgestellt, die Feststellung des Mengenverhältnisses ergab aber dann, daß sie lange Zeit nur ganz sporadisch oder erst in großer Entfernung vorhanden war und erst viel später zur Ausbreitung gelangte, da ihr Pollen erst von einem viel höheren Horizont an häufiger wird und schließlich allen andern überwiegt.

Die Feststellung des Mengenverhältnisses durch Zählung der Pollenkörner wurde bereits von Weber, so in seiner Arbeit über die fossile Flora von Honerdingen angewendet, in Schweden wurde die Methode durch Lagerheim eingeführt. Seit einigen Jahren hat sie hier dann durch den schwedischen Staatsgeologen L. v. Post einen Ausbau erfahren, der ihre Verwertbarkeit und ihre Bedeutung wesentlich erhöht hat. Er hat hierüber in einem Vortrage (1) 1916 Mitteilung gemacht. Die Postsche Methode der quantitativen Pollenanalyse ist seither, ausgehend von seiner Schule, in den nordischen Ländern zu weiter Anwendung gekommen und hierbei nach verschiedenen Richtungen kritisch überprüft und erörtert worden, so außer von Post von Hesselmann, Malmström, Erdtman, Jessen u. a., und es liegt dort bereits ein reicher Erfahrungsschatz in ihrer Anwendung vor, der uns im Laufe unserer Untersuchung, die von selbst schon zur Beachtung der quantitativen Verhältnisse geführt hatte, durch die deutsch geschriebene Arbeit Erdtmans erschlossen wurde.

Die Postsche Methode, der wir uns schließlich voll und ganz angeschlossen haben, da wir uns immer mehr von ihrem Werte überzeugten und eine möglichste Gleichmäßigkeit in der Darstellung der Untersuchungsergebnisse für spätere Vergleichung dringend erwünscht ist, wurde von uns in folgender Weise gehandhabt.

Es wurden von den vorhandenen oder durch Nachgrabung gewonnenen Aufschlüssen — ein Bohrer stand uns nicht zur Verfügung — schichtweise Proben in bestimmten vertikalen Abständen entnommen. Die Größe der Abstände war je nach Bedarf verschieden, von 10—25 cm, eventuell auch mehr, wenn es sich nur um rasche Altersvergleiche handelte. Im allgemeinen ist es natürlich ratsam, die Proben möglichst dicht zu nehmen. Wenn nicht die großen, für die makroskopische Untersuchung bestimmten Torfziegel zur Verwendung kamen, wurden nur kleinere Proben von einigen ccm eingesammelt, indem in die frisch hergestellten Stichwände Glasröhren von etwa 10 cm Länge, ca. 2 cm Durchmesser horizontal eingestochen wurden. Dadurch war jede Verunreinigung der Proben durch Werkzeuge, Hände usw. aus-

geschlossen. Proben von dieser Größe, also etwa 10—20 ccm erwiesen sich als ausreichend. Die Proben wurden dann wie oben mit HNO_3 aufgeschlämmt und aus dem gut gemischten Feinschlamm derselben Präparate in Glyceringelatine angefertigt. Statt der Salpetersäure kann die Probe auch mit ziemlich konzentrierter Natronlauge aufgeköcht werden, wodurch gleichfalls sehr gute Aufquellung und Aufhellung der Reste erzielt wird. Diese letztere Methode empfiehlt sich besonders dann, wenn die Probe bereits vollständig eingetrocknet und erhärtet ist, so daß sie mit Salpetersäure nicht mehr aufgeweicht werden kann. Sie ergibt aber unseres Erachtens nicht so leicht gute Mischproben. J e s s e n wendete auch die Aufhellung mit Oxalsäure nach W e b e r an.

In den so gewonnenen Präparaten wurden dann die bestimm- baren Pollenkörner mittels Kreuztisch bei etwa 200facher Ver- größerung gezählt. Versuche von P o s t und E r d t m a n , die auch von uns mehrfach kontrolliert und bestätigt wurden, haben ergeben, daß es genügt, bis zu 100 Pollenkörnern der in die Zählung aufgenommenen Arten zu zählen. Von da ab, meist schon etwas früher, stellen sich ziemlich konstante Prozentverhältnisse ein, bis auf kleine Schwankungen meist unter 5 %, die auch bei weiteren Zählungen nie ganz vermieden werden können. Vorsichts- halber wurde die Grenze der Zählung bei den grundlegenden Aufnahmen nach dem Vorschlage P o s t s und E r d t m a n s auf 150 erhöht, um auch ganz sporadische Pollenkörner in die Zählung hereinzubekommen.

Aus den gewonnenen absoluten Zahlen werden dann die Prozentzahlen der einzelnen Arten bezogen auf die Gesamtsumme des Waldbaumpollens der oben genannten Arten (*Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Salix* mit Ausschluß von *Corylus*) berechnet. Die Prozente von *Corylus* werden ebenfalls auf diese Summe bezogen. Wenn also eine Zählung z. B. ergab *Pinus* 111, *Betula* 30, *Picea* 6, *Salix* 3 Körner, Summe 150, *Corylus* 27, so waren die Prozente in obiger Reihenfolge: 74, 20, 4, 2 %, Sa. 100, *Corylus* 18 %.

Die Ausschaltung von *Corylus* aus der Gesamtsumme des Waldbaumpollens wird von P o s t damit begründet, daß die Hasel in der Regel nur als Unterholz auftritt und daher den Raum mit andern Gehölzen gemeinsam einnimmt, bei der Ab- schätzung des Raumanteiles daher den Bäumen nicht gleich- gestellt werden kann. Ebenso wie bei *Corylus* kann dann auch die Menge jeder beliebigen andern Pflanzenart im Verhältnis zur Waldbaumsomme ausgedrückt werden, z. B. Ericaceenpollen.

Der wesentlichste Fortschritt, den P o s t s Methode gebracht hat, besteht nun in der graphischen Darstellung der Zählungs- ergebnisse in Diagrammen. Es werden auf einer Ordinate die Proben im Verhältnis ihres Abstandes im Profil, ihrer Tiefenlage, eingetragen, und auf den jeder Probe entsprechenden Abszissen die Prozente der verschiedenen Pollenarten. Die Prozentsätze

der auftretenden Pollenarten in einer Probe bilden das sogenannte „Pollenspektrum“ der betreffenden Probe und des zugehörigen Horizontes. Es zeigt uns in einer Stichprobe die quantitative Zusammensetzung des Pollenniederschlags der Zeit an, in der der betreffende Horizont gebildet wurde. Die Ordinate gibt uns das Profil des Torflagers an der Untersuchungsstelle und bildet zugleich die Zeitachse. Es werden dann die Prozentzahlen jeder Pollenart auf den Abszissen untereinander verbunden, wodurch sich Pollenkurven für jede Art ergeben, die uns den schwankenden Mengenanteil der betreffenden Pollenart an der gesamten Pollenmenge anzeigen. Die Kurvendiagramme geben uns dann ein übersichtliches Bild von den Veränderungen in der Zusammensetzung des Pollenniederschlags der betreffenden Gegend während der Moorbildung, und zwar zeigen sie uns die relativen Veränderungen im Mengenverhältnis an, nicht direkt die Änderungen der absoluten Menge. Sie gestatten dann weiters, das ist ein besonderer Gewinn, eine ziemlich sichere Altersvergleiche verschiedener Horizonte auf Grund des Pollenspektrums derselben und der Gesamtstellung desselben in dem für die betreffende Gegend charakteristischen Diagramm. Am übersichtlichsten werden die Diagramme, wenn die verschiedenen Pollenkurven mit verschiedenen Farben gezeichnet werden. Das ist aber leider der hohen Kosten wegen für die Reproduktion nicht durchführbar, und Post hat dafür konventionelle Zeichen eingeführt, wie sie auch in dieser Arbeit zur Anwendung gekommen sind. In unserer vorläufigen Mitteilung hatten wir andere Zeichen für die Unterscheidung der Kurven angewendet, die, wie wir glaubten, besser den Gesamtverlauf einer bestimmten Kurve überblicken lassen sollten, als die Post'schen Kurven, die man etwas mühsam von Probe zu Probe verfolgen muß. Der Ausfall der Reproduktion hat uns aber nicht recht gegeben, und schon der leichteren Vergleichbarkeit wegen haben wir uns nunmehr ganz an das schwedische Vorbild angeschlossen, auch in der Stellung der Diagramme, obwohl man gewohnheitsmäßig ein Kurvendiagramm lieber in der Querstellung ansieht. Um einen besseren Überblick über den Kurvenverlauf zu gewinnen, würde es sich empfehlen, in den beigegebenen Diagrammen die einzelnen Kurven mit verschiedenen Farben nachzuziehen.

Was dürfen wir nun aus diesen Pollendiagrammen schließen? Die ganze Methode beruht auf der Annahme, daß das Pollenmengenverhältnis im Pollenniederschlag einer bestimmten Zeit in einem bestimmten Verhältnis zu dem tatsächlichen Mengenverhältnis der Baumarten selbst stehen muß. Keineswegs darf erwartet werden, daß das Mengenverhältnis übereinstimmt. Die Pollenmenge einer Art im Pollenniederschlag hängt nicht nur von der Zahl der Individuen, sondern auch von der Größe der Pollenproduktion, von der Entfernung von der Untersuchungsstelle, von der Transportfähigkeit des Pollens ab. Bäume mit größerer Pollenproduktion und großer Transportfähigkeit des Pollens werden im Pollenspektrum überrepräsentiert sein, ebenso die

Bäume, welche in nächster Nähe der Untersuchungsstelle auf dem Moore selbst gewachsen sind. Ich will diesen letzteren Faktor im folgenden als den „lokalen Einfluß“ bezeichnen. Ein solcher lokaler Einfluß kommt bei Proben aus Mooren aber nur für die Arten in Betracht, die auf dem Moore selbst wachsen können, das sind im allgemeinen nur Erle, Birke, Kiefer und Fichte. Andere Gehölze treten hier nur ganz ausnahmsweise auf. Diese lokalen Pollenmengen werden in den Diagrammen natürlich alle andern Kurven herunterdrücken, auch wenn die zugehörigen Arten absolut nicht an Menge abgenommen haben. Wir werden bei Besprechung der Einzeldiagramme Gelegenheit haben, die Bedeutung dieses Faktors abzuschätzen. Es hat sich ergeben, daß er durchaus nicht überschätzt werden darf, daß der lokale Einfluß das Gesamtbild der Entwicklung, die Übereinstimmung der Diagramme, gar nicht wesentlich stört. Bei den Bäumen, welche nicht in unmittelbarer Nähe wachsen, wird sich die Pollenmenge weiter nach dem Grade der Entfernung abstufen. Bäume, welche erst in größerer Entfernung auftreten, werden, auch wenn sie dort große Bestände bilden, doch nur mit ganz niedrigen Prozenten vertreten sein. Bei niedrigen Prozentsätzen kann man nicht ohne weiteres sagen, ob sie von sporadischem Vorkommen in der Nähe oder von großer Entfernung herrühren.

Daneben gibt es noch eine ganze Reihe anderer Fehlerquellen und möglicher Bedenken, die der Reihe nach erörtert werden sollen. Man muß es nur freudig begrüßen, daß sich die schwedischen Forscher nicht durch all dieser möglichen Gedanken Blässe abhalten ließen, die ersten mühevollen Untersuchungen in der Anwendung der Methode durchzuführen.

Es muß vor allem der wohlberechtigte Einwand berücksichtigt werden, daß das Pollenspektrum einer bestimmten Probe ja immer nur eine winzige Stichprobe aus dem Pollenniederschlag darstellt und daß nicht ohne weiteres anzunehmen ist, daß es uns immer ein gutes Durchschnittsbild von der Zusammensetzung desselben gibt. Altersvergleichen auf Grund der Pollenprozentage erscheinen daher anfangs gewagt. Die einzelnen Pollenarten werden nie vollkommen gleichmäßig im Pollenniederschlag eines gleichaltrigen Horizontes verteilt sein. Aber auch hier sind wir im Laufe der Untersuchung zu der Überzeugung gekommen, daß auch diese Fehlerquelle der „ungleichen Verteilung“ den Wert der Methode nicht wesentlich trübt. Beide Fehlerquellen, lokaler Einfluß und ungleiche Verteilung, werden am einfachsten dadurch ausgeschaltet, daß man möglichst viele Proben oder Profile untersucht. Man darf seine Schlüsse nicht auf ein einzelnes Diagramm aufbauen, sondern muß möglichst viele Diagramme untereinander vergleichen und die gemeinsamen Züge aus ihnen herauslesen. Entsprechend kann auch die Altersvergleichen nicht auf Grund der einzelnen Pollenspektren allein erfolgen, sondern man muß ihre Stellung im Gesamtdiagramm ermitteln, wie weiter unten gezeigt werden wird. Um uns ein ungefähres Bild von der Größe der Fehlerquelle der ungleichen Verteilung zu machen,

wurden verschiedene Vergleichszählungen vorgenommen, von denen einige in der Tabelle S. 21 unter a—h wiedergegeben sind.

Tabelle I.

Vergleichsproben.

Probe	Pinus %	Picea %	Abies %	Betula %	Fagus %	Quercus %	Tilia %	Ulmus %	Car- pinus %	Alnus %	Salix %	Corylus %	Größte Differenz
a Gottesgab A IV: Probe 8	12,7	50,0	14,0	2,0	16,0	2,7	0,7	—	—	2	0	5,3	} Fagus 11 %
a' Gottesgab A IV: Probe 8													
b Gottesgab A IV: Probe 2	89,5	—	—	7,6	—	—	1,0	—	—	—	2,0	42,8	} Betula 1 %
b' Gottesgab A IV: Probe 2													
c Gottesgab C: Ober- flächenprobe	19,2	68,2	1,0	3,8	6,7	—	—	—	—	—	—	1,0	} Abies 7,8
c' Gottesgab C: Ober- flächenprobe													
d Kranichsee 12: Mischprobe 3 ccm HNO ₃	5,3	27,3	40,7	0,7	26	—	—	—	—	—	—	—	} Fagus 10,7
d' Kranichsee 12: Stichprobe NaOH													
e Gottesgab A I, -3,70 m: Mischprobe 3 ccm	95,8	0,8	—	1,7	—	—	—	0,8	—	—	0,8	27,0	} Corylus 5 %
e' Gottesgab A I, -3,70 m: Stichprobe													
f Gottesgab A I, -2,40 m: Mischprobe 170 cm ³	15,3	68,0	—	0,7	4,7	4,7	1,3	2,7	—	2,0	—	4,7	} Pinus 9,4
f' Gottesgab A I, -2,40 m: Stichprobe 1 cm ³													
g Gottesgab A I, -1 m: Mischprobe 150 cm ³	16,0	30,7	31,3	—	18,0	—	—	—	2,0	2,0	—	—	} Betula 4,7
g' Gottesgab A I, -1 m: Stichprobe 1 cm ³													
g'' Gottesgab A I, -1 m: Stichprobe 1 cm ³	22,7	49,3	20,0	3,3	4,0	0,7	—	—	—	—	—	0,7	} Fagus 23,5 %
g''' Gottesgab A I, -1 m: Stichprobe 1 cm ³													
h Gottesgab A I, -1 m: unter d. Grenzhorizont	9,4	18,2	47,0	3,0	18,2	1,8	—	—	—	2,4	—	—	} Abies 5
h' wie h, aber 2 m entfernt													

Bei den Beispielen a—c wurden größere Torfproben durch Aufschlammung mit HNO₃ gut durchgemischt und dann je zwei Präparate von verschiedenen Partien des Feinschlammes hergestellt. Die Bezeichnung der Proben bezieht sich auf die bei-

gegebenen Diagramme. Die Pollenprozentage in den Präparaten gleicher Probe zeigen recht geringe Schwankungen, Maximum 11 %. Die Pollenkörner sind in den Mischproben ziemlich gleichmäßig verteilt. Die Präparate d, e, f, g sind wieder mit HNO_3 aufgeschlammten und gut gemischten größeren Proben entnommen (Mischproben). Zur Herstellung der Vergleichspräparate d', e', f', g' wurden dagegen nur kleine Portionen mittels Pinzette den frischen großen Proben vor der Aufschlammung entnommen und mit NaOH aufgequollen (Stichproben). Größte Schwankung 10,7 %. Danach scheinen sogar die Stichproben ein gutes Durchschnittsbild zu geben. Daß das aber nicht immer der Fall ist, zeigen die Präparate g', g'' und g''', Stichproben, die von drei verschiedenen Stellen der Horizontalfläche einer größeren Probe in mehreren Zentimetern Abstand entnommen wurden. Hier haben sich ausnahmsweise bedeutende Schwankungen, am größten bei *Fagus* ergeben, die auf ungleicher Verteilung auch in einer anscheinend gleichaltrigen Schichte beruhen müssen. Es werden daher Mischpräparate aus größeren Proben immer empfehlenswerter sein, und zwar müssen die Präparate in horizontaler Richtung möglichst groß sein, da sonst mehrere Altershorizonte vermischt werden. Die Präparate h und h' stammen aus einem gleichen Horizont, der Unterkante des jüngeren Waldtorfes, in gegenseitiger Entfernung von mehr als 2 m. Sie stimmen sehr gut überein. Von dem einen Ausnahmefall abgesehen, liegt die Differenz also in der Regel unter 10 %. Ich möchte nach der Summe aller Erfahrungen die Größe des Fehlers, die sich aus ungleicher Verteilung ergibt, im Durchschnitt mit etwa 10 % veranschlagen, d. h. Schwankungen der Pollenprozentage innerhalb dieser ungefähren Fehlergrenze müssen nicht notwendig eine Änderung in der Waldzusammensetzung anzeigen, sondern können auch rein zufällig sein. Wenn solche Schwankungen, oder auch kleinere, aber konstant in den verschiedenen Diagrammen einer Gegend an gleicher Stelle wieder erscheinen, wird ihnen natürlich Beachtung zu schenken sein. Ebenso wird auch hier der Vergleich verschiedener Diagramme anzeigen, ob größere Schwankungen zufällig oder konstant sind. Daß auch diese Fehlerquelle nicht zu sehr ins Gewicht fällt, zeigt auch hier wieder die zum Schluß resultierende gute Übereinstimmung der Diagramme, die nicht hätte zustande kommen können, wenn die zufälligen Schwankungen großen Umfang hätten. Sie machen sich natürlich in den jüngeren Schichten mit geringen Differenzen der Pollenprozentage viel fühlbarer als in den älteren mit weniger Arten und großen Unterschieden. Das zeigen auch die obigen Beispiele.

Um zu überprüfen, inwieweit das Pollenspektrum d. i. die Zusammensetzung des Pollenniederschlags, die tatsächliche Waldzusammensetzung widerspiegelt, ist das nächstliegende Mittel, die Pollenflora lebender Moosrasen, die der Gegenwart entstammen muß, mit der gegenwärtigen Waldzusammensetzung zu vergleichen. Solche Untersuchungen von „rezenten Oberflächen-

proben“ wurden von den Schweden, besonders Post und Erdtman, bereits in großem Maßstabe durchgeführt. Erdtman hat in Südwestschweden die Profile und Oberflächenproben von mehr als 60 Mooren untersucht und zugleich eine Waldkarte des Gebietes ausgearbeitet und nun die Pollenspektren der Oberflächenproben mit dieser verglichen. Er fand in den Oberflächenproben zwei pollenfloristisch ganz voneinander abweichende Typen. Der erste Typus umfaßt die Oberflächenproben von der Hochfläche der Moore, aus wachsenden Sphagnumrasen, aus dem Wurzelgeflecht der lebenden Moorsträucher, von der Oberfläche der Bulte und aus Moospolstern auf mineralischem Boden. Der zweite Typus stammt von der Oberfläche nackter Schlenken und der obersten Schichte von submerser Detritus.

Die Pollenflora des ersten Typus entspricht gut der heutigen Waldzusammensetzung. Die Schwankungen in der Zusammensetzung der Pollenflora stehen in Zusammenhang mit den Verschiedenheiten der Wälder in der Umgebung der einzelnen Moore. Die Arten, welche heute im Gesamtgebiet dominieren, dominieren auch in der Durchschnittsprobe aller Proben von Typus 1. Es ergeben sich aber nach Erdtman folgende Einschränkungen und Erfahrungen. Kiefer und Fichte sind in der Pollenflora immer überrepräsentiert im Verhältnis zu ihrem tatsächlichen Mengenanteil, und zwar Kiefer stärker als Fichte. Eiche und Buche sind stark unterrepräsentiert, Eiche mehr als Buche. Es ergibt sich etwa die Reihe: Kiefer > Fichte > Buche > Eiche, welche absteigend die Pollenproduktionsgröße wiedergeben dürfte und mit den Erwartungen ja im Einklang steht. Der Eichenpollen erreicht selbst an der Oberfläche von Mooren, welche in unmittelbarer Nähe von großen Eichenwäldungen lagen, nur 8,5 %. Erdtman schließt daraus, daß die Eiche, wenn sie in älteren Horizonten mit 20—30 % erscheint, damals tatsächlich eine großartige Verbreitung gehabt haben muß.

An der Zusammensetzung der Pollenflora waren auch entferntere Wälder noch mit beteiligt. So zeigte ein Moor, das etwa 4 km von der Fichtenwaldgrenze entfernt war, noch 14 % *Picea*-Pollen, ein anderes, $3\frac{1}{2}$ km vom nächsten Buchenwald entfernt, ergab noch 11 % Buchenpollen. Das war allerdings ein Ausnahmefall, der von Erdtman durch die besonderen topographischen Verhältnisse und die Windrichtung erklärt wird. Ein weiter Ferntransport über 100 und mehr Kilometer zeigte sich nicht an, da *Carpinus*, die im Gebiet nicht mehr vorkommt, auch in keiner Probe vertreten war.

Die Oberflächenproben des zweiten Typus (Schlenken und submerser Detritus) zeigen keine gute Übereinstimmung mit den heutigen Wäldern. Die Laubholzprocente, besonders *Alnus*, *Betula*, Eichenmischwald, *Corylus*, waren verhältnismäßig zu hoch. Erdtman konnte aber zeigen, daß diese Pollenflora ganz jener entspricht, welche in den Bulten in größerer Tiefe, etwa 80 cm tief, auftritt, gerade ungefähr im Niveau der Schlenken,

und schließt daraus, daß sie eine ältere Pollenflora darstellt. Die Torfbildung ist hier in einer früheren Zeit zum Abschluß gekommen, während die Bulte noch weiter wuchsen, eventuell hat sogar eine Denudation in den Schlenken stattgefunden, An-

Tabelle 2.

Proben	<i>Pinus</i> %	<i>Picea</i> %	<i>Abies</i> %	<i>Betula</i> %	<i>Fagus</i> %	<i>Alnus</i> %	<i>Quercus</i> %	<i>Tilia</i> %	<i>Ulmus</i> %	<i>Carpinus</i> %	<i>Saxif.</i> %	<i>Corylus</i> %	Absolute Summe
A. Oberflächenproben.													
Gottesgab:													
1. Sphagnumrasen auf Min. Boden im freien Feld	19,5	64,5	3,5	4,0	6,0	0,5	1,0	0,5	—	—	0,5	1,0	200
2. Sphagnumrasen auf dem Hochmoor, Pinetum	30,0	38,0	12,0	9,3	5,3	0,7	—	—	0,7	3,3	0,7	2,0	153
3. Hochmoor, rezente Wurzelschicht	28,6	59,0	7,6	—	2,9	0,9	—	0,9	—	—	—	—	105
4. Schlenke im Hochmoor, — 1 cm	20,0	60,0	3,3	2,7	6,7	2,7	3,3	0,7	—	—	0,7	5,3	158
Kranichsee:													
5. Sphagnumpolster im Hochmoor	71,3	20,7	2,0	3,3	0,7	0,7	0,7	—	0,7	—	—	0,7	151
Sebastiansberg:													
6. Sphagnumpolster im Hochmoor, — 0—6 cm	74,0	16,0	—	4,6	1,3	2,0	0,7	—	0,7	—	0,7	0,7	151
7. Eriophorum-Bult — 0—12 cm .	61,3	30,0	2,7	2	2,7	1,3	—	—	—	—	—	—	150
8. Schlenke a im Hochmoor, — 0—1 cm	35,5	60,0	0,9	0,9	1,8	—	0,9	—	—	—	—	—	110
9. Schlenke a im Hochmoor, — 0—3 cm	46,5	32,5	8,0	3,5	6,0	0,5	1,5	—	—	—	1,0	0,5	200
10. Schlenke b im Hochmoor, — 0—1 cm	42,7	47,3	2,7	2,0	3,3	—	1,3	—	—	0,7	—	—	150
11. Schlenke b im Hochmoor, — 0—3 cm	51,3	30,0	6,0	2,0	8,0	—	1,3	0,7	—	—	—	0,7	151
12. Neudorfer Heide, Sphagnumpolster, — 0—6 cm	27,3	62,0	2,6	6,0	0,7	0,7	—	0,7	—	—	—	1,3	152
13. Neudorfer Heide, Polytrichumpolster, — 0—6 cm	29,3	57,3	2,7	5,3	2,7	2	—	0,7	—	—	—	1,3	152
14. Ochsensteich, Polytrichumpolster	23,3	70,0	3,3	0,7	2,7	—	—	—	—	—	—	1,3	152
Grünwalder Heide:													
15. Sphagnumrasen auf Bult, Hochmoor, Pinetum	59,2	24,0	2,4	10,2	1,2	1,2	0,6	—	—	0,6	0,6	3,6	173
16. Schlenkenoberfläche	57,5	33,0	1,6	3,2	3,2	0,8	—	—	—	0,8	—	2,4	120
17. Schlenke, — 1 cm	56,7	27,3	9,3	2,7	1,3	0,7	1,3	—	0,7	—	—	1,3	152
18. Sphagnumpolster im Wiesenmoor	31,3	33,5	9,7	4,5	8,0	2,2	5,1	1,7	—	—	0,6	3,4	176
19. Sphagnumpolster im Wiesenmoor	44,0	35,0	2,0	15,0	—	1,0	—	—	—	—	—	1,0	101
20. Durchschnitt 1—19	42,6	42,6	4,0	4,3	3,4	0,9	0,9	0,3	0,1	0,3	0,4	1,4	—
B. Subrezente Proben.													
I. Grünwald, Wiesenmoor Grund, — 50 cm	19,1	45,5	22,7	0,9	9,1	—	—	0,9	—	—	—	1,8	176
II. Grünwald, Schlenke	21,8	34,5	34,5	3,6	3,6	0,9	0,9	0,9	—	—	—	0,9	111

nahmen, die mit der Vorstellungsweise über die Entstehung der Bulten und Schlenken ja gut im Einklang stehen. Streng genommen werden diese Oberflächenproben Mischproben aus älterer und rezenter Pollenflora sein. Die Ablagerung der Gegenwart bildet hier eine so dünne Schicht, daß sie von den nackt zutage tretenden älteren Horizonten nicht gesondert werden kann.

Auf die Möglichkeit anderer Deutungen dieser Erscheinungen komme ich noch unten zurück. Es sei nun zunächst das Ergebnis eigener Oberflächenprobenuntersuchungen vom Kamme des Erzgebirges angeschlossen.

Die Zusammensetzung der Wälder des Erzgebirges wurde bereits früher besprochen. Sie läßt sich kurz zusammenfassen: Auf dem Kamme in der Umgebung der Moore nur Fichtenwälder, Buche und Tanne nur vereinzelt eingesprengt, auf den Mooren selbst Bestände von *Pinus montana*, vereinzelt *Betula pubescens*. Buchen- und Tannenwälder erst in einer Entfernung von etwa 4 km am Hange des Gebirges; *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Alnus* erst in den tieferen Lagen des Gebirges häufiger.

In Tabelle 2, S. 24, sind 19 untersuchte Oberflächenproben vom Gebirgskamm wiedergegeben. Die Durchschnittsprobe derselben, Nr. 20, zeigt: entschieden dominierend Fichten- und Kiefernpollen, also jene beiden Arten, welche dort tatsächlich dominieren. Die Kiefer ist dabei überrepräsentiert, da die Proben größtenteils aus dem Pinetum der Moore entnommen sind (lokaler Einfluß, größere Pollenproduktion). Es folgen dann im weiten Abstände die Arten, welche auch räumlich nächst anschließend Bestände bilden und in der Nähe vereinzelt auftreten, Buche und Tanne. Tannenprozent im Verhältnis zur Buche etwas zu hoch (Pollenproduktion). Die niedrigen Birkenprozent entsprechen dem sporadischen Auftreten in der Nähe. Dann folgen die Baumarten, deren Hauptverbreitung noch weiter entfernt liegt und auf die tieferen Lagen des Gebirges beschränkt ist, die in der Nähe der Moore ganz fehlen. Sie bleiben im Durchschnitt unter 1%; nur die reich stäubende Hasel geht etwas darüber. Wir sehen, daß auch hier die Durchschnittsprobe tatsächlich ein zutreffendes Bild der Waldzusammensetzung in der weiteren Umgebung der Moore gibt. Das Pollenspektrum des Kammes umfaßt auch noch die Baumarten der tieferen Lagen des Gebirges, soweit sie bei den Zählungen in Betracht gezogen wurden. Ihr Mengenverhältnis ist nach dem Grade der Entfernung genau abgestuft.

Im einzelnen sei zu den Proben folgendes bemerkt:

Von besonderem Interesse ist die Probe 1, die aus einem Sphagnum-Polytrichumpolster in einem Junceto-Molinietum bei Gottesgab, 1000 m S. H., im freien Feld stammt. In der Nähe waren nur *Sorbus aucuparia*. Andere Bäume und der Waldrand

waren etwa 1 km weit entfernt. Der Moosrasen war direkt vom Mineralboden unterlagert. Hier war also jeder lokale Einfluß, wie auch eine Vermischung mit älteren Pollenfloren ausgeschlossen. Fichtenpollen dominiert, den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend, weitaus. Kiefer ist hier, da lokaler Einfluß ausgeschaltet ist, viel niedriger als in der Durchschnittsprobe, aber immer noch etwas höher als ihrem Raumanteil in der Umgebung entspricht, was wieder größere Pollenproduktion anzeigt. Buche und Tanne sind erst in einer Entfernung von mindestens 5 km in der Luftlinie häufiger eingesprengt, in der nächsten Umgebung fehlen sie in blühreifen Individuen gänzlich. Sie sind trotzdem noch mit 6 bzw. 3,5 % im Pollenspektrum vertreten. Von Eiche, Linde, Ulme, Erle zeigen sich ganz vereinzelte Individuen in einer Entfernung von etwa 4 km südlich Gottesgab, in dem vom Kamme herabziehenden Tal oberhalb Joachimstal, etwas häufiger werden sie erst weit unterhalb in 7—10 km Entfernung. Sie sind trotzdem noch gleichwie *Carpinus* und *Corylus* in den Gottesgaber Proben vertreten, so daß wir hier den vagen Begriff der weiteren Umgebung, die an der Bildung der Pollenspektren noch mitbeteiligt ist, mit etwa 7—10 km umgrenzen können.

Die Probenserie der Tabelle umfaßt sowohl Bult- wie Schlenkenproben. Einen so deutlichen Unterschied zwischen diesen beiden Probenarten, wie ihn Erdtman fand, kann man hier keinesfalls feststellen. Nach Erdtman würde man hier auf einen geringeren Altersunterschied zwischen Bulten und Schlenken schließen müssen. Immerhin zeigen auch hier die Proben mit zunehmender Tiefe eine Steigerung der Buchen- und Tannenprozentage, besonders der letzteren; vergleiche die Proben 6 und 7, 8 und 9, 10 und 11, 16 und 17. Es wird unten nachgewiesen werden, daß Buche und Tanne in der vorangegangenen Periode eine viel größere Verbreitung auch auf dem Kamme des Gebirges hatten. Es hat somit den Anschein, daß wir auch hier in geringer Tiefe bereits auf ältere Pollenfloren stoßen, besonders in den Schlenken. Die subrezentenen Proben I und II zeigen besonders deutlich die Steigerung der Abiesprozentage. Aber auch einige Proben des ersten Typus, z. B. 2, 18 weisen recht hohe Abies- und Fagusprozentage auf. Vielleicht findet auch gelegentlich eine Vermischung älterer und rezenter Pollenflora in den Sphagnerasen statt, etwa durch den kapillaren Aufstieg des Wassers. Im allgemeinen liegen aber doch die Schwankungen der Prozentsätze in den Oberflächenproben beider Typen noch durchaus innerhalb der oben abgeschätzten Fehlergrenze der „ungleichen Verteilung“, und ich habe daher bei der Berechnung der Durchschnittsprobe keinen Unterschied zwischen den beiden Typen gemacht, zumal auch Probe 1 auf Mineralboden noch 6 % Fagus enthält. Die Frage bedarf noch weiterer Untersuchungen. Die größten Schwankungen zeigen sich im Mengenverhältnis von *Pinus* und *Picea*. Darin prägt sich der lokale Einfluß aus. Der Kiefernpollen gewinnt dann ein bedeutendes Übergewicht, wenn die Probe direkt im Pinetum des Moores

eingesammelt wurde, z. B. 5, 6, 7, 15. Die Fichte kann aber auch dann noch ihre Dominanz behaupten, wenn das Moor geringere Ausdehnung hat, von Fichtenwald dicht umrahmt ist oder die Probestelle nahe dem Moorrande lag (2, 3, 12, 13).

Die absolute Pollenzahl der Oberflächenproben ist viel geringer als die der fossilen, und man muß viele Präparate durchzählen, um die 150 Körner zusammenzubringen. Das ist leicht verständlich. Eine gleichgroße Torfprobe hat zu ihrer Bildung einen viel längeren Zeitraum erfordert als der rezente Sphagnumrasen. Der Jahreszuwachs des Sphagnetums beträgt nach Webers Schätzung etwa 2,5 cm, der des Torfes aber nur 1—2 mm. Dafür werden uns aber die Torfproben einen viel besseren Durchschnitt des Pollenniederschlages einer längeren Zeit geben, in dem die kurzperiodischen Schwankungen, z. B. infolge der Samenjahre, ausgeglichen sind. Das mag die über Erwartung große Übereinstimmung gleichaltriger fossiler Pollenspektren mit erklären.

Wir haben also gesehen, daß die Oberflächenproben die heutige Zusammensetzung der Wälder nach einigen Korrekturen (Pollenproduktion) gut wiedergeben in einem weiteren Umkreis, der für Gottesgab etwa mit 7—10 km abgeschätzt werden konnte und auch die tieferen Gebirgslagen noch umfaßt. Innerhalb dieses Umkreises sind die Pollenmengen nach dem Grade ihrer Entfernung abgestuft. Wir können etwa die lokale Flora und die der nächsten Umgebung (Fichte, Kiefer) der der weiteren Umgebung gegenüberstellen und entsprechend lokalen und weittransportierten Pollen unterscheiden.

Wir müssen nun aber auch noch mit der Möglichkeit rechnen, daß auch aus viel größerer Entfernung, etwa über Hunderte von Kilometern Pollen zugetragen werden. Die Bedeutung dieses „Ferntransportes“ für die Zusammensetzung der Pollenspektren, kann bei uns im Zentrum Mitteleuropas nicht überprüft werden. Daß ein solcher besteht, folgt nicht nur aus theoretischen Erwägungen (s. Schmidt), sondern ist auch praktisch erwiesen. So fand Jessen (2) in Moorproben der baumlosen Faeröer noch Pollen von *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Pinus* und selbst *Tilia*, der über 400 km weit hergeweht sein muß. Interessante Versuche wurden von Hesselmann angestellt. Er hat auf Feuerschiffen auf hoher See im Bottnischen Meerbusen in 5 $\frac{1}{2}$ Meilen Entfernung vom Festland in Petrischalen, die mit in Glycerin getränktem Filterpapier ausgelegt waren, vom 16. Mai bis 28. Juni noch 56 075 Pollenkörner, überwiegend von Fichte, Kiefer und Birke aufgefangen. Es ist also auch die Quantität des ferntransportierten Pollens noch recht beträchtlich. Er berechnet, daß dieser ferntransportierte Pollen noch einige ganze Prozente im Pollenspektrum einer bewaldeten Gegend erreichen kann. Post hat in einer interessanten, an den Vortrag Hesselmanns anschließenden Diskussion hierzu Stellung genommen. Auf Grund seiner eigenen Erfahrungen schreibt er dem Ferntransport nur eine ganz untergeordnete Bedeutung zu. Er hat

bei Untersuchungen von Oberflächenproben in größerer oder geringerer Entfernung von der Fichten- und Buchengrenze, auch bei Beachtung der herrschenden Windrichtungen nichts von einem Ferntransport von Fichten- oder Buchenpollen über größere Entfernungen feststellen können und ist geneigt, die niedrigen Pollenprozentage in den fossilen Pollenspektren auf sporadisches Vorkommen in der weiteren Umgebung des Moores zurückzuführen. Daran knüpft er sehr weittragende, zum Teil umstürzlerische Schlüsse, auf die später noch einzugehen sein wird. Es ist in der Tat anzunehmen, daß der Fernpollen in einer dicht bewaldeten Gegend von dem Lokalpollen sozusagen erstickt wird und quantitativ nicht mehr zum Vorschein kommen wird. Wenn aber die Gegend waldarm ist, dann wird er notwendig viel mehr ins Gewicht fallen und höhere Prozente erreichen. Diese Möglichkeit besteht aber gerade für die ältesten Horizonte unserer Moore, für die die Frage, ob Ferntransport oder sporadisches Vorkommen in der Nähe von ausschlaggebender Wichtigkeit ist.

Sind wir bisher zu dem Ergebnis gekommen, daß die rezenten Pollenspektren die Waldzusammensetzung der Umgebung im allgemeinen gut wiedergeben, so besteht nun noch die Denkmöglichkeit, daß der Pollenniederschlag in seiner Zusammensetzung im Laufe der Zeit wieder verändert werden kann. Das könnte sich in erster Reihe ergeben durch eine verschiedene Resistenzfähigkeit der verschiedenen Pollenarten. Daß eine solche besteht, beweist ja die Nichterhaltung von Pappel- und Ahornpollen. Wir werden sehen, daß die Pollenflora in den Profilen nach unten hin mehr und mehr verarmt. Das könnte nun darauf beruhen, daß die verschiedenen Pollenarten verschieden lang erhaltbar sind, wenn auch nicht alle Erscheinungen damit erklärt werden können. Aber auch hier sprechen die Erfahrungen gegen diese Denkmöglichkeit. Vor allem sei hier auf die diluvialen Moore hingewiesen, die noch alle in Betracht kommenden Pollenarten enthalten, trotz ihres viel bedeutenderen Alters. So fand Weber (1) im Interglazial von Honerdingen in den mittleren Schichten reichlich Pollen von *Abies*, *Carpinus* u. a., während sie hier auch nach oben hin wieder verschwinden. Wenn eine wesentlich verschiedene Resistenzfähigkeit der Pollenarten bestünde, dann müßte auch das Pollenspektrum von gleichaltrigen, aber verschiedenen stark zersetzten Schichten verschieden sein. In einem stark zersetzten, erdig-bröckligen Waldtorf müßten die minder resistenzfähigen Arten auffällig geringer vertreten sein, das ist nicht der Fall. Erdtmann hat schon gezeigt, daß sich immer dieselben Diagramme in einer bestimmten Gegend ergeben, so mannigfaltig auch der Wechsel in der Schichtenfolge sein mag. Wir sind zu gleichem Ergebnis gekommen. Schließlich sind die pollenanalytisch festgestellten Perioden der Waldentwicklung in Nordeuropa ja auch durch die makroskopischen Reste hinreichend belegt.

Malmström hat dann auch noch auf die Möglichkeit hingewiesen, daß die Pollenflora auch durch den Regen, der ein-

zelne Körner in tiefere Lagen herunterspült, sekundär verändert werden kann. Versuche mit Braunsteinpulver, das auf die Mooroberfläche ausgestreut und dann in tieferen Lagen wieder nachgewiesen werden konnte, schienen dafür zu sprechen. Er verwies auch auf die verschiedene Schwimmfähigkeit der Pollenarten, die besonders für submers gebildete Schichten, z. B. für die Schlenkenproben Erdtmans in Frage käme. Alle diese Denkmöglichkeiten können nicht ganz ausgeschlossen werden. Aber daß diese Faktoren nicht von großer Bedeutung sein können, beweist immer wieder die gute Übereinstimmung der Pollendiagramme von Mooren einer Gegend, die unter den verschiedensten Bedingungen ihren Entwicklungsgang durchlaufen haben, wie sie nunmehr sowohl im Norden als auch bei uns festgestellt ist. Wir werden das noch im folgenden zu erweisen haben.

Bei der Ausdeutung der Pollendiagramme darf nicht vergessen werden, daß sie immer nur das relative Mengenverhältnis anzeigen. Wenn die Pollenmenge einer Art steigt, werden die übrigen Arten prozentuell herabgesetzt und ihre Kurven sinken, ohne daß sie deswegen absolut an Menge abgenommen haben müssen. Die betreffende Art kann ja auf freiem Raume, z. B. auf der Mooroberfläche, an Ausbreitung gewonnen haben, ohne Verdrängung der andern. Es wäre natürlich sehr wünschenswert, wenn man auch die Schwankungen der absoluten Mengen der Arten angeben könnte. Dies ist aber nur in grober Schätzung möglich. Es würde nichts nützen, würde man auch etwa an Volumen oder Gewicht immer ganz gleiche Torfmengen für die Proben verwenden, da, abgesehen von der technischen Schwierigkeit, die Pollendichte in den Proben auch von dem Zersetzungs- und Verdichtungsgrad des Torfes abhängt. Bei gleicher Stärke des Pollenregens muß in stärker verdichteten Torfarten die Pollenkonzentration größer sein als in wenig verdichteten, wie schon bei den Oberflächenproben erwähnt wurde, da hier gleiche Volumina oder wahrscheinlich auch Gewichte einem viel längeren Zeitraum entsprechen. Erdtman gibt auch an, daß stark zersetzter Sphagnumtorf gewöhnlich pollenreicher ist, als schwach zersetzter. Wir fanden das allerdings nicht immer bestätigt. Das rührt aber wieder von unserer Methode her. Bei der Aufschlammung mit HNO_3 geht bei stark zersetzten Proben immer eine große Menge von Gewebesplintern und amorphen Huminstoffen mit in den Feinschlamm ein, der das Haarsieb passiert, während bei den schwach zersetzten Proben z. B. vom jüngeren Moostorf, fast nur die anhaftende Mikroflora und Fauna abgeschlammmt wird. Im Filterrückstand bleibt daher nur diese zurück, während bei stärker zersetztem Torf die Pollen- und Mikroflora verdünnt ist durch die reichlich beigemischten Huminstoffe des Filterrückstandes. So ergeben sich eine Menge von Komplikationen, die eine Schätzung der absoluten Schwankungen erschweren. Wünschenswert ist es trotzdem, daß immer die Gesamtzahl der gezählten Körner („Abs. Summe“ in unseren Tabellen) und die Pollendichte, d. h. die Zahl der Pollenkörner

per Flächeneinheit angegeben wird, wie es auch die nordischen Forscher vielfach tun, um eine Schätzung zu ermöglichen. Als Flächeneinheit verwendete ich zunächst eine Gesichtsfeldreihe und bestimmte die durchschnittliche Zahl der Pollenkörner in einer solchen und rechnete sie dann um auf die Deckglasgröße 18×18 mm, da nicht immer ganze Präparate durchgezählt werden brauchten.

Zum Schlusse dieses Kapitels sei noch eine kurze Beschreibung der gezählten Pollenarten gegeben, teils zum Belege unserer Bestimmungen, teils um andern die Vorarbeiten zu derartigen Untersuchungen zu erleichtern und so der Methode zu möglichster Verbreitung zu verhelfen.

Die fossilen Pollenkörner zeigen sich nach der Behandlung mit HNO_3 oder NaOH etwas aufgequollen und abgerundet, und lassen in dieser für die Bestimmung günstigen Form leicht alle Struktureigentümlichkeiten erkennen. Viele derselben sind aber im fossilen Zustande etwas verkleinert gegenüber den rezenten, ein Umstand, der mich seinerzeit (R. 1917 S. 114) davon abhielt, die Bestimmung der Faguskörner für gesichert zu halten. Rezente Pollenkörner von *Fagus* zeigten aber nach Behandlung mit konzentrierter H_2SO_4 gleichfalls eine Verkleinerung, und Herr Prof. C. A. Weber hat es uns auch bestätigt, daß die fossilen Körner häufig etwas kleiner sind. Wir verdanken Herrn Prof. Weber wertvolle Aufklärungen für die anfangs schwierige Unterscheidung einiger sehr ähnlicher Pollenarten, wie die von *Betula* und *Corylus*, *Picea* und *Abies*, *Quercus* und verwandter Typen. Auch die Bestimmung des Faguspollens wurde uns von ihm bestätigt. Man bringt die rezenten Pollenkörner am besten durch Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure, die ähnlich wie die Vertorfung alles bis auf die Exine zerstört, in eine dem fossilen Zustande ähnliche und vergleichbare Form. In Figur 2 sind die gezählten Pollenarten alle in gleichem Maßstabe, bei gleicher Vergrößerung im fossilen Zustande mit dem Zeichenapparat gezeichnet, dargestellt.

Pinus sp. — Geflügelte Pollenkörner, wie aus der Figur ersichtlich, von *Picea* und *Abies* leicht durch die bedeutend geringere Größe zu unterscheiden. Breite des ausgebreiteten Kornes inkl. Flügel ca. $50\text{--}68 \mu$, Höhe des Flügels $23\text{--}46 \mu$ (die Maße gelten immer für den fossilen Zustand). Eine Unterscheidung der Spezies ist nicht möglich.

Picea excelsa Lk. (Fig. 2, 2 a, β , γ) und **Abies alba** Mill.: (Fig. 3, 3 a, β , γ): Die Unterscheidung dieser beiden Arten erscheint nur anfangs schwierig, nach einiger Erfahrung kann man sie oft schon in Bruchstücken unterscheiden. Die Abieskörner sind in der Regel etwas größer, doch greifen die Variationskurven ineinander über. *Picea*: Breite, wie oben, ca. $90\text{--}120 \mu$, Höhe des Flügels $55\text{--}70 \mu$. — *Abies*: Breite $110\text{--}160 \mu$, Höhe des Flügels $57\text{--}80 \mu$. Der Hauptunterschied liegt in der Ansatzweise der Flügel. Bei *Picea* sind diese mit breiter Basis angewachsen, daher

nur halbkugelig, das ganze Korn ausgebreitet in der Vorderansicht breit elliptisch, die Flügel nicht deutlich abgesetzt, ihr Rand am oberen Ende nach oben gezogen. Die Flügel selbst so breit wie das Korn, größte Breite an der Ansatzstelle. Bei *Abies* sind die Flügel deutlich abgesetzt, ähnlich wie bei *Pinus*. Sie bilden Dreiviertelkugeln. Am oberen Rande an der Ansatzstelle eingezogen, größter Durchmesser außerhalb der Ansatzstelle. Der Umriß des ganzen Kornes wird in der Vorderansicht von drei sich schneidenden Kreisen gebildet. Die Wand des eigentlichen Kornes ist bei *Abies* erheblich dicker und meist unregelmäßig konturiert, das Korn viel gröber punktiert als bei *Picea*, die

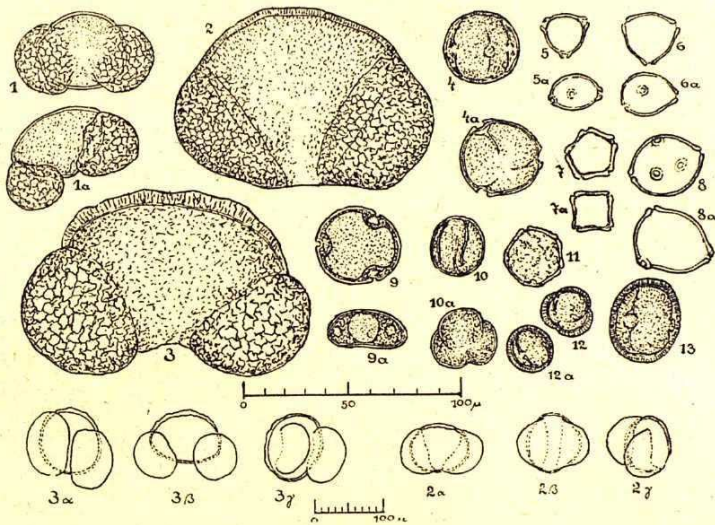


Fig. 2.

1, 1a = *Pinus* sp. — 2 = *Picea excelsa* Lk., 2a, b, c = Piceapollen in verschiedener Lage. — 3 = *Abies alba* Mill. (syn. *pectinata*), 3a, b, c = Abiespollen in verschiedener Lage (kleinerer Maßstab). — 4 = *Fagus silvatica* L. Seitenansicht, 4a = Polansicht. — 5 = *Betula* sp. Polansicht, 5a = Seitenansicht. — 6 = *Corylus avellana* L. Polansicht, 6a = Seitenansicht. — 7, 7a = *Alnus* sp. Polansicht. — 8 = *Carpinus betulus* L. Polansicht, 8a = Seitenansicht. — 9 = *Tilia* sp. Polansicht, 9a Seitenansicht. — 10 = *Quercus* sp. Seitenansicht, 10a = Polansicht. — 11 = *Ulmus* sp. Polansicht. — 12, 12a = *Salix* sp. — 13 = Unbestimmter Pollen x.

Aderung der Flügel weitmaschiger. Meist unterscheiden sich die beiden schon im Farbenton nach Aufhellung mit HNO_3 . Die Fichtenkörner sind dunkler und mit Stich nach Orange gefärbt, die von *Abies* hellgelb. Pollen von *Larix*, *Taxus*, *Juniperis* wurde nicht gefunden.

Die Körner der Betulaceen zeigen einheitlichen Typus: 3—5 sehr deutliche Austrittsöffnungen im Äquator des Kornes, in der Seitenansicht linsenförmig, in der Polansicht 3—5eckig. Keine Skulptur.

Betula sp. (Fig. 5, 5a): 3 Keimporen, daher in der Polansicht 3eckig. Höhe des Dreiecks 21—26 μ . Die Ränder der

Keimporen sind lippenartig vorgezogen und etwas angeschwollen. Seitenwände des Dreieckes stark konvex. Die Intine ist bisweilen noch erhalten und als Schließhäutchen der Keimporen erkenntlich. Der Pollen von *Betula nana* ist etwas kleiner und entspricht den Minusvarianten von *B. pubescens*.

Corylus avellana L. (Fig. 6, 6 a): Der vorigen sehr ähnlich, doch wird mit einiger Übung die Unterscheidung sicher möglich bis auf einen kleinen Restbestand von zweifelhaften Übergangsformen, der aber für die Statistik nicht ins Gewicht fällt. Die Körner sind durchschnittlich größer als die von *Betula*, 25—30 μ , doch übergreifen sich auch hier die Variationskurven. In der Polansicht 3eckig mit schwach konvexen Seiten. Ränder der Keimporen nicht vorgezogen, nicht oder nur schwach angeschwollen. Intine meist nicht erhalten. Daß die spezifische Unterscheidung dieser beiden Typen berechtigt war und daß es sich nicht bloß um Varianten einer Spezies gehandelt hat, wird sich aus den Diagrammen ergeben. Im letzteren Falle müßten die Kurven der beiden Pollentypen annähernd parallel laufen. Die Kurve des Corylustypus zeigt aber einen ganz eigenen und konstanten, vom Betulotypus ganz abweichenden Verlauf.

Alnus sp. (Fig. 7, 7 a): 4—5eckige Körner mit 4—5 deutlich vorgezogenen Keimporen an den Ecken. Durchmesser 19—26 μ .

Carpinus betulus L. (Fig. 8, 8 a): 3—6 eckig mit ebensoviele Keimporen an den Ecken, wesentlich größer als die übrigen Betulaceenkörner. Durchmesser 30—38 μ , häufigster Wert 34 μ . Die Keimporen sind deutlich vorgezogen, aber nicht angeschwollen, wie bei *Betula*.

Fagus silvatica L. (Fig. 4, 4 a): Kugelrunde Körner mit drei seichten Längsfalten, in deren Mitte eine kreisrunde Austrittsöffnung liegt. Deutlich punktiert. Durchmesser 25—38 μ , häufigster Wert 30—34 μ .

Quercus sp. (Fig. 10, 10 a): Kleiner als die vorige, sie nähern sich nur in ihren extremsten Varianten an. Durchmesser 25—30 μ . Die Körner sind in der Seitenansicht breitelliptisch, manchmal breiter als hoch, mit drei Längsfalten, aber ohne scharf umschriebene Austrittsstellen wie bei *Fagus*, von oben gesehen kreisrund mit drei Einstülpungen wie vorige. Meist deutlicher punktiert als vorige. Der quercoiden Typus ist sehr verbreitet und kehrt bei ganz fernstehenden Familien wieder, unter den Moorpflanzen z. B. bei *Potentilla palustris*, *Viola palustris*. Doch sind diese in der durchschnittlichen Größe und im Umriß etwas verschieden. Die Bestimmung der Quercuskörner kann nicht in allen Fällen als vollkommen gesichert gelten. Körner, welche außerhalb der obigen Variationsgrenzen lagen, wurden nicht als *Quercus* gezählt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß der Pollen der insektenblütigen Stauden und Kräuter, auch wenn ihre Reste

im Moore selbst vorkommen, in der rezenten wie fossilen Pollenflora quantitativ eine verschwindende Rolle spielt.

Ulmus sp. (Fig. 11): In der Polansicht kreisrund bis mehr-eckig mit 3—5 nur bei stärkerer Vergrößerung deutlichen Austrittsstellen, von der Seite linsenförmig. Die Oberfläche ist leicht höckerig, daher wie marmoriert erscheinend und die Außenkontur leicht gewellt, daran leicht kenntlich. Durchmesser 25—30 μ .

Tilia sp. (Fig. 9): Ein leicht kenntlicher Pollentypus. In der Polansicht abgerundet 3eckig, drei sehr deutliche Austrittsstellen in der Mitte der Seitenwände des Dreiecks (nicht an den Ecken), in der Seitenansicht plankonvex. Die dicke, netzig skulpturierte Membran besteht mindestens aus 2 Schichten, von denen die innere unter den Keimporen verdickt und eingestülpt ist. 25—35 μ .

Salix sp. (Fig. 12, 12 a): Kleine kugelige Körner mit drei Längsfalten, die in der Mitte unterbrochen erscheinen. Membran dick, mehrschichtig mit deutlicher Netzskulptur. 12—20 μ . Die verschieden großen Körner dürften verschiedenen Arten angehören. Ähnliche Pollentypen auch bei andern Familien und Verwechslungen sind nicht ausgeschlossen. Im allgemeinen sehr spärlich.

Von anderen, häufigeren Pollentypen sei nur erwähnt: Gramineenpollen: kugelig mit einer Austrittsöffnung oder Einstülpung, ohne Skulptur, Größe verschieden; Cyperaceenpollen: ei- bis bohnenförmig; Pollentetraden der Ericalen; „Kompositentypus“: dichtstachelige Körner mit vorspringenden Leisten, die ein polygonales Netzwerk bilden; Caryophyllaceentyp (?): dickwandige, grob punktierte Körner mit zahlreichen, kreisrunden Austrittsstellen. Ziemlich häufig wurde der in Figur 2, 13 abgebildete Pollen gefunden, aber fast ausschließlich in Riedmoorschichten, in Form und Größe ähnlich *Fagus*, aber sehr dickwandig und sehr grobpunktiert. Er konnte bisher nicht bestimmt werden.

Sonstige Mikroreste: Pilzhyphen, Sporen (darunter *Tilletia sphagni*), auch Perithezien. Sporen von *Sphagnum*, *Lycopodium* (selten), u. a. Diatomeen sehr selten, nur in den untersten mit Sand und Ton gemischten Schichten. Desmidiaceen: ein *Staurostrum sp.*, Zygosporen häufiger¹⁾.

Unter den tierischen Resten, die bisher nicht bestimmt wurden, finden sich besonders häufig Rhizopodengehäuse, Eihüllen, Eier, Chitinskelette, besonders von Hydrachniden, Chironomiden.

Die Flach- und Hochmoorschichten haben ihre ganz charakteristischen Begleiter in der Mikroflora und Fauna. So sind die

¹⁾ Während des Druckes erschienen: G. Erdtmann, Beitrag z. Kenntnis der Mikrofossilien in Torf und Sedimenten (Arkiv f. Bot. 18, 1923); Doktorowsky u. Kudrjaschow, Pollen im Torfe (Mitt. d. Torfinst. Moskau Nr. 5 1923 [russisch]). Beide Arbeiten enthalten gute Abbildungen der in Betracht kommenden Pollenarten.

Hochmoorschichten durch ihren Reichtum an Hochmoortönchen (*Nephtelis*-Kokons) (Abb. s. Rudolph 1917, T. II, 41), „Hochmoorflaschen“ (l. c. 43), wahrscheinlich Gehäuse von *Lesquereuxia* und sonstige zahlreiche Rhizopodengehäuse, wie *Arcella*, *Euglypha*, *Hyalosphenia* usw., Oribatidenskelette, ferner durch die zahlreichen Sphagnumsporen, Pollentetraden der Ericaleen, starre dunkelbraune Pilzhypen, die von der ektotrophen Mykorrhiza der Ericaceen stammen dürften, ausgezeichnet, während für die Riedtorfschichten die größere Zahl von Gramineen und Cyperaceenpollen, Pollen vom Kompositen- und Caryophyllaceentyp, der Pollen x, Figur 13, Hydrachnidenskelette, Eier, z. B. von Wasserwanzen (Mikronecta) u. a. Eitypen charakteristisch sind.

In der nun folgenden Besprechung der Untersuchungsergebnisse beginnen wir aus praktischen Gründen mit den Hochmooren von Gottesgab. Das entspricht allerdings nicht dem historischen Gange unserer Untersuchungen, die mit der Grünwalder und Sebastiansberger Heide begannen.

V. Untersuchungsergebnisse.

1. Das Hochmoorplateau bei Gottesgab, 1000 m S. H.

Das große Torflager westlich der kleinen Stadt Gottesgab, der „höchsten Stadt Mitteleuropas“, liegt, wie die beigegebene Karte zeigt, in einer flachen, gegen Westen offenen und vom Schwarzwasser entwässerten Mulde, die im Osten vom Keilberg, im Norden in weiterer Entfernung vom Fichtelberg, den beiden höchsten Erhebungen des Erzgebirges, im Südosten von der Basaltkuppe des Spitzberges überragt wird. Östlich von Gottesgab zieht von der Sattelhöhe zwischen Fichtelberg und Keilberg der steile Zechgrund nach Wiesenthal herunter. Südlich von Gottesgab kommen wir schon nach 2 km an den südlichen Steilhang des Gebirges, in den hier der Joachimsthaler Grund tief eingeschnitten ist. Die anstehenden Gesteine sind Phyllite und Gneise und der Basalt des Spitzberges mit einem breiten Mantel von Basaltschotter. Die ganze Hochfläche ist neben den Hochmooren von ausgedehnten Wiesenkulturen eingenommen und erst in etwas weiterer Entfernung von Fichtenwald eingerahmt, so daß man leicht etwa von der Straße südlich Gottesgab einen Überblick über den ganzen Hochmoorkomplex gewinnen kann. Eine gute Abbildung ist bei D r u d e (I, S. 228) zu finden.

Vom Hange des Spitzberges ziehen zwei große, durch die dunklen Knieholzbestände markierte Hochmoore, wie zwei Gletscherzungen, die sich nach unten fächerförmig ausbreiten, herunter, in der Mitte getrennt durch eine mit Fichten bestandene Kuppe mit anschließender mineralischer Bodenschwelle. Die zahlreichen Torfstiche der Umgebung zeigen an, daß auch die übrigen Hänge von ansehnlichen Torflagern überkleidet sind, die aber heute größtenteils von Wiesen verdeckt sind.

Die beigegebene Kartenskizze wurde nach der sächsischen geologischen Spezialkarte, Sektion Oberwiesenthal, angefertigt. Die Eintragung der Knieholzbestände und Torfstiche erfolgte nur nach der Abschätzung im Felde und macht auf Genauigkeit keinen Anspruch. Die Ausdehnung des Torflagers wurde nach der geologischen Karte eingezeichnet, wobei der Erläuterung zu derselben nicht zu entnehmen war, welche Torfmächtigkeit als Grenze angenommen wurde. Schon aus der Karte ersieht man,

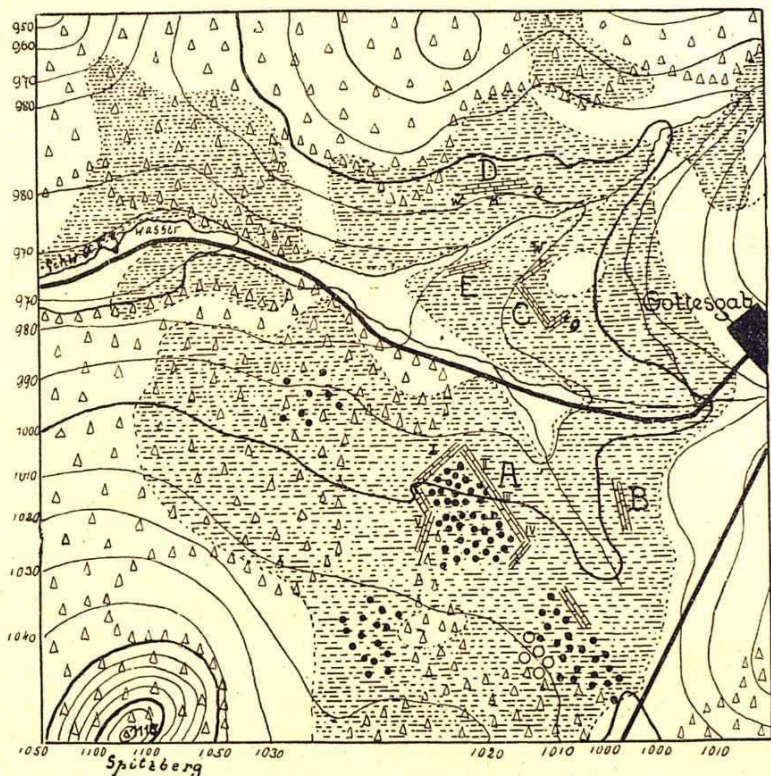


Fig. 3. Das Hochmoorplateau bei Gottesgab.

Gestrichnet: Torfboden; weiß: Mineralboden; kariert: Torfstiche.
Baumsignaturen s. Tafel III.

daß die Tiefenlinie der Mulde von Torf freibleibt. Hier tritt der Mineralboden frei zutage. Tatsächlich dürfte der torffreie Boden das Torflager noch etwas tiefer zerteilen, als in der Karte ersichtlich ist. Die Torflager sind also durchwegs auf die Hänge beschränkt und als Hangmoore zu bezeichnen. Köhler hat 1881 die Meinung ausgesprochen, daß das ganze Torflager aus einem verlandeten See hervorgegangen sei. Diese Vorstellung ist schon nach dem Augenschein an Ort und Stelle unhaltbar und die Kartenskizze zeigt dies gleichfalls. Der See könnte im Höchst-

falle bis zur Wasserscheide im Norden gereicht haben, wenn wir irgendwo im Schwarzwassertal einen Riegel annehmen wollen. Die Höhe dieser Wasserscheide ist durch die Schichtenlinien 980—990 m gegeben. Verfolgen wir diese Schichtenlinien, so umrahmen sie gerade nur den tiefsten, überwiegend forrfreien Teil der Mulde. Der weitaus größte Teil des Torflagers liegt oberhalb dieser Schichtenlinie. Die Zusammensetzung des Torfes schließt gleichfalls diese Annahme aus. Köhler ist in seiner Meinung bestärkt worden durch eine Angabe von L a u b e (l. c. S. 195 ff.), daß sich ehemals ein großes Süßwasserbecken zwischen Gottesgab und Hengstererben um den heutigen Spitzberg herum befunden haben muß, wofür besondere Sedimente, die sich auch unter dem Gottesgaber Torflager finden, sprechen. Die Existenz dieses Sees fällt aber in das Tertiär vor dem Durchbruch der Basalte und hat mit der Moorbildung nichts mehr zu tun. Der ganze Hochmoorkomplex ist durch Verschmelzung verschiedener, selbständig wahrscheinlich an Gefällstufen der Hänge entstandener Hangmoore hervorgegangen. Männel hat gleichfalls diese Anschauung vertreten.

Die Vegetation der Umgebung trägt bereits obermontanen Charakter. Es herrscht der obere herzynische Fichtenwald (Form. 9, untere Stufe nach D r u d e, 1 S. 96) mit seinen charakteristischen Begleitpflanzen, wie *Homogyne alpina* usw., eingesprengt *Sorbus aucuparia*, seltener ein strauchiger Bergahorn. Von Buchen sah ich ein einziges junges Exemplar im Zechgrund zwischen Gottesgab und Oberwiesenthal. Tannen traf ich nicht. Die Fichtenwälder reichen hier auch noch über den Hang des Gebirges bis zu seinem Fuße in der Kulturebene des Egertales herunter. Doch sind im unteren Teile Buchen, Tannen und die edlen Laubhölzer reichlich eingesprengt, nach oben hin zwischen 700 und 900 m verlieren sie sich gänzlich. Etwas weiter reichen Buchenbestände am Südosthang des Keilberges unter dem Wirbelstein hinauf, von wo auch D r u d e (1, S. 115) den letzten Buchenbestand noch bei 980 m angibt. Außerhalb der Wälder erscheinen subalpine Bergheide, Borstgrasmatte und Bergwiesen mit *Sweetia* und den übrigen oben erwähnten Begleitpflanzen. Der Feldbau fehlt hier bereits gänzlich, an seine Stelle treten Kunstwiesen.

Von den Hochmooren sind nur mehr die großen Moore am Spitzberghang (A-Reißzechenmoor) und das Moor D, „Pechhütte“ ursprünglich. Sie zeigen den einleitend allgemein geschilderten Charakter. Die Hochfläche ist von ganz niedrigen Kuscheln mehr weniger dicht bedeckt, dazwischen die Bulte und Schlenken, die im oberen Teile des Moores beträchtlichen Niveauunterschied aufweisen. Die Schlenken machen mit ihren senkrechten Wänden hier mehr den Eindruck von Rissen in der Oberfläche, und es dürften hier wahrscheinlich auch Rutschungen und wohl auch Frostwirkung mitgespielt haben. In der mittleren und oberen Partie des Pinetums ist ein schöner Bestand von *Betula nana* eingeschaltet. Sphagnumrasen haben geringe Ausdehnung. Die Neigung zu regressiver Entwicklung scheint auch hier gering

zu sein. Nur ein breiter Rüllenstreifen, der quer über das Moor hinzieht, zeigt den Charakter der „schwappenden Moostundra“, ein quatschend nasser Rasen von Sphagnen mit locker zerstreutem Gehälm von *Carex Goodenovii*, *pauciflora*, *Molinia* usw. Das Randgehänge am unteren Ende des Moores ist bereits durch den Torfstich abgetragen, dagegen ist es an der Nordflanke noch gut ausgeprägt und durch eingestreute Fichten gekennzeichnet. Am oberen Ende ist dem Hochmoor ein Riedmorstreifen vorgelagert mit *Carices*, Hypnaceen usw., hier auch *Sedum villosum*. Stellenweise, besonders am oberen Ende des südlichen Hochmoores, wird das Moor fast unpassierbar. Hier finden sich große Bestände von *Equisetum limosum* mit *Potentilla palustris* und *Menyanthes trifoliata* und ein kleines Wäldchen von *Betula pubescens*, eine Gesellschaft, die uns ein Bild von früheren Entwicklungsstadien des Hochmoores, die uns die Torfuntersuchung aufdeckt, geben. Diese stark vernäbten Stellen am oberen Ende der Hochmoore scheinen für die Gottesgaber Moore charakteristisch zu sein. Sie dürften durch hier zutage tretendes Quellwasser verursacht sein, dessen Abfluß durch den Anstau an der Aufwölbung der Hochmoore verzögert wird. Berlepsch hat 1857 gleichfalls bereits festgestellt: „Fast allgemein finden sich an den flachen Gehängen und Mulden oberhalb oder doch im oberen Teile der anliegenden Moore die Quellen, welche augenscheinlich die Veranlassung zur Bildung der Sümpfe gegeben haben.“ (Zitiert nach Männel S. 374.)

Beim weiteren Anstieg gegen den Spitzberg durchschreiten wir zunächst einen schmalen Fichtenwaldstreifen in der Höhe der Felskuppe zwischen den beiden Mooren und stehen dann wieder vor einem großen Hochmoor (in der Karte durch die Kiefersignatur in der Lage angedeutet), das mit steilem Randgehänge ansteigt und am oberen Ende wieder einen stark nassen Riedmoorstreifen zeigt. Dann schließen sich bis zum Spitzberg Bergheide und Borstgrasmatte an. Vom Spitzberg aus haben wir dann einen prachtvollen Überblick über den ganzen Moorkomplex und entdecken noch manchen im Walde versteckten Knieholzbestand. Ein gleich großer Hochmoorkomplex kehrt auf der Westseite des Spitzberges wieder, wo sich das große Hochmoor der „Bärisch Teiche“ bei Hengstererben ausbreitet. Wir sehen, wie sich die Hochmoore alle zu einem großen Moormantel um den Sockel des Spitzberges herum vereinen, der nur stellenweise unterbrochen ist.

Die andern kleineren Moore auf der Ost- und Nordflanke der Mulde geben sich durch selbständige Aufwölbung über die Umgebung als selbständige Bildungen zu erkennen, die miteinander zusammenfließen oder doch durch anmoorigen Boden verbunden sind. Sie sind mit Ausnahme von D „Pechhütte“ bereits kultiviert.

Wir gehen nun zur Besprechung der einzelnen Torfstiche über, die uns über den Aufbau der Moore Aufschluß geben. Der größte derselben ist der

Torfstich A, „Reißzeche“,

von den Bewohnern auch „Mandschurei“ genannt. Die Taufe erfolgte während des russisch-japanischen Krieges. Durch ihn ist uns ein Querprofil durch das größte der Moore, die „Reißzeche“ (134 ha), gegeben. Der Aufschluß dürfte bereits eine Stelle maximaler Mächtigkeit des ganzen Moores umfassen. Die mehrere 100 Schritt lange Stichwand zeigt in ihrem Längsverlauf keinen einheitlichen Aufbau. In der Figur auf Tafel IV ist versucht worden, ein Schema des Profilaufbaues zu geben, das aber auf irgend welche Genauigkeit keinen Anspruch erhebt, da keine Nivellierungen durchgeführt werden konnten, die Stichwand auch teilweise verfallen war, so daß der Zusammenhang der Schichten nicht immer durchgehend verfolgt werden konnte. Es ist teils nach dem Augenschein, teils nach den Ergebnissen der paläontologischen Analyse konstruiert worden. Der Boden wurde nach dem Augenschein und nach dem Verlauf der Schichtenlinien etwas gegen Norden geneigt angenommen, die Oberfläche war augenfällig gewölbt. Signaturen dieselben wie in den Diagrammen, siehe Tafel III.

Ein großer Teil der Stichwand zeigt den Aufbau wie bei Profil I (siehe auch Diagramm Taf. III). Den Untergrund bildet ein sandiger Ton. Darüber folgt über 1 m Equiseteto-Caricetumtorf, dann in allmählichem Übergang etwa 1 m Scheuchzerietumtorf, dann eine sehr mächtige, zusammenhängende Stubbenlage von großen Wurzelstöcken von *Picea*, *Betula* und *Pinus*, darüber etwa 1 $\frac{1}{2}$ m wenig zersetzter heller Eriophoreto-Sphagnetumtorf von der typischen Beschaffenheit des jüngeren Moostorfes. Dieser Aufbau läßt sich über 200 Schritte weit verfolgen. Die Stubbenlage sei — einstweilen hypothetisch — als Grenzhorizont angesprochen. Gegen den Nordrand hin keilt der jüngere Moostorf rasch aus, so daß der Grenzhorizont in die verwitterte Abraumschichte unter der Oberfläche übergeht (bei V.). Die Oberfläche des Moores zeigt hier keinen Kiefernbestand mehr, sondern ist mehr wiesenmoorartig mit zerstreuten kräftigen Fichten. Hier liegt das Ende der oben erwähnten Rülle. Bei Profil V reicht das *Scheuchzerietum* bis in den Abraum hinein, so daß es den Anschein hat, als sei hier der Scheuchzeriabestand bis in die Gegenwart hinein gewachsen. Verfolgen wir die Stichwand gegen das andere Ende hin, so wird der „Grenzhorizont“ immer undeutlicher. Die Wurzelstöcke bilden kein zusammenhängendes Lager mehr und da solche auch in höheren Niveaus auftreten, bleibt man im Zweifel, ob hier überhaupt von einem Grenzhorizont gesprochen werden kann. Schließlich kommt eine Partie zwischen II und III, wo größere Hölzer überhaupt ganz fehlen, dafür findet man aber hier bei näherem Zusehen eine deutliche Eriophorumbank an der Grenze von *Scheuchzerietum* und jüngerem Moostorf. Dann erscheinen auf einmal bei III zwei Stubbenlagen, sehr deutlich zusammenhängend etwa 50 Schritte weit zu verfolgen. Unter der unteren liegt Scheuchzerietumtorf, der nach unten in Riedtorf

übergeht (als solcher wird im folgenden immer kurz Cariceto-, Equisetum- oder Phragmitetumtorf bezeichnet). Zwischen den beiden Stubbenlagen liegt starkzersetzter, über der oberen wenig zersetzter Eriophorum-Sphagnumtorf (Moostorf). Hier ist man im Zweifel, welche der beiden Wurzelschichten als Fortsetzung des „Grenzhorizontes“ angesprochen werden könnte. Das Profil erinnert an das Schreibersche Normalprofil (Tafel XV) mit älterem und jüngerem Waldtorf. Die obere Stubbenlage geht dann allmählich wieder in den Abraum über, d. h. der jüngere Moostorf keilt wieder aus. Die untere Lage verliert sich gleichfalls wieder in der Stichwand. Das Randprofil IV besteht fast ganz aus Eriophorum-Sphagnumtorf, der in seiner Zersetzung eher dem jüngeren als dem älteren Moostorf gleicht, obwohl er im Niveau unter demselben liegt. Nur die unterste Schichte besteht hier aus Riedtorf. Der gesamte stratigraphische Aufbau ist hier also etwas verworren und nicht leicht schematisch aufzulösen, zumal die Stichwand zwischen diesen 5 Profilen vielfach verschüttet war, so daß das gegenseitige Altersverhältnis der verschiedenen Horizonte in diesen Profilen nach der Lage nicht bestimmt werden konnte. Es wird unten gezeigt werden, wie sich mit Hilfe der Pollenanalyse ein ziemlich klares Bild der Altersverhältnisse und der gesamten Entwicklungsgeschichte gewinnen läßt. Die 5 eingezeichneten Profile wurden eingehender untersucht. Die Ergebnisse sind folgende.

Profili (Diagr. Taf. III). Es wurde zunächst eine Serie größerer Proben nach makroskopischen Resten analysiert. Sie ergab folgende Reste:

Probe I, Grund bis $\frac{1}{2}$ m, größtenteils unter Wasser: Reichlich Rh.¹⁾ von *Eriophorum vaginatum*, *Equisetum limosum* L., *Carex limosa* L., zahlreiche Innenfrüchte (I. F.) von *Carex*, verschiedene Arten, darunter cf. *stellulata*, Rh. und S von *Menyanthes trifoliata*, *Viola palustris* L. (S), *Potentilla palustris* (L) Scop. (F), Hypnaceenblättchen, Reichlich Radizellen, vermutlich von *Carex*.

Probe II. 1 m: *Carex limosa* (Rh), *Carex lasiocarpa* Ehr. (I. F. mit Schlauch zahlreich), *Carex* sp. (I. F.), *Phragmites* (W.), *Scirpus silvaticus* L. (F.), *Menyanthes* (S.), *Vaccinium uliginosum* (H.).

Probe III. 1,40 m: *Equisetum limosum* (Rh.), *Carex limosa* (Rh.), *Carex* sp. (I. F.), *Phragmites communis* Trin. (Rh.), *Scheuchzeria palustris* (W.).

Probe IV. 1,60 m: Überwiegend *Scheuchzeria palustris* L. (Rh.), spärlich *Equisetum limosum* und *Carex limosa* (Rh.), *Carex* sp. (I. F.), *Eriophorum vaginatum*.

Probe V. 2 m (Oberkante des *Scheuchzerietums*): *Scheuchzeria* (Rh.) noch überwiegend, daneben reichlich *Eriophorum vaginatum* (B-Scheiden), *Betula* (W.).

¹⁾ Abkürzungen wie in der Fossilientabelle S. 156/57.

Probe VI. 2,20 m Stubbenlage: Starke Hölzer von *Picea* und *Betula*, sonst überwiegend *Eriophorum vaginatum*.

Probe VII. 3,50 m, Mitte des jüngeren Moostorfes: Fast nur *Sphagnum*, und zwar überwiegend *Sphagnum medium*, zerstreute kleine Büschel von *Eriophorum vaginatum*.

Von den hier aufgezählten Pflanzen fehlt heute *Phragmites* in der Gegend gänzlich. *Scheuchzeria* wird noch als Seltenheit von Gottesgab angegeben, ich konnte sie nicht mehr finden. Die übrigen Arten der unteren 3 Proben sind durchwegs solche, welche heute auf stark vernäbtem und versumpftem, nährstoffreicherem Boden auftreten, z. B. in den oben geschilderten Riedmoorzonen dieses Moores. Die Aufeinanderfolge der Pflanzengesellschaften spricht eher für zunehmende als abnehmende Vernässung, da *Eriophorum vaginatum*, daneben auch Holzreste von Birke gerade in den unteren Schichten zuerst häufiger auftreten, später dann *Phragmites*, *Equisetum*, *Carex lasiocarpa*, *Menyanthes*, die hohen Grad von Vernässung anzeigen. Dasselbe gilt auch noch von dem *Scheuchzerietum*, da *Scheuchzeria* an die nassesten Stellen der Moore, Kolkländer usw. gebunden erscheint. Die ganze Succession zeigt den üblichen Übergang von eutrophen zu oligotrophen Pflanzenvereinen. Oligotrophe Arten sind aber schon sehr frühzeitig beigemischt. Auf die nasse Phase des *Scheuchzerietums* folgt fast unvermittelt die Trockenphase des Birken-Fichtenwaldes. In diesem hat zuerst die Birke, dann die Fichte dominiert. Den Übergang vermittelt nur eine etwas stärkere Anreicherung von *Eriophorum* im oberen *Scheuchzerietum*. Die Austrocknung des Moores kann hier schwerlich nur aus dem natürlichen Höhenwuchs über das Grundwasserniveau hinaus erklärt werden, der normalen progressiven Entwicklung, da wir sonst einen viel allmählicheren Übergang, etwa durch ein *Sphagneto-Eriophoretum* erwarten würden. Nach dieser Waldphase muß neuerliche Vernässung eingetreten sein, die zum Untergang des Waldes führte. Es baut sich der jüngere Moostorf auf. Anfangs noch reichlich *Eriophorum*, gegen die Mitte desselben wird es spärlich. Es kann hier nur als zerstreutes Gehälm in einem fast reinen *Sphagnetum* aufgetreten sein, das vorwiegend von *Sphagnum medium* gebildet wird. Nach obenhin wird dann das Wollgras wieder reichlicher. Es erfolgt allmählich neue Bewaldung des Moores mit Moorkiefern, die gegenwärtige Trockenphase. Die oberen Schichten des Moores verwittern zu Moorerde (Abraum). Die Torfbildung scheint zum Stillstand gekommen zu sein.

Das Ergebnis der Pollenanalyse dieses Profiles ist in Diagramm Nr. 1, Tafel III niedergelegt. Außerdem wird hier auch das Zählprotokoll¹⁾ beigefügt, teils als Beispiel und Beleg, teils, um anderen Forschern auf diesem Gebiete allfällige Umrechnungen und Umkonstruktionen unter eventuellen neuen methodischen Gesichtspunkten zum Vergleiche zu ermöglichen.

¹⁾ Die übrigen Zählprotokolle können im Bedarfsfalle zugesendet werden. Im folgenden wird der Raumerparnis wegen nur noch die Zahlentabelle der Seeheide bei Zinnwald gebracht.

Tabelle 3.
Zählprotokoll zu Gottesgab A, Profil I, Diagramm Nr. 1.

Nr.	<i>Pinus</i>		<i>Betula</i>		<i>Salix</i>		<i>Picea</i>		<i>Tilia</i>		<i>Ulmus</i>		<i>Quercus</i>		<i>Alnus</i>		<i>Fagus</i>		<i>Abies</i>		<i>Carpinus</i>		<i>Corylus</i>		Anzahl d. gezählt. Pollenk.	Pollenmenge pro Präp. 18 x 18 mm
	Abs. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%	A. Z.	%		
24	38	19	10	5	—	—	35	17,5	—	—	—	—	1	0,5	8	4	41	20,5	67	33,5	—	—	—	—	200	780
23	32	16	7	3,5	—	—	48	24	—	—	—	—	2	1	1	0,5	39	19,5	71	35,5	—	—	2	1	202	750
22	12	6	3	1,5	—	—	44	22	—	—	1	0,5	3	1,5	—	—	48	24	89	44,5	—	—	—	—	200	660
21	19	9,5	10	5	—	—	40	20	—	—	2	1	5	2,5	2	1	63	31,5	58	29	1	0,5	1	0,5	201	480
20	33	16,5	4	2	—	—	55	27,5	—	—	—	—	4	2	—	—	39	19,5	65	32,5	—	—	—	—	200	600
19	53	25,2	4	2	—	—	65	31	—	—	—	—	2	1	—	—	36	17	50	23,8	—	—	—	—	210	510
18	44	22	4	2	1	0,5	46	23	—	—	—	—	4	2	—	—	35	17,5	66	33	—	—	—	—	200	510
17	24	16	7	4,7	—	—	32	18,2	—	—	—	—	6	4	3	2	42	28	36	24	—	—	2	1,3	152	300
16	16	9,4	5	3	—	—	31	18,2	—	—	—	—	3	1,8	4	2,4	31	18,2	80	47	—	—	4	2,4	174	480
15	12	8	28	18,7	1	0,7	36	24	2	1,4	—	—	1	0,7	7	4,7	21	14	42	28	—	—	11	7,3	161	240
14	14	7	48	24	—	—	50	25	—	—	—	—	2	1	3	1,5	29	14,5	54	27	—	—	6	3	206	450
13	11	6,9	25	15,4	1	0,5	59	36,9	1	0,5	—	—	12	7,5	9	5,6	28	17,5	14	8,7	—	—	2	1	162	270
12	15	10	4	2,7	—	—	92	61,3	3	2	—	—	6	4	1	0,7	27	18	2	1,3	—	—	3	2	153	360
11	18	8,6	4	1,9	1	0,5	154	73,3	3	1,3	1	0,5	6	2,7	2	0,9	20	9,5	1	0,5	—	—	4	1,9	214	720
10	27	18	—	—	—	—	109	72,3	2	1,3	—	—	2	1,3	8	5,3	2	1,3	—	—	—	—	17	11,5	167	360
9	23	15,3	4	2,7	—	—	109	72,7	9	6	1	0,7	1	0,7	3	2,0	—	—	—	—	—	—	11	7,3	161	450
8	53	26,5	11	5,5	—	—	119	59,5	6	3	3	1,5	5	2,5	3	1,5	—	—	—	—	—	—	26	13	226	540
7	80	53,3	3	2	—	—	55	36,7	5	3,3	2	1,3	1	0,7	4	2,7	—	—	—	—	—	—	14	9,3	164	300
6	96	80	7	5,8	—	—	12	10	—	—	3	2,5	2	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	30	25	150	270
5	110	91,7	2	1,7	—	—	3	2,5	1	0,8	3	2,5	1	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	54	45	174	300
4	195	97,5	3	1,5	—	—	1	0,5	—	—	—	—	1	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	34	17	234	600
3	188	94	10	5	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	204	540
2	125	92,7	7	5,2	3	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135	90
1	121	95,2	1	0,8	2	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	124	60

Rudolph und F. R. B. Die Hochmoore des Erzgebirges. 41

Die untersten zwei an Mineralsplittern noch reichen Proben enthalten ganz überwiegend nur Kiefernpollen, daneben noch wenige Körner von *Betula* und *Salix*, außerdem einigen Gramineenpollen, Pollenkörner von Kompositen, Caryophyllaceentyp, die Pollenkörner x Fg 2, 13. Die Pollendichte ist gering. In Probe 3, 50 cm über dem Grunde, erscheinen die ersten Fichten und Haselkörner sehr spärlich. Der Pollenreichtum der Präparate steigt bedeutend an. Der Kiefernpollen behält noch mehrere Proben hindurch die unbedingte Vorherrschaft. Die vierte Probe zeigt aber schon ein rasches Ansteigen der Coryluskurve, die in Probe 5 ein bedeutendes Maximum, 45 %, erreicht. In den Proben 3, 4 waren auch die ersten Pollen von *Tilia*, *Ulmus* und *Quercus* erschienen. Nach dem Beispiel von Post wurde auch in unsern Diagrammen immer eine Eichenmischwaldkurve aus der Summe der Prozente von *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus* konstruiert, da diese auch bei uns vorwiegend gemischt auftreten und gemeinsam für die wärmebedürftigeren Wälder der tieferen Lagen charakteristisch sind. Die Fichtenkurve steigt während des Haselmaximums anfangs sehr allmählich an, dann aber sehr rasch, während die Haselkurve gleichzeitig abfällt. In Probe 8 hat die Fichtenkurve bereits alle andern Proben weit übergipfelt und behauptet nun durch einen längeren Abschnitt der Moorentwicklung bis unter den „Grenzhorizont“ die Dominanz. Die Haselprozente liegen während der ersten Hälfte dieser Fichtenpollendominanz immer noch höher als im jüngeren Moostorf und in den rezenten Oberflächenproben. Der Eichenmischwald erreicht in dieser Zeit sein Maximum. Innerhalb desselben überwiegen zuerst Ulme und Linde, später erst die Eiche. In der Mitte des Fichtenabschnittes erscheint zum erstenmal der Pollen der Buche und in der nächsten Probe auch der der Tanne. Die Buchenprozente nehmen rasch zu. Die Tannenkurve läuft anfangs ganz niedrig, dann erhebt sie sich rasch, um schließlich, gerade an der Unterkante der Stubbenlage, die Fichtenkurve zu übergipfeln. In den unteren Horizont der Stubbenlage fällt ein auffälliger Gipfel der Betulakurve. Die Stubbenlage zeigt, wie erwähnt, anfangs überwiegend Birkenhölzer. Diese hohen Birkenprozente sind also offenbar „lokal bedingt“ durch den Birkenwald des Moores. Man ersieht daraus die Empfindlichkeit der Methode.

Es folgt nun ein neuer Abschnitt im Diagramm, charakterisiert durch die hohe Lage der Tannen- und Buchenkurve, während die Fichtenkurve entsprechend gedrückt ist. In diesem Abschnitt erscheinen auch Pollenkörner von *Carpinus*. Tanne, Buche und Fichte wechseln mehrmals in der Dominanz. Im allgemeinen hat die Tanne die Oberhand. Die Kiefernkurve, die im Fichtenabschnitt stark gesunken war, erreicht vorübergehend neue Gipfel und erneuten Anstieg gegen Schluß der Torfbildung. Diese Schwankungen der Kiefernprozente sind sehr wahrscheinlich gleichfalls lokal bedingt, wie die der Birke, durch vorübergehendes Auftreten von Kiefernbüschen in der Nähe der Profilstelle, das auch durch die vereinzelt Wurzelstöcke im jüngeren

Moostorf angezeigt wird. Die übrigen Pollenprozent, Hasel, Eichenmischwald, Erle, Birke sind seit dem Ende des Fichtenabschnittes auf Minimalwerte gesunken, wie sie auch in den rezenten Oberflächenproben angetroffen werden.

Ein plötzlicher Umschwung vollzieht sich in der letzten Probe, die schon dem Abraum im rezenten Wurzelgeflecht entstammt, also eine rezente Oberflächenprobe darstellt. Tannen- und Buchenkurve sinken plötzlich auf ein Minimum, während Fichte und Kiefer steil ansteigen. Die Probe spiegelt die gegenwärtigen Verhältnisse wider: allgemeine Dominanz der Fichte, lokales Überwiegen der Kiefer auf dem Moore — in dieser Probe erreichen auch die Pollentetraden der Erikalen 40 % des Waldbaumpollens —, sporadisches Auftreten der übrigen in der Nähe oder in weiterer Entfernung.

Im ganzen Überblick läßt das Diagramm deutlich 5 Hauptabschnitte erkennen: 1. Eine Kiefernpollenzeit, kurz Kiefernzeit, womit aber derzeit noch nichts über die Menge der Holzart selbst ausgesagt wird — der Ausdruck bezieht sich bis auf weiteres nur auf die Pollenmenge —, 2. eine Kiefern-Haselzeit mit dem Maximum der Haselprozent, 3. eine Fichtenzeit, in der ersten Hälfte derselben noch hohe Hasel- und Eichenmischwaldprozent, in der Mitte Auftreten der Buche, in der zweiten Hälfte Anstieg der Buchenkurve, später der Tannenkurve, 4. eine Tannen-Buchenzeit, es herrscht wechselnd Tannen-, Buchen- und Fichtenpollen, letzterer vielleicht nur lokal bedingt, 5. eine zweite Fichtenzeit, den gegenwärtigen Verhältnissen entsprechend. Die Stubbenlage fällt in die Zeit des ersten Anstieges der Tannenkurve bis zum ersten Tannenmaximum. Da der Pollen der Pinusarten spezifisch nicht unterschieden werden kann, bleibt es zweifelhaft, ob es sich bei dem Kiefernpollen um *P. silvestris* oder *montana* handelt. Die Kurve dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit eine Mischkurve von beiden Arten sein. Die Frage wird weiter unten noch erörtert werden.

Ehe wir auf eine weitere Ausdeutung des Diagrammes eingehen, seien zuerst noch die andern Profile des Moores zum Ver gleiche herangezogen.

Wenn das vorliegende Diagramm kein Zufallsergebnis ist, sondern wirklich die Waldentwicklung in der Umgebung widerspiegelt, dann muß es sich auch in jedem beliebigen andern Profil des Moores, wenigstens in den Hauptzügen, vom „lokalen Einfluß“ und andern Fehlerquellen abgesehen, wiederholen. Das ist tatsächlich der Fall.

Wir vergleichen zuerst das Diagramm Nr. 2, Tafel IV von Profil III, das etwa 150 Schritt von I entfernt war. Es ist das oben erwähnte Profil mit zwei Stubbenlagen, wobei zu entscheiden war, welche von beiden dem „Grenzhorizont“ von I entspricht. Die Übereinstimmung der beiden Diagramme in ihren Hauptabschnitten ist auf den ersten Blick unverkennbar. Man kann auch hier wieder sofort einen Kiefern-, Fichten- und

Tannenbuchenabschnitte erkennen. Wieder zeigt sich gegen das Ende der Kiefernzeit, genau beim ersten Anstieg der Fichtenkurve ein hohes *Corylusmaximum*. Buche und Tanne erscheinen wieder in der zweiten Hälfte der Fichtenzeit. Die unterste Probe dieses Diagrammes entspricht aber nach dem Pollenspektrum erst der Probe 3 I. Es fehlen hier die Schichten der reinen Kiefernzeit. Die Moorbildung hat offenkundig hier etwas später eingesetzt. Das *Corylusmaximum* ist hier noch bedeutender. Es ist möglich, daß in I nicht genau der Horizont des *Corylusmaximums* getroffen wurde. Die Eichenmischwaldbildner erscheinen auch hier zuerst in der Haselzeit. Die Reihenfolge im ersten Auftreten der einzelnen Arten ist nicht ganz dieselbe. Das Maximum der Eichenmischwaldkurve fällt auch hier in die erste Hälfte der Fichtenzeit. Dann folgt aber eine Lücke im Diagramm. Die Probe 8 stimmt pollenfloristisch überein mit einem Horizont, der zwischen 9 und 10 in I liegt, die folgende Probe 9 III dagegen schon etwa mit einem Horizont zwischen 13 und 14 I, d. h. der ganzen Schichtenfolge, die in I den allmählichen Anstieg der Buchenkurve, dann der Tanne zeigt, bis zum Schnittpunkt der beiden Kurven und die hier 55 cm mächtig ist, muß hier die 20 cm mächtige Schichte zwischen 8 und 9 entsprechen, aus der keine Probe entnommen wurde. Es muß hier eine beträchtliche Verlangsamung der Torfbildung eingetreten sein und die erklärt sich aus dem Auftreten der unteren Stubbenlage, die eine vorübergehende Trockenphase dieser Moorpartie anzeigt. Im folgenden zeigt sich dann wieder gute Übereinstimmung. Zunächst erreicht die Tanne wieder in raschem Anstieg ein hohes Maximum. Dann erkennt man wieder den Wettstreit von Tannen-, Fichten- und Buchenpollen, wobei die Tanne wieder überwiegend herrschend bleibt. Die Schwankungen der Kiefernkurve werden auch hier lokal bedingt sein. Alle andern Kurven sind wieder auf ein Minimum gesunken. Der Versuch einer weiteren Parallele zwischen den Gipfeln der Hauptkurven in diesem Abschnitt wäre möglich. Eine gewisse Ähnlichkeit der Tannen- und Fichtenkurve könnte dazu einladen. Er bereitet aber doch einige Schwierigkeiten und ist nicht eindeutig und ungezwungen durchzuführen, daher soll hier davon abgesehen werden. Die Schwankungen sind hier doch verhältnismäßig so gering, daß die Fehlerquelle der „ungleichen Verteilung“ des Pollens hier doch zu sehr ins Gewicht fällt. Ferner wird der Kurvenverlauf durch den lokalen Einfluß der vorübergehend auf dem Moore auftretenden einzelnen Kiefern und Fichten zu stark beeinflußt und schließlich ist immer mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die einander entsprechenden Schwankungen gerade in die Zwischenhorizonte fallen, aus denen keine Proben entnommen wurden. Wir begnügen uns vorläufig damit, die Übereinstimmung der beiden Diagramme in den Hauptzügen festgestellt zu haben.

Die untere Stubbenlage entspricht pollenfloristisch einem Horizont zwischen 13 und 14 in I (Schnittpunkt der Buchen-Tannenkurve), das ist der Oberkante des *Scheruchzerietums* in I, knapp unter dem Grenzhorizont, ist also vielleicht etwas älter

als dieser oder fast gleichaltrig. Die obere Stubbenlage fällt bereits nach dem ersten Tannenmaximum und wäre etwa der Unterkante des jüngeren Moostorfes in I synchron, die ganze Zwischenschicht zwischen den beiden Stubbenlagen ist dann gleichaltrig mit der Bewaldungszeit in Profil I. Die Austrocknung muß hier etwas früher begonnen haben. Dafür sprach schon die erwähnte Lücke im Diagramm. Nach der ersten Bewaldung trat hier aus unbekanntem Ursachen eine neuerliche Vernässung ein, in derselben Zeit, in der sich bei Profil I die Waldschichte bildete, und lokal begrenzte Wiederbewaldung, während anscheinend in I schon die jüngere Moostorfbildung einsetzte. Wir werden darauf noch zurückzukommen haben.

Profil II (Diagr. Nr. 7, Taf. VII). Dieses Profil stammt aus der Partie ohne Stubbenlage. Das Diagramm ist unvollständig. Es umfaßt nur den jüngeren Moostorf und das obere *Scheuchzerietum*. Es entspricht deutlich der 2. Hälfte der früheren Diagramme vom Anstieg der Buchenkurve angefangen. Von Konnektierungsversuchen im Buchen-Tannenabschnitt muß auch hier abgesehen werden. Nur das erste Tannenmaximum tritt auch hier prägnant hervor. Das Diagramm wurde für stratigraphische Fragen aufgenommen, die erst später erörtert werden können. Vorläufig sei festgestellt, daß die Eriophorumbank dieses Profiles ungefähr dem Horizont 13 in I entspricht, also vielleicht etwas älter ist als die Waldschichte in I, nach den niedrigeren Tannenprozenten beurteilt, aber fast gleichaltrig mit der unteren Stubbenlage in III.

Das Randprofil IV (Diagr. Nr. 3, Taf. V) gibt sich gleichfalls auf den ersten Blick als ein Ausschnitt aus den beiden Hauptdiagrammen I und III zu erkennen. Es beginnt knapp vor dem *Corylus*maximum und endet bei Beginn der Tannenzeit, gerade in jener Zeit, als in I die Bildung des Waldtorfes begann. Es fehlt hier pollenfloristisch das Äquivalent des jüngeren Moostorfes in den früheren Diagrammen. Die Torfbildung hat hier gerade in der Grenzhorizontzeit dauernd abgeschlossen. Im übrigen zeigt sich wieder schönste Übereinstimmung in den Einzelheiten: Lage des *Corylus*maximums vor dem Schnittpunkt der Kiefern-Fichtenkurve, Eichenmischwaldmaximum in der ersten Hälfte der Fichtenzeit, erstes Auftreten der Buche in der Mitte der Fichtenzeit, bald darauf der Tanne. Erst Anstieg der Buchenkurve, dann steiler Anstieg der Tannenkurve. Die letzte Probe aus dem Abraum knapp unter der Oberfläche ist offenkundig eine Mischprobe aus älterer und rezenter Pollenflora.

Genau dasselbe Bild ergibt das Diagramm von Profil V, das hier nicht wiedergegeben ist. Auch hier schließt die Torfbildung frühzeitig, und zwar wieder mit Beginn der Grenzhorizontbildung. Das *Scheuchzerietum* knapp unter der Oberfläche ist also nicht subrezent, sondern gleichaltrig mit dem in I.

Damit ist die Altersvergleicheung der Schichten in den verschiedenen Partien der Stichwand durchgeführt. In dem Aufbau-

schema Tafel IV bezeichnet der Buchstabe A den Horizont in den zugehörigen Diagrammen, in welchem der Anstieg der Tannenkurve beginnt. Dieser Horizont kann bei der guten Übereinstimmung der Diagramme mit gutem Grund als gleichaltrig angenommen werden. Danach ergibt sich auch das gegenseitige Altersverhältnis der angrenzenden Schichten und folgende Gesamtentwicklung des Moores. Die Torfbildung hat bei I zuerst begonnen, dem ungefähr tiefsten Punkt, und sich dann allmählich, wahrscheinlich durch Aufstau des Sickerwassers, auf den etwas höher gelegenen Südrand ausgebreitet (vgl. das Pollenspektrum der Grundproben, das immer mehr an das *Corylus maximum* heranrückt). Die Torfbildung beginnt allgemein mit einem *Equiseteto-Caricetum*, dem sich stellenweise noch *Phragmites* als Leitpflanze zugesellt. Die Succession führt dann in allmählichem Übergang im größten Teil der Stichwand zu einem *Scheuchzerietum* im Randprofil IV direkt zu einem *Eriophorum-Sphagnetum*, also zu mehr meso-oligotrophen Pflanzenvereinen, die aber auch noch hohe Nässe voraussetzen. Die Vernässung scheint seit Beginn der Torfbildung eher zu- als abgenommen zu haben (siehe Profil I). Bei Beginn der Tannenzeit folgte fast unvermittelt auf das nasse *Scheuchzerietum* eine ausgedehnte Bewaldung des Moores, besonders im nördlichen Teil, die Bildung des „Grenzhorizontes“, der aber nicht das ganze Moor überzieht. Die zentrale Partie, die Hochfläche, war in dieser Zeit nur schütter mit Gehölzen bestanden, dafür erfolgte auch hier ungefähr gleichzeitig eine dichte Verheidung mit *Eriophorum* (Profil II). Die Partie bei III zeigte eine lokale Variante der Entwicklung, indem hier die Austrocknung zuerst begann, dann aber eine vorübergehende erneute Versumpfung und nochmalige Bewaldung eintrat. Nach dieser ausgeprägten Trockenphase erfolgt dann wieder neuerliche Vernässung und regressive Entwicklung, die zur Bildung des jüngeren Moostorfes führt, aber nicht in der ganzen Ausdehnung des Moores. Die Randpartien bleiben frei davon. Sie haben seit dieser Trockenphase ihr Wachstum dauernd eingestellt. Pflanzenwachstum und Verwitterung halten hier seither gleichen Schritt, so daß es nicht mehr zur Torfanhäufung kommt. Gegenwärtig befindet sich das ganze Moor in Verheidung und Bewaldung. Das Wachstum ist zum Stillstand gekommen. Wie ein rezentes Moor immer einen Komplex verschiedener Assoziationen mit verschiedenem Nässebedürfnis darstellt, sehen wir auch in der Entwicklungsgeschichte dieses Moores oft zu gleichen Zeiten ganz verschiedene Gesellschaften nebeneinander auftreten, z. B. *Scheuchzerietum*, Gehölzgruppen, *Eriophoretum*, und die Mächtigkeit der zu gleichen Zeiten gebildeten Torflagen kann sehr verschieden sein.

Es wurden dann noch eine Reihe weiterer Torfstiche bei Gottesgab untersucht, teils um die bisher gewonnenen Ergebnisse weiter zu überprüfen, vor allem aber zum stratigraphischen Vergleich, um die Frage der Stubbenlagen durch Altersbestimmungen zu klären.

Torfstich B (siehe Karte S. 35).

Eine kleine Hochmoorkuppe von nur etwa 200 Schritt Durchmesser am Osthang der Mulde. Oberfläche Wiese.

Das Profil der Stichwand entspricht scheinbar ganz dem Normalprofil Schreibers. Es zeigen sich zwei durchgehende, scharf gezogene Waldhorizonte. Unter dem älteren Waldtorf liegt Schilftorf. Der untere Waldtorf selbst wird von Birke gebildet. Darüber folgt stark zersetzter Eriophoretum-Sphagnumtorf mit noch reicher Beimengung von *Carices*, *Equisetum*, *Scheuchzeria*, dann die zweite Stubbenlage, nach den untersuchten Proben von Fichte gebildet, dann wieder Eriophoretum-Sphagnumtorf, aber gleichfalls stärker zersetzt, dann der verwitterte Abraum. Die Parallelisierung mit Schreibers Horizonten wäre aber unrichtig, wie die Pollenanalyse ergab.

Das Diagramm (Nr. 5, Tafel VI) zeigt sofort wieder, daß die ganze Moorbildung nur den Abschnitt Kiefern-Haselzeit und Fichtenzeit umspannt. Die Torfbildung ist hier zu derselben Zeit wie in den Randprofilen der Reißzeche zum Aufhören gekommen, derselben Zeit, in der sich dort die große Stubbenlage bildete. Innerhalb dieses Zeitraumes liegt aber wieder volle Übereinstimmung in allen Hauptpunkten vor, wie sie eben bei Profil IV A besprochen wurden. Auffällig sind hier nur die höheren Prozente der wärmeliebenderen Arten, wie Hasel- und Eichenmischwald. Sie könnten ihre Erklärung in der topographischen Lage des Moores finden. Es liegt gerade am Ausgang des tiefeingeschnittenen Grundes, der nach Joachimsthal herunterzieht. Die Winde, die durch das Tal aus den tieferen Lagen bergwärts aufsteigen, müssen gerade über dieses kleine Moor und auch noch über die nachfolgend zu besprechenden hinwegstreichen, und es wäre möglich, daß dadurch hier eine größere Zufuhr von Laubholzpollen auch aus tieferen Lagen stattgefunden hat. Der Birkenhorizont markiert sich wieder im Diagramm durch einen deutlichen Betulagipfel. Man kann so aus dem Diagramm oft schon auf die Baumarten schließen, die den betreffenden Waldhorizont vorherrschend aufgebaut haben, und es können sich so auch nicht aufgeschlossene Waldhorizonte verraten. Der obere Moostorf dieses Profils entspricht also dem *Scheuchzerietum* in A I und die Oberfläche des Moores dem Grenzhorizont. Über die Bedeutung der Stubbenlagen wird später zusammenfassend zu diskutieren sein.

Torfstich C, „Mongolei“.

Ein etwas größeres, selbständig aufgewölbtes Hochmoor von etwa 500 Schritt Durchmesser, am Westausgang von Gottesgab gelegen. Reizte Vegetation: Heidesträucher ohne Kiefer. Das kleine Hochmoor ist durch zwei Stichwände an der W-, NW- und SO-Seite aufgeschlossen, die hier kurz als Ost- und Westprofil bezeichnet werden.

Das Ostprofil (Diagramm Nr. 4, Tafel V) zeigt von unten nach oben: 70 cm Cariceto-Equisetumtorf, darüber in allmäh-

lichem Übergang Erioph. Caricetumtorf, dann folgt wieder eine ziemlich mächtige Stubbenlage, durch die ganze Stichwand etwa 100 Schritt weit zu verfolgen, und darüber 1½ m Erioph. Sphagnumtorf von mittelstarker Zersetzung. Zu überprüfen war hier wieder, ob die Stubbenlage dem Grenzhorizont von A entspricht. Da es für diesen Zweck genügend war, wurden die Proben hier nur in größeren Abständen entnommen. Sie ergaben trotzdem ein ganz klares Diagrammbild, das mit dem von Torfstich B in allen Hauptzügen sich deckt, nur reicht hier die Torfbildung weit in die reine Kieferzeit zurück. Der Abschluß erfolgte etwas früher beim ersten Anstieg der Tannenkurve. Die Stubbenlage fällt in den Beginn der Fichtenzeit, ist also viel älter als der große Waldhorizont von A. Als „Übergangs- oder Zwischenmoorwald“ kann die Stubbenlage hier schwerlich gedeutet werden, da sie nicht in die Grenze zwischen Flach- und Hochmoortorf fällt, sondern mitten in den letzteren. Das könnte eher für klimatische Bedingtheit sprechen. Nach dem Pollenspektrum ist die Stubbenlage ungefähr mit dem oberen Waldtorf von Stich B gleich alt oder etwas älter. Die Probe C, 4 ist einem Horizont zwischen den Proben 2 und 3 in B synchron, so daß hier nur 10 cm Torf zwischen C, 4 und C, 5 der ganzen Schichtenfolge der Proben B, 3—5 entsprechen. Während sich also in Moor B der untere Waldtorf und darüber wieder Hochmoortorf bildeten, stand hier die Torfbildung still oder war bedeutend verlangsamt. Der vorangehende hohe Betulagipfel könnte anzeigen, daß das Moor auch schon früher reichlicher mit *Betula* bewachsen war. Beide Moore zeigen also Trockenphasen bei Beginn der Fichtenzeit und Absterben bei Beginn der Tannenzeit, der Grenzhorizontzeit in A. Im übrigen fällt im Diagramm der außerordentliche hohe Corylusgipfel auf. Die Menge des Coryluspollens war in dieser Zeit und an dieser Stelle größer, als aller anderer, bestimmbarer Waldbaumpollen zusammengerechnet. In der ersten Hälfte der Fichtenzeit zeigt sich ein zweiter kleinerer Corylusgipfel, der auch schon im Moor B deutlich ausgeprägt war und dem wir noch oft an gleicher Stelle begegnen werden.

Das Westprofil, dessen Diagramm hier nicht wiedergegeben ist, hat ganz abweichende Schichtenfolge. Die Stichwand reichte noch über 1 m unter Wasser. Über dem Wasserspiegel konnte festgestellt werden: 1 m Phragmitetumtorf, 1 m Scheuchzerietum mit allmählichen Übergang zwischen beiden. Darüber 75 cm lichtbrauner, wenig zersetzter Erioph.-Sphagnumtorf, von der typischen Beschaffenheit des jüngeren Moostorfes. Diese Pflanzengesellschaften setzen viel größere Vernässung voraus als die des Ostprofils, es muß hier eine quellige Stelle gewesen sein, wodurch es auch verständlich ist, daß es hier nicht zur Bildung einer Stubbenlage gekommen ist. An der Grenze von Scheuchzerietum und jüngerem Moostorf liegt aber eine stark verwitterte erdige Schicht, die als Äquivalent einer Trockenschicht gedeutet werden kann. Im Phragmitetum, pollenfloristisch zu Beginn der Fichtenzeit, liegt ein ganzes Nest wohlhaltener Rhizome von *Iris pseudo-*

corus. Es gesellt sich damit zu Phragmites ein neues Element des Hügellandes, das heute dem Kamm des Erzgebirges fehlt. Zur relativen Altersbestimmung wurden 7 Proben untersucht, die wieder ein gut übereinstimmendes Diagramm ergaben. Dem Diagramm ist zu entnehmen, daß das Phragmitetum und Scheuchzerietum der Fichtenzeit entspricht. Die „erdige Schichte“ fällt knapp vor den Schnittpunkt der Fichten-Tannenkurve, also in die Grenzhorizontzeit der Reißzeche. Der Sphagnumtorf darüber ist tatsächlich „jüngerer Moostorf“, dessen Bildung aber nur bis zum ersten Tannenmaximum anhält.

Torfstich D, „Pechhütte“ (Diagr. Nr. 6, Taf. VI).

Das Moor „Bei der Pechhütte“ ist ein kleineres Hangmoor am Nordhang der Mulde, an seinem unteren Ende durch einen größeren Torfstich aufgeschlossen. Die Oberfläche befindet sich noch in ziemlich ursprünglichem Zustande. Sie ist ausnahmsweise mit kleinen Fichten statt mit Knieholz bestanden. Längs der Mitte des Moores zieht eine breite Rülle herunter, mit nassem *Caricetum*, weiter oben *Equisetum limosi* verwachsen, während sich beiderseits der Rülle typisches Eriophorum-Heidemoor aufwölbt. Dieser Gliederung entspricht auch das Profil der Stichwand, in der sich am westlichen und östlichen Flügel jüngerer Moostorf aufwölbt, während unter der Rülle Scheuchzerietum mit reichlichem Phragmites bis in den Abraum reicht. Das Ostprofil (siehe Diagramm 6) gleicht ganz dem Ostprofil der Mongolei. Auch hier liegt wieder mitten im Eriophorumtorf, etwa 50 Schritte weit zu verfolgen, eine ansehnliche Stubbenlage, die sich aber wieder verliert. Das Diagramm stimmt auch gut zu dem der Mongolei-Ost. Die unterste Probe ist unsicher, da sehr pollenarm. *Corylus* und Eichenmischwald zeigen die niedrigeren Werte wie in der Reißzeche. Die mittlere Stubbenlage fällt wieder in die Mitte der Fichtenzeit vor dem Fagusanstieg, ist also annähernd gleichaltrig mit der in Mongolei-Ost und der oberen in B. und entspricht nicht dem Grenzhorizont, wohl aber die Unterkante des verwitterten, aber lichten Abraumes, der von Hölzern reich durchsetzt ist, deren Auftreten scharf mit einem Horizont nach unten abschneidet, der in den Beginn der Tannenzeit fällt. Diese vielen Wurzelstöcke von *Picea* erklären es auch, daß hier die Fichtenkurve ausnahmsweise noch während des ersten Tannenmaximums oben aufliegt. Der ganze Abraum entspricht dem Grenzhorizont der Reißzeche. Zur Bildung des jüngeren Moostorfes ist es hier nicht mehr gekommen, sie ist im ersten Ansatz erloschen.

Das Rüllenprofil in der Mitte des Torfstiches schließt nach der Pollenanalyse ungefähr im gleichen Zeitpunkt ab. Diese Feststellung ist von Interesse, da damit erwiesen ist, daß ein reichliches Vorkommen von Phragmites noch bis in die Buchenzeit und in die „Grenzhorizontzeit“ angedauert hat.

Im westlichen Flügel des Moores baut sich 1½ m jüngere Moostorf, von Hölzern aber reich durchsetzt, mit scharfer Dis-

kordanz über dem Phragmitetum-Scheuchzerietum auf. Der Kontakt zwischen den beiden Schichten fällt wieder in den Beginn der Tannenzeit.

Torfstich E, „Zuflucht“.

Ein kleines Moor fast in der Sohle des Seifenbaches. Der Torfstich wurde in der Zeit der Kohlennot während des Krieges aufgemacht, daher der volksmündliche Name. Aufbau: 1 m Cariceto-Phragmitetumtorf, übergehend in 1 m Phragmiteto-Scheuchzerietum, das bis unter die rezente Grasnarbe reicht, also ähnlich wie im Rüllenprofil der „Pechhütte“ und in Profil V der Reißzeche. Auch hier hatte es den Anschein, als wären Phragmites und Scheuchzeria an Ort und Stelle bis in die Gegenwart hinein gewachsen. Das in allen Hauptzügen typische Diagramm schließt aber auch hier wieder mit dem ersten Auftreten der Tanne ab. Es ergab sich auch hier wieder die schon mehrfach bestätigte Erfahrung, daß Torfschichten, die unmittelbar unter der rezenten Oberfläche liegen, deswegen durchaus nicht „von gestern“ sein müssen, sondern sehr viel älter sein können. Im besondern sei auch hier wieder das Auftreten eines zweiten kleineren Corylusgipfels neben einem Eichenmischwaldgipfel in der ersten Hälfte der Fichtenzeit hervorgehoben. Das Corylusmaximum erreicht hier in gleicher Lage wie in allen Profilen 62,5 %.

Zusammenfassung.

Aus dem stratigraphischen Aufbau der Moore bei Gottesgab seien zusammenfassend folgende gemeinsame Züge hervorgehoben. Die Torfbildung, die zu verschiedenen Zeiten, bald in der Kiefern-, bald in der Kiefernhaselzeit, eingesetzt hat, beginnt durchwegs mit einem Equiseteto-Caricetum. Schon am Grund oft reichlich eingestreute Hölzer beweisen, daß es sich nicht um eine Torfbildung in einem tieferen Süßwasserbecken handeln kann, sondern um Versumpfung an quelligen Stellen der Hänge. Den Riedgräsern und Schachtelhalmen gesellt sich von Beginn der Haselzeit an noch häufig *Phragmites* als Leitpflanze zu. Dann erfolgt der Übergang von eutrophen zu meso- bis oligotrophen Pflanzenvereinen, die sich schon über dem nährstoffreichen Grundwasserhorizont aufbauen, entsprechend dem Übergang vom hydrogenen Ried- oder Flachmoor — für unsere Quell- und Versumpfungsmoore ist der erstere Ausdruck passender — zum ombrogenen Hochmoor. Der Übergang wird in der Regel durch ein Scheuchzerietum vermittelt, dem ein Eriophoreto-Sphagnetum folgt. An anscheinend trockneren Stellen, so in den Randprofilen der Moore, kann letzteres auch sofort über dem Riedtorf auftreten. In diesen normalen Aufbau sind nun mehrfach Trockenhorizonte, und zwar Stubbenlagen oder wenigstens dichte Eriophorumbänke oder erdige Schichten eingeschaltet. Sie zeigen hier keine bestimmte Stellung in der Succession, sondern erscheinen bald an der Grenze von Riedtorf und Hochmoortorf, bald auch mitten

in letzterem. Vielfach treten auch Riedtorfelemente wieder über der Stubbenlage auf.

Die Erklärung dieser vielverbreiteten Trockenhorizonte ist ein vielumstrittenes Problem. Ich habe darüber ausführlicher in meiner ersten Arbeit (1917) referiert. Bekanntlich hat zuerst Blytt regelmäßig und durchgehend auftretende Stubbenlagen durch Annahme trockenerer Klimaperioden erklärt. Seine Theorie ist dann besonders von Sernander mit einigen Änderungen weiter ausgebaut und tiefer begründet worden. Auch Schreiber hat sich, wie oben erwähnt, dieser Deutung regelmäßig auftretender Waldhorizonte angeschlossen. Gegen diese Erklärung hat sich aber mehrfach Widerspruch erhoben (G. Andersson u. a.). Es wird darauf hingewiesen, daß eine zeitweilige Austrocknung und dadurch bedingte Bewaldung der Moore auch zufällig durch lokale Ursachen veranlaßt werden kann, z. B. Erleichterung des Wasserabflusses aus irgend welchem Grund, Moorausbrüche usw., Wiedervernässung durch Verstopfung des Abflusses, Wasserzufluß von anderer Seite usw. Bewaldung der Moore kann sich auch als normale Klimaxformation nach Verlandung von Gewässern und Sümpfen als Abschluß der Flachmoorbildung einstellen, wenn der Torf über das terrestrische Grundwasser hinausgewachsen ist. Für die nachfolgende Wiedervernässung und Hochmoorbildung hat Weber (3) gleichfalls eine gute Erklärung gegeben. Dieser „Übergangs“- oder „Zwischenmoorwald“ wäre also ein normales, vom Klima unabhängiges biotisches Successionsglied. Es ist ganz sicher, daß nicht jede beliebige Stubbenlage als Klimazeuge angesehen werden darf. Anders ist es, wenn sie mit einer gewissen Regelmäßigkeit auftreten. Weber läßt die klimatische Deutung nur für den oberen Trockenhorizont seines Normalprofiles der norddeutschen Moore, für den Grenzhorizont, gelten, der weit verbreitet in Europa nachweisbar ist, während der ältere Waldtorf (siehe die Schemata Tafel XV) auch ein vom Klima unabhängig entstandener Übergangswald sein könne. Das Schwergewicht seiner Beweisführung legt er dabei nicht so sehr auf das Auftreten der Heidepflanzen und Bäume in diesem Horizont, als auf den übergangslosen verschiedenen Zersetzungsgrad des älteren und jüngeren Sphagnumtorfes. Die starke durchgängige Zersetzung des älteren Sphagnumtorfes setze eine säkulare, etwa tausendjährige trockene Klimaperiode voraus. Aber auch Webers ausführlich begründete Deutung ist nicht widerspruchslos geblieben, wie besonders die große Diskussion über die postglaziale Klimaentwicklung auf dem Stockholmer Geologenkongreß 1910 ergab. U. a. hat Ramann einen Erklärungsversuch für die Trockenhorizonte mitten im Hochmoortorf gegeben, der in aller Kürze in folgendem besteht: Das Höhenwachstum des Sphagnetums ist aus natürlichen, innern Gründen begrenzt. Wenn der Sphagnumrasen ein bestimmtes Ausmaß über dem aufgestauten Regenwasserhorizont hinausgewachsen ist, dann kann das an der Oberfläche durch Verdunstung jeweils entstandene Wasserdefizit nicht mehr durch

den kapillaren Aufstieg aus der Tiefe ergänzt werden. Es tritt Verlangsamung des Wachstums und schließlich Absterben der Sphagneen in trockneren Jahren immer häufiger ein. Damit gewinnen die im steten Kampfe mit dem Torfmoos stehenden Begleitpflanzen, wie das *Eriophorum*, die Moorsträucher und Bäume wieder die Oberhand. Es erfolgt Verheidung und Bewaldung. Diese Trockenphase wird so lange anhalten, bis sich der darunter liegende Sphagnumtorf durch Zersetzung wieder stark verdichtet hat. Dann kann es über diesem zu neuem Aufstau des Regenwassers, zur Bildung eines neuen Grundwasserhorizontes kommen. Neuerlich siegen nun wieder die Sphagneen über die Begleitpflanzen usf. Der Vorgang kann sich mehrmals wiederholen und so eine Wechsellagerung von Moostorfschichten und Heideschichten zustande kommen. Ich möchte auch heute noch kein abschließendes Urteil über diese Denkmöglichkeit abgeben, glaube aber jetzt, daß damit eher nur die untergeordnete zirkulative Entwicklung zwischen Bulten und Schlenken, wie sie von Nilsson für Schweden geschildert wurde, das Hin- und Herpendeln zwischen Austrocknung und Vernässung, progressiver und regressiver Entwicklung auf kleinerem Raume, die aber nach Nilsson schließlich doch zur Bewaldung als Schlußstadium führt, erklärt wird, nicht aber die durchgreifende Bewaldung und Wiedervernässung des ganzen Moores in langen Perioden.

Die pollenanalytische Methode gibt uns aber ein neues Kriterium in die Hand, die klimatische Deutung der Trockenhorizonte zu überprüfen. Wenn die Trockenhorizonte durch eine trockene Klimaperiode bedingt sind, dann müssen sie untereinander gleichalt sein, in einer oder mehreren Perioden, und das läßt sich durch pollenanalytische Altersvergleiche prüfen.

In dem Schema S. 97 wird eine solche Altersvergleiche aller untersuchten Profile durchgeführt. Der größere Teil dieses Schemas entfällt auf die Gottesgaber Moore, so daß jetzt schon mit seiner Besprechung begonnen werden kann. Die untersuchten Pollendiagramme haben, wie unten noch ausführlicher besprochen wird, sehr gute Übereinstimmung ergeben, so daß es bereits jetzt schon höchstwahrscheinlich ist, daß die immer wiederkehrenden markanten Abschnitte derselben untereinander gleichalt sind. Wir verlassen uns bei der Altersvergleiche nicht allein auf das einzelne Pollenspektrum. Ein Spektrum aus der zweiten Hälfte der Fichtenzeit und aus dem Übergang zur rezenten Fichtenzeit kann z. B. ganz ähnlich zusammengesetzt sein, und die Fehlerquelle spielt beim Vergleich einzelner Spektren eine große Rolle. Wir müssen vielmehr immer eine Reihe darüber und darunter folgender Proben mit untersuchen, die einen klar erkennbaren Ausschnitt aus dem Gesamtdiagramm ergeben müssen. Dadurch bestimmen wir die Stellung des Horizontes im Gesamtdiagramm. Es wurden nun für die Altersvergleiche ganz bestimmte markante, immer wiederkehrende Horizonte der Diagramme ausgewählt als pollenfloristische Leithorizonte, von denen wir an-

nehmen können, daß sie in allen Profilen gleichaltrig sind, weil sie sich in allen Diagrammen in gleicher Lage wiederholen. Diese Leithorizonte sind aus der Tafelerklärung ersichtlich. Nicht ganz sicher ist die Gleichaltrigkeit der Schnittpunkte der Kiefern-, Fichten- und der Fichten-Tannenkurve, da sie durch lokalen Einfluß leicht etwas verschoben sein können, doch kann es sich nur um Verschiebungen innerhalb enger Grenzen handeln. Ganz unsicher ist die Gleichaltrigkeit der Buchenmaxima in der Buchen-Tannenzeit, wie ja auch im vorstehenden auf zeitliche Verknüpfungen innerhalb dieses Abschnittes verzichtet wurde. Sie sind daher auch nur gestrichelt eingezeichnet und dienen nur zur ganz rohen Abschätzung des Schlusses der Torfbildung, je nachdem das betreffende Diagramm einen längeren oder kürzeren Abschnitt der Buchentannenzeit umspannt. Den übrigen Horizonten aber dürfte Gleichaltrigkeit in ziemlich engen Grenzen zukommen. In ähnlicher Weise haben auch Post, Jessen u. a. pollenfloristische Leithorizonte für Altersvergleichen verwendet, für die die unteren Grenzen des Auftretens bestimmter Pollenarten, z. B. der Buche und Tanne dienten. Post (I) unterscheidet dabei eine empirische und eine rationelle Pollengrenze. Die erstere ist gegeben durch das erste Auftreten einer Pollenart mit 1 %. Die Gleichaltrigkeit dieser Grenze ist ziemlich unsicher, da sie zu sehr von Zufälligkeiten abhängt. Die rationelle Pollengrenze liegt beim ersten anhaltenden Anstieg einer bestimmten Pollenkurve, dessen Gleichaltrigkeit in einer bestimmten Gegend viel größere Wahrscheinlichkeit für sich hat. Unter unsern Leithorizonten sind z. B. der Corylus-, Buchen- und Tannenanstieg solche rationelle Pollengrenzen. Die Tabelle ist nun in der Weise hergestellt worden, daß das Profil A, I des Reißzechenmoores (Diagramm 1) als Maßstab gewählt wurde. In diesem Profil allein ist die Schichtenmächtigkeit im richtigen Verhältnis eingezeichnet. Die pollenfloristischen Leithorizonte dieses Profiles wurden nun als Horizontalen ausgezogen in relativ gleichen Abständen wie in Diagramm 1. In den übrigen Profilen wurden nun die verschiedenen stratigraphischen Horizonte nach ihrer relativen Lage zu denselben Leithorizonten in ihren zugehörigen Diagrammen eingetragen, so daß also pollenfloristisch als gleichaltrig bestimmte Schichten in gleichem Niveau zu liegen kommen. Dabei mußten natürlich die Profile in den Mächtigkeitsverhältnissen ihrer Schichten verzerrt werden. Sie geben die Mächtigkeiten nicht im richtigen Maßstabe wieder. Dieses Vergleichsschema zeigt nun, zunächst für Gottesgab, daß sich tatsächlich zahlreiche der erwähnten Trockenhorizonte in einem ganz bestimmten, eng umgrenzten Abschnitt der Diagramme und des Schemas zusammendrängen, der vom ersten Anstieg der Tannenkurve bis nach dem ersten Tannenmaximum reicht. In diesen Abschnitt, den Beginn der Buchen-Tannenzeit, fallen die hypothetisch als Grenzhorizont bezeichnete ausgedehnte Stubbenlage der Reißzeche Profil I, die Eriophorumbank Profil II, die beiden Stubbenlagen von III, die erdige Schicht vom Westprofil der Mongolei Cw, die Unter-

kante des holzreichen Abraumes und des jüngeren Moostorfes der Pechhütte. In allen übrigen Profilen schließt aber gerade in diesem Abschnitt die Torfbildung ab, sie müssen gerade in dieser Zeit der Austrocknung verfallen sein. Es hat also eine ganz bestimmte Zeit gegeben, in der alle Moore von Gottesgab eine Trockenphase durchlaufen haben. Diese Gleichzeitigkeit der Trockenphasen innerhalb enger Grenzen bei ganz ungleicher Mächtigkeit, Größe und Schichtenfolge der Moore spricht entschieden für die klimatische Bedingtheit dieser Trockenhorizonte. Wir bezeichnen diesen Abschnitt vom Anstieg der Tannenkurve bis kurz nach ihrem ersten Maximum als „Grenzhorizontzeit“. Mit diesem Ausdruck machen wir allerdings schon die hypothetische Annahme, daß diese Schichten auch gleichaltrig sind mit dem „Grenzhorizont“ Norddeutschlands und mit dem jüngeren Waldtorf Schreibers, eine Annahme, die erst zum Schluß weiter begründet werden kann.

Nach dieser allgemeinen Trockenzeit erfolgte dann Wiedervernässung und Bildung des jüngeren Moostorfes, aber nur auf den größeren Mooren, Reißzeche und Pechhütte, und auch hier greift er nicht auf die Ränder über, die seit dieser Zeit ihr Wachstum eingestellt haben, schwer verständlicherweise auch dort, wo heute noch starke Vernässung herrscht, wie unter den Rüllen in der Reißzeche (Profil V) und der Pechhütte.

Wenn wir die Profile innerhalb dieses Abschnittes weiter im einzelnen genauer dem Alter nach vergleichen, dann ergibt sich allerdings, daß weder Austrocknung noch Wiedervernässung in den einzelnen Partien und Mooren ganz genau gleichzeitig eingetreten sind. Wir können nur sagen, daß sich die Trockenphasen in einem engen Zeitraum zusammendrängen. Freilich ist die pollenfloristische Abschätzung der Gleichzeitigkeit innerhalb so enger Grenzen viel unsicherer, weil hier die Fehlerquellen, die Zufälligkeiten schon zu sehr ins Gewicht fallen. Es wurde vorbereitend schon bei der Einzelbesprechung auf diese kleinen Zeitdifferenzen hingewiesen. So wurde die Eriophorumbank in A II, nach den niedrigen Tannenprozenten zu schließen, schon beim allerersten Beginn des Tannenanstieges gebildet. Dem gleichen Pollenspektrum entspricht in A I noch Scheuchzeria-torf. Die Probe aus der Unterkante der Waldschicht in I fällt bereits nach dem Schnittpunkt der Tannen-Fichtenkurve. In diesem Horizont der Diagramme ist in II und III bereits Wiedervernässung eingetreten. In III kommt es nochmals zu lokaler Bewaldung bereits nach dem Abfall der Tannenkurve von ihrem ersten Maximum. Dem entspricht in I und II bereits typischer jüngerer Moostorf. Diese geringen Differenzen stehen aber nicht notwendig im Widerspruch mit der klimatischen Deutung. Wie die heutige Oberfläche der Moore ein mosaikartiges Durcheinander von trockenen und nassen Stellen, Bulten, Schlenken, Kolken, Rüllen usw. zeigt, so wird es auch früher gewesen sein. Wenn

nun allmählich eine trocknere Klimaperiode einsetzt, so werden diese verschiedenen Partien nicht gleichzeitig den höchsten Grad der Austrocknung, der zur Verheidung und Bewaldung führt, erreichen, sondern einige früher, andere später. Das gleiche gilt aber auch von der Wiedervernässung. Durch die ungleiche Entwicklung werden sich neue Unebenheiten auf der Oberfläche gebildet haben, die ihrerseits wieder Anlaß zu lokalen Wasseransammlungen, und damit zu regressiven Entwicklungen gaben, so daß zuerst lokal auch noch während einer gemäßigt trockenen Klimaperiode wieder Moostorfbildung eintreten konnte. Es hat in dieser Zeit hier im Erzgebirge keine durchgehende Austrocknung stattgefunden, sondern eine zirkulative Entwicklung, das eben erwähnte Hin- und Herpendeln zwischen lokaler Austrocknung und lokaler Wiedervernässung, wie es nach Nilsson die Moore heute zeigen. Dann aber folgte eine Periode anhaltender Nässe, in der durchgehend die „schwappende Moostundra“, ein zusammenhängender Sphagnumrasen mit nur zerstreutem Eriophorumgehalm die ganze zentrale Partie der großen Moore überdeckte und über 1 m mächtiger jüngerer Sphagnumtorf entstand, so daß sich ein starker Kontrast im Aussehen des Moores in der Grenzhorizontzeit und in der jüngeren Moostorfzeit ergibt. Der Zustand der Moore in der Grenzhorizontzeit war ungefähr derselbe wie heute.

Während der Bildung der Waldschichten müssen wir eine beträchtliche Verlangsamung oder Stillstand der Torfbildung in den betreffenden Partien annehmen, möglicherweise sogar eine Abtragung durch Verwitterung. Es wurde schon vorstehend mehrfach auf eine auffällige Zusammendrängung von einzelnen Abschnitten der Diagramme und „Lücken“ in denselben unter Stubbenlagen hingewiesen, so bei A III, wo die zweite Hälfte der Fichtenzeit mit dem ersten Anstieg der Buchenkurve und ihrem ersten Gipfel fehlt, bzw. auf 10 cm Torf zusammengedrängt ist, aus dem gerade keine Probe entnommen wurde, während sich sonst dieser Abschnitt auf mehrere Proben in größeren Abständen verteilt. In dem Schema wurden solche Lücken auch durch leere Stellen angedeutet. Es war nun die Möglichkeit, daß auch die übrigen Trockenhorizonte der Grenzhorizontzeit solche Lücken bedingen, so daß hier die Belege für ganze Abschnitte der Waldentwicklung fehlen könnten. Diese werden aber ausgefüllt durch den glücklichen Umstand, daß gleichzeitig in andern Profilen die Austrocknung noch nicht eingetreten war oder bereits Wiedervernässung erfolgt war, so in II und III gegenüber I. Der hier gebildete Torf muß den fehlenden Abschnitt enthalten. Dieser Frage galt besonders die Untersuchung von Profil II. Die entsprechenden Proben II, 6—9 sowie III, 9—15, zeigen aber, daß in dieser Zeit keine große Wandlung vor sich gegangen ist. Das steile Abiesmaximum in I ist hier nur breiter auseinandergezogen und in zwei kleinere Gipfel geteilt, zwischen die ein kleiner Buchengipfel fällt, die sonst in der Grenzhorizontzeit eher eine Depression zeigt.

Außer diesen, in die erste Tannenzeit fallenden Trockenhorizonten treten aber auch noch ältere Stubbenlagen in den kleineren Mooren auf, die sich auf den Zeitraum von Beginn der Fichtenzeit bis zum ersten Anstieg der Buchenkurve verteilen. Das wäre ja auch ein bestimmt abgegrenzter Zeitraum, aber sie erscheinen nur in einzelnen Profilen, in dem großen Moore fehlen sie ganz. Hier erfolgt gleichzeitig die Bildung großer Scheuchzerieten. Es ist daher viel zweifelhafter, ob wir auch zu ihrer Erklärung trockene Klimaperioden annehmen sollen. Wenn ja, dann war diese Periode von geringerem Einfluß auf die Entwicklung der Moore. Es kann sein, daß sie weniger ausgeprägt war, es kann aber auch sein, daß sie nur deswegen weniger zur Geltung kam, weil die Moore noch weniger hoch über das Grundwasser emporgewachsen waren und deswegen weniger leicht der Austrocknung verfielen. Wir werden diese Frage, wie alle bisher gezogenen Schlüsse noch an den andern Mooren zu überprüfen haben.

Es liegt bereits eine Reihe von neun mehr oder weniger vollständigen Diagrammen und außerdem eine Reihe von Stichproben von räumlich ziemlich weit voneinander entfernten Profilen des Gottesgaber Moorkomplexes vor. Die Diagramme zeigen alle dasselbe Gesamtbild selbst bis zu mehreren kleineren Schwankungen herunter. Wenn sie nicht die ganze Schichtenfolge wie das Hauptprofil I umfassen, so stellen sie ganz deutlich einen ganz bestimmten Abschnitt aus dem Hauptdiagramm dar. Die Hauptzüge der Übereinstimmung seien noch einmal kurz zusammenfassend hervorgehoben: die Aufeinanderfolge der Kiefern-, Fichten-, Tannen- und Buchendominanz, das *Corylus maximum*, immer an derselben Stelle vor dem Schnittpunkt der Kiefern-Fichtenkurve, im ersten Teil der Fichtenzeit häufig ein zweiter, kleinerer *Corylusgipfel* und das Maximum des Eichenmischwaldes, erstes Auftreten des Buchenpollens in der Mitte der Fichtenzeit, Tanne immer nach der Buche. In der zweiten Hälfte des Fichtenabschnittes erst Anstieg der Buchenkurve, dann steiler Anstieg der Tannenkurve, dann wechselnde Dominanz der Tanne, Buche und Fichte, wobei durchschnittlich die Tannenkurve am höchsten liegt. Die einzelnen Schwankungen innerhalb dieses Zeitabschnittes können in den drei Profilen des jüngeren Moostorfes nicht mit voller Eindeutigkeit in Einklang gebracht werden, hierzu waren die Proben nicht dicht genug genommen und es spielen hier bei den geringen Differenzen der Prozente die Fehlerquellen eine zu große Rolle. Von der zweiten Hälfte der Fichtenzeit ab starkes Sinken der Laubholzkurven, mit Ausnahme der Buche, auf das gegenwärtige Minimum. Größere Ungleichheiten zeigen die Birken- und die Kiefernkurve, die offenkundig lokal bedingt sind durch ihr Auftreten auf der Mooroberfläche selbst. Besonders bemerkenswert ist noch, daß sich diese Übereinstimmung der Diagramme ergibt auch bei ganz verschiedenem Aufbau der Profile. Es spielt gar keine Rolle, was für Torfarten miteinander wechseln, ob stark oder schwach zersetzte, mit guten oder schlechten Erhaltungsbedingungen. Das beweist alles, daß die Diagramme kein bloßes Zufallsergebnis

der Pollenmischung sein können, daß auch die eingangs auseinandergesetzten Bedenken über mögliche sekundäre Veränderungen der Pollenspektren kaum zutreffen. Es gibt für diese Übereinstimmung nur die eine Erklärung, daß sie auf den tatsächlichen Veränderungen in der Waldzusammensetzung in der weiteren Umgebung der Moore beruht, wobei nach den Oberflächenproben die „weitere Umgebung“ auch noch die tieferen Lagen des Gebirges und einen Umkreis von etwa 5—10 km umfaßt.

Wir kommen damit zu folgenden Schlüssen auf die Waldentwicklung der Umgebung von Gottesgab. Wir fanden zu Beginn der Torfbildung eine so entschiedene Dominanz des Kiefernpollens, daß wir hier die Frage nach dem Verhältnis von Pollenmenge zur tatsächlichen Individuenmenge gar nicht zu stellen brauchen, sondern unzweideutig auf eine unbedingte Vorherrschaft der Kiefer schließen müssen. (Von Gehölzen, deren Pollen nicht erhalten ist, wie etwa *Populus*, muß bei diesen Schlüssen natürlich abgesehen werden.) Neben der herrschenden Kiefer sind nur noch Birken und Weiden untergeordnet im Pollenspektrum vertreten. Es ist selbstverständlich, daß aus dem konstanten Fehlen des Pollens einer Baumart noch nicht mit voller Sicherheit auf deren tatsächliches Fehlen geschlossen werden kann. Aber solche Arten können höchstens eine ganz untergeordnete Rolle gespielt haben. Der schon früher gebrauchte Ausdruck „Kiefernzeit“ für diese Periode der Waldentwicklung ist gewiß berechtigt. Leider konnte aber nicht festgestellt werden, um welche Kiefernart es sich handelt, da der Pollen der in Betracht kommenden Arten, *P. silvestris* und *montana*, nicht unterschieden werden kann, was uns auch Herr Professor Weber bestätigte, und makroskopische Funde von Zapfen, Nadeln von uns nicht gemacht wurden. Wir müssen uns auf einen Wahrscheinlichkeitsschluß beschränken, der auf *P. silvestris* führte und weiter unten näher zu begründen sein wird. Eine andere Frage ist die, ob wir in diesem Zeitabschnitt überhaupt schon von „Wäldern“ zu sprechen haben. Es war aufgefallen, daß die Grundproben mehrerer Profile aus der Kiefernzeit sehr pollenarm sind, während bald darüber die Pollendichte rasch ansteigt. So erschienen in den ersten beiden Proben von Profil I nur 75 Körner in einem Präparate, bei der Grundprobe der „Pechhütte“ gar nur 8, während spätere Proben deren 300 bis 600 oder mehr aufwiesen. Man muß zunächst daran denken, daß die Pollenarmut mit der allgemeinen starken Zersetzung der unteren Proben in Zusammenhang steht, die auch wenig figurierte Bestandteile makroskopisch erkennen lassen. Diese Schichten sind noch sehr mineralstoffreich und die Entwicklung der Verwesungsorganismen könnte dadurch begünstigt worden sein. Dagegen sprechen aber wieder Grundproben aus andern Profilen, wo die Moorbildung erst in der Haselzeit einsetzt, die gleich stark zersetzt und reich an Mineralsplittern, doch normale Pollendichte erkennen lassen. Die Pollendichte zeigt auch in späteren Proben sehr bedeutende Schwankungen und sinkt manchmal aus unbekanntem Ursachen wieder auf ein ähnliches Minimum herunter, um

in der nächsten Probe sofort wieder auf das normale Maß zu steigen, so daß man vorläufig aus der Pollendichte noch keine sicheren Schlüsse ziehen kann und die Frage offen bleiben muß. Es gibt auch Proben aus der reinen Kieferzeit mit normaler Pollendichte.

In dieser Kieferzeit erfolgt nun das erste Auftreten von Hasel, Fichte, Linde, Ulme, Eiche, Erle, nach den niedrigen Pollenprozenten zu schließen, anfangs ganz sporadisch oder erst in größerer Entfernung. Die genaue Reihenfolge des ersten Auftretens konnte nicht ermittelt werden. Nach der Mehrzahl der Fälle aber läßt sich feststellen, daß Hasel und Fichte konstant unter den ersten zu finden sind und häufig die Vorläufer der übrigen bilden. Von den Eichenmischwaldbildern erscheinen in der Mehrzahl der Fälle Ulme und Linde früher als die Eiche und auch als die Erle. Unter allen diesen gewinnt die Hasel zuerst an Verbreitung. In jähem Anstieg erhebt sich die Haselkurve zu einem außerordentlichen Maximum, wie es nur in dieser eng begrenzten Zeit von ihr erreicht wird. Die absolute Menge des Haselpollens übertrifft stellenweise (Mongolei Ost) die Gesamtmenge des übrigen Waldbaumpollens, im Minimum erreicht sie doch die Hälfte desselben. Für diese große Menge von Haselpollen, allein in dieser Zeit, gibt es gar keine andere Erklärung, als daß die Hasel in dieser Zeit auf dem Kamm des Gebirges selbst, in nächster Nähe des Moores, vielleicht auch auf diesem selbst vorgekommen sein muß. Das wird ja auch bestätigt durch die vielfach angegebenen Funde von Haselnüssen in den unteren Torfschichten. Sie hat danach sogar den kalten Moorboden, den sie heute fast ganz meidet, in dieser Zeit bewohnt. Aber nicht nur die Gegenwart der Hasel überhaupt wird durch die Pollenanalyse von neuem bestätigt, sie gibt auch ein quantitatives Bild von ihrem Vorkommen, das besagt, daß die Hasel damals eine großartige Verbreitung in dieser hohen Gebirgslage gehabt haben muß, da ihre Pollenmenge nahe an die der Kiefer heranreicht, wobei kaum anzunehmen ist, daß ihre Pollenproduktion wesentlich größer als die der Kiefer sein kann. Lokale Bedingtheit der hohen Haselprozentage durch Haselsträucher auf dem Moore selbst reicht zur Erklärung keineswegs hin. Dazu sind ihre makroskopischen Reste doch viel zu spärlich (von uns überhaupt nicht getroffen). Wir sehen z. B., daß die Birkenkurve in Horizonten, die ganz von Birkenholz gebildet werden, nur um 10—20 % um ihren durchschnittlichen Betrag erhöht wird (vgl. Diagramm 5, Probe 6).

Die Hasel muß in dieser Zeit entweder als Unterholz in den Kieferwäldern oder viel wahrscheinlicher auch in ausgedehnten reinen Beständen aufgetreten sein, denn ihre heutige gewöhnliche Mutterformation, der Eichenmischwald, kann damals noch keine ausgedehnten Bestände am Kamm gebildet haben. Die Eichenmischwaldkurve steigt hier erst in der Mitte der Haselzeit an und erreicht erst nach derselben ihr Maximum.

Daß das Vorkommen der Hasel in dieser Höhenlage im Widerspruch mit den heutigen Verhältnissen steht, war schon

wie oben erwähnt, 1722 Carlowitz aufgefallen. Es gibt in der Tat in der weitesten Umgebung von Gottesgab in der Kammlage keine Spur von einem Haselstrauch, auch nicht auf dem warmen Basaltboden des Spitzberges. Drude sagt über die Verbreitung der Hasel in der Herzynia (I, S. 123): „Durch das ganze Gebiet in den meisten Laubwäldern, fehlend in Nadelwäldern, berührt die Gebirgswälder nur im unteren Grenzgebiet bis ca. 550 m. Standorte von 700—900 m sind selten.“ Und in der Anmerkung hierzu: „Die Verbreitung des Haselstrauches verdient noch eingehender beobachtet zu werden. In den Bergwäldern selbst hat sie eine andere Grenze als auf lichten Höhen und Felsen. So notierte ich an der Milseburg, Rhön, in 810 m dichte Haselgebüsche mit gutem Fruchtansatz auf sonnigen Phonolithböden, ganz frei vom Walde, fast in gleicher Höhe auch auf Lausitzer Basalten. Den höchsten absoluten Standort fand ich an der grasigen Kuppe des hohen Bogens im Böhmerwald bei 960 m.“ R. Beck sagt über die Verbreitung der Hasel im sächsischen Erzgebirge: Erhebt sich nur in wenigen Revieren über 600 m, mittlere obere Grenze im Erzgebirge bei 545 m. Nach den Bodenansprüchen: Auf Torf oder trockenem Diluvialsand zurücktretend. Männel erwähnt (l. c. S. 336) bei Besprechung der Haselnußfunde im Erzgebirgsmooren ein Vorkommen auf dem Pöhlberge bei Annaberg (832 m), das „noch ein Überbleibsel ihrer früheren Verbreitung sein mag“.

Wir haben also in Gottesgab in 1000 m Höhe ein Massenvorkommen der Hasel in dieser Kiefern-Haselzeit festzustellen noch oberhalb des höchsten bekanntgegebenen seltenen und vereinzelt heutigen Vorkommens im Gesamtgebiet der Herzynia. Sie war also damals weit über ihre heutige Höhengrenze hinaus verbreitet. Es ist nun nächstliegend, aus dieser Tatsache denselben Schluß zu ziehen, den G. Andersson für Schweden aus der gleichen Feststellung gezogen hat, daß in dieser Zeit ein wärmeres Klima mit höheren Sommertemperaturen geherrscht habe als heute. G. Andersson berechnete bekanntlich eine um $2,5^{\circ}\text{C}$ höhere Sommertemperatur für dieses schwedische Klimaoptimum. Nehmen wir nach den Angaben die heutige Höhengrenze häufigeren Vorkommens im Erzgebirge mit 600 m an, so reichte ihre Massenv Verbreitung also damals mindestens 400 m höher hinauf. Versuchen wir danach auch eine ganz grob annähernde Berechnung, um wieviel die Sommertemperatur damals in Gottesgab höher gewesen sein müßte als heute, wenn die Temperatur der allein ausschlaggebende Faktor für die Erhöhung der Höhengrenze gewesen wäre. Der Temperaturabfall im Jahresmittel beträgt auf der SO-Seite des Erzgebirges nach Augustin $0,58^{\circ}$ per 100 m. Das wären für 400 m Höhendifferenz $2,32^{\circ}$ Temperaturunterschied. Mittlere Sommertemperatur auf der SO-Seite in 600 m Höhe nach Augustin: $14,77^{\circ}$, in 1000 m Seehöhe $12,33^{\circ}$, Differenz: $2,44^{\circ}$. Differenz des Jahresmittels auf der N-Seite des Erz-

gebirges zwischen 600 und 1000 m nach P. Schreiber 2,26°. Wenn wir also für Gottesgab in der Zeit des Haselmaximums dieselbe Temperatur annehmen, die heute an der oberen mittleren Höhengrenze der Hasel (zirka 600 m) herrscht, so muß sie damals im Jahresmittel um 2,26—2,32° und im Sommermittel um 2,44° höher gewesen sein als heute. Diese roh ermittelten Zahlen kommen auffallend denen nahe, die Andersson für Schweden errechnete. Es ist nun allerdings ganz sicher, daß die Höhengrenzen einer Art nicht von einem Faktor, etwa der Temperatur, allein bestimmt werden. Brockmann-Jerosch hat uns vor kurzem erst wieder gezeigt, daß die Kombination verschiedener Faktoren, vor allem der Gesamtcharakter des Klimas (auch die Feuchtigkeitsverhältnisse), entscheidend ist. Dazu kommt auch noch die Konkurrenz. Die Hasel hatte damals nur die Kiefer als Massenkongruenten, so daß es möglich ist, daß sie damals auch unter etwas weniger günstigeren Klimabedingungen eine größere Verbreitung gewinnen konnte. Aber ohne die Annahme einer höheren Temperatur ist kein Auslangen zu finden. Die Hasel hätte auch heute genügend konkurrenzfreie Standorte im Erzgebirge, wo sie sich hätte behaupten können, wie auf den von Druede erwähnten Basaltgipfeln mit ihren Schotterfeldern.

Wir können nun nach diesen Feststellungen erneut auch die Frage überprüfen, welche Kiefernart in der Kiefernzeit die Vorherrschaft hatte. Als mir zum ersten Male bei der Untersuchung der Grünwalder Heide das starke Überwiegen des Kiefernpollens über den Fichtenpollen auffiel, noch lange vor dem Bekanntwerden mit der Postschen Methode und der Feststellung des Haselmaximums, dachte ich zunächst daran, daß vielleicht am Anfange der Moorbildung noch ein subalpiner Knieholzgürtel oberhalb der Waldgrenze im Erzgebirge bestand, und daß der Fichtenwald erst später seine Grenze auf den Kamm hinaufgerückt hätte. Dieser Gedanke war anfangs sehr naheliegend, wenn auch der gleichzeitige Fund von Birkenhölzern schon bedenklich machen mußte. Nach Feststellung der Haselzeit kann natürlich von einem solchen Knieholzgürtel oberhalb der Waldgrenze nicht mehr die Rede sein. Als Gesellschafter der Hasel ist zweifellos die gemeine Kiefer viel eher zu denken als die Bergkiefer. Wenn der Haselstrauch den Kamm erreichen konnte, ist dies für *Pinus silvestris* selbstverständlich auch ohne weiteres anzunehmen, wenn sie auch heute nicht mehr beständebildend am Kamm vorkommt. Dieser Schluß gilt aber zunächst nur für den Haselabschnitt der Kiefernzeit, noch nicht für die reine Kiefernzeit. Es wäre aber an sich schon sehr gezwungen, an einen völligen Artenwechsel innerhalb der Kiefernzeit zu denken. Es ist ohne weiteres möglich, daß das günstigere Klima schon vorher geherrscht hat — wenn wir überhaupt ein solches für die Kiefernverbreitung annehmen müssen —, da die Hasel eine geraume Zeit gebraucht haben wird, ehe sie in das Gebiet gelangte und das Maximum ihrer Verbreitung erreichte. Die Kiefer kann ihre Vorläuferin gewesen sein, die zuerst zum Kamm aufstieg, sie

kann auch schon lange vor Beginn der Moorbildung hier zu Hause gewesen sein.

Es ist natürlich nicht auszuschließen, daß *Pinus montana* auch noch daneben vorkam und daß die Kiefernkurve eine Mischkurve aus beiden Arten darstellt, in der aber der *Pinus silvestris* der Hauptanteil zufällt, doch kann man darüber im Zweifel sein. Schreiber bemerkt (Auen und Filze des Böhmerwaldes, S. 9), daß „nach Schwinden der Eiszeit im Böhmerwald schon Fichte, Birke und Schwarzerle einwanderten, daß aber die Latsche, die wenigstens in Holzresten vorhanden sein müßte, damals im Gebirge nicht vorkam, während sie jetzt die Hauptpflanze der Hochmoore ist“. Er gibt ausdrücklich die gemeine Kiefer vom älteren Waldtorf an. Die Latsche (*P. montana*) habe sich erst im älteren Moostorf vereinzelt auf den Mooren eingefunden. Im jüngeren Waldtorf erschien sie zum erstenmal bestandbildend auf den Mooren. Er glaubt, daß sie während der älteren und jüngeren Moostorfzeit einen ziemlich geschlossenen Bestand auf Mineralboden über den ganzen Böhmerwald gebildet habe, also einen Knieholzgürtel — eine Vorstellung, die mit unsern Feststellungen schwer vereinbar sein wird —, daß sie aber während der trockeneren jüngeren Waldtorfzeit durch die Konkurrenz der andern auf die Moore verdrängt wurde. Wir entnehmen daraus, daß er auch makroskopisch *Pinus silvestris* in den unteren Moorschichten feststellte, *Pinus montana* erst in den oberen. Er verweist auch mehrfach auf die Übereinstimmungen zwischen Böhmerwald und Erzgebirge. Zu gleichen Feststellungen war ich im breiten Moos in Südböhmen gekommen. Wenn die Bergkiefer (*P. uncinata*) von Anfang an im Erzgebirge vorkam, so müßte in der Tat ein völliger Standortswechsel während der Moorbildungszeit eingetreten sein, da im ersten Stadium derselben noch gar nicht die Standorte, die sie heute einnimmt, der nährstoffarme Hochmoorboden, vorhanden waren. Sie müßte damals auf Mineralboden vorgekommen sein, auf dem sie heute wenigstens im Erzgebirge ganz fehlt. Daß diese Verschiebung des Standortes durch Konkurrenz zustande gekommen sei, wäre eine ganz plausible Erklärung, zumal dieselbe Unterart in andern Gebirgen an und über der Waldgrenze auch von Mineralboden angegeben wird, aber man wird auch die Möglichkeit im Auge behalten müssen, daß sie tatsächlich erst später in das Erzgebirge einwanderte.

Die Fichte ist noch bis zum Höhepunkt der Haselzeit durch sehr niedrige Prozente vertreten, von da ab aber muß sie sich rasch ausgebreitet haben. Kurz nach dem *Corylus maximum* gewinnt sie die Oberhand über die Kiefer, offenkundig auch absolut. Ihr Pollen dominiert von nun an bis zum Grenzhorizont. Die Differenz gegenüber den übrigen Pollenprozenten ist so bedeutend, daß wir auch bei aller Berücksichtigung ihrer höheren Pollenproduktion gegenüber den Laubhölzern doch eine tatsächliche Dominanz der Fichte annehmen müssen. Nur für den letzten Abschnitt mit den bereits hohen Buchenprozenten wird sie zweifelhaft.

Die Hasel muß während der Fichtenausbreitung auch absolut stark zurückgegangen sein. Sie zeigt aber in der ersten Hälfte der Fichtenzeit noch immer wesentlich höhere Prozente als heute. In dieser Zeit erreicht auch der Eichenmischwald sein Maximum, und zwar ist es die Regel, daß innerhalb des Laubwaldes dieser Zeit zuerst Ulme und Linde vorherrschend waren, während die Eiche erst von der Mitte der Fichtenzeit ab das Übergewicht gewinnt und dauernd bis zum Schlusse behauptet. Die Eichenmischwaldkurve wird in ihrem älteren Teil vorwiegend von Ulme und Linde, später ganz überwiegend von der Eiche gebildet.

Diese Laubhölzer sind im Diagramm infolge ihrer geringeren Pollenproduktion, die bei der Eiche auch nur in bestimmten Blühjahren ihr Maximum erreicht, sicher unterrepräsentiert. Wir werden also eine noch stärkere Beteiligung dieser Laubbäume an der Waldzusammensetzung der Umgebung anzunehmen haben, als die Pollenprozente anzeigen. Da eine Vergesellschaftung dieser Lichtarten mit der Fichte nicht sehr wahrscheinlich ist, werden sie gesonderte Bestände gebildet haben, gemischte Laubwälder, wie wir sie heute vom Hügelland kennen. Die Haselkurve geht in mehreren Fällen ganz auffallend parallel mit der Eichenmischwaldkurve und erreicht mehr weniger gleichzeitig mit dieser ihr zweites kleineres Maximum. Das spricht dafür, daß die Hasel nunmehr als Unterholz in den Laubwald eingetreten ist und von nun an die Schicksale desselben teilt. Dieser Eichenmischwald mit Hasel als Unterholz wird seine Hauptverbreitung an den Hängen des Gebirges gehabt haben, etwa an Stelle der heutigen Buchenwälder, sicherlich in höherer Lage als heute. Erdtmann fand in Oberflächenproben aus der Nähe großer Eichenwälder auch nur 8,5 % Quercuspollen (siehe S. 23). Dieser Betrag wird von den einzelnen Arten mehrfach erreicht, von ihrer Summe beträchtlich überschritten, so daß es sogar wahrscheinlich ist, daß sie in nächster Nähe des Moores, also auf dem Kamme selbst, noch vorkamen. Durch Weittransport allein können diese verhältnismäßig hohen Prozente nicht erklärt werden, wie unsere rezenten Oberflächenproben zeigen.

Alle diese Arten fehlen heute der Umgebung von Gottesgab gänzlich. Über ihre Höhengrenzen im sächsischen Erzgebirge macht R. Beck folgende Angaben:

Tilia: „Fehlt den höher gelegenen Partien des Erzgebirges. Im natürlichen Vorkommen kulminiert sie bei 590 m. Ihre mittlere obere Grenze erreicht sie im Erzgebirge schon bei 470 m. Durch Kultur ist sie meist in einigen wenigen Exemplaren in höhere Lagen gebracht worden.“

Ulmus: „Wie die Linde nur sporadisch im Gebiete verbreitet. Fast vollständig fehlend in den höher gelegenen Forstbezirken des Erzgebirges. Ihr natürliches Vorkommen reicht ausnahmsweise bis 750 m (Rehefeld). Mittlere obere Grenze im Erzgebirge bei 596 m.“

Quercus pedunculata: „Mittlere Höhengrenze für Bestände 420 m, als Mischholz 570 m, künstlich angepflanzt bis 835 m. Im allgemeinen ein Baum der Ebene und des Hügellandes.“

Quercus sessiliflora bleibt noch niedriger.

Es ist wahrscheinlich, daß die Höhengrenzen auf dem böhmischen Südhang etwas höher liegen, doch sind uns keine näheren Angaben darüber bekannt. Keineswegs erreichen sie im natürlichen Vorkommen den Kamm des Gebirges und die Höhenlage von Gottesgab. (Angepflanzt sieht man Ulmen noch auf dem Stadtplatz von Gottesgab, ebenso Linden in Platten in 891 m S. H. Beim Abstieg ins Egertal traf ich sie vereinzelt und angepflanzt von etwa 800 m an.)

Es ergibt sich mit größter Wahrscheinlichkeit, daß auch diese Gehölzarten über ihre heutige Höhengrenze hinaus verbreitet waren, wenn auch nicht in gleicher Massenverbreitung wie anfangs die Hasel. Das macht auch für diesen Abschnitt, die erste Hälfte der Fichtenzeit, die Annahme einer höheren Temperatur wahrscheinlich. Gewiß werden auch hier die Konkurrenzverhältnisse bei der ehemaligen größeren Verbreitung mitgespielt haben. Es fehlten ja damals noch Buche und Tanne im Waldbestand. Sie konnten daher noch Plätze besiedeln, von denen sie heute besonders durch die Buche verdrängt sind. Die Konkurrenz der Fichte hatten sie aber auch damals schon zu bestehen. Für die Zurechnung der Fichtenzeit zu dieser Wärmezeit spricht auch noch das häufige Vorkommen von *Phragmites*, daß in diesen Abschnitt noch weit hineinreicht. *Phragmites* bildet einen weiteren Zeugen für die Wärmezeit von der Hasel- bis in die Fichtenzeit. Als solchen wurde sie ja auch von Schreiber schon angesprochen. Das Schilf fehlt heute in der Tat dem Gebirgskamme gänzlich. Ich habe etwa 20 Teichverlandungen im Erzgebirge besichtigt, aber niemals eine Spur von *Phragmites* gesehen. Die Verlandung erfolgt hier durchwegs durch *Equisetum limosum* und Cariceten, besonders *Carex rostrata*, dazu noch *Glyzeria fluitans*, *Juncus filiformis*, *Phalaris*, *Agrostis canina* und einige andere. Die typischen Verlander des Hügellandes, wie *Typha*, *Phragmites*, *Scirpus lacustris*, fehlen durchwegs. Zu *Phragmites* gesellen sich in den Gottesgaber Torfschichten dieses Abschnittes noch *Iris pseudacorus* und *Scirpus silvaticus* als Elemente, die hier heute auf tiefere Lagen beschränkt sind. Wir kommen also zu dem Schluß, daß die Wärmezeit zum mindesten noch einen Teil der Fichtenzeit umfaßt. Keinesfalls kann dieser dem älteren Moostorf entsprechende Abschnitt kälter gewesen sein als heute.

Eine andere Frage ist es, ob das Wärmeplus in der Fichtenzeit noch dasselbe Ausmaß erreichte wie beim *Corylus maximum*. Der rasche Abfall der *Corylus*-kurve von ihrem Gipfel könnte auf einen gleich raschen Temperaturabfall, auf ein geringeres Plus deuten. Wir sehen aber, daß gleichzeitig mit diesem Abfall der *Corylus*-prozent die Fichtenkurve steigt, und da ist es denn auch möglich, daß der Haselstrauch nur durch die Konkurrenz der neu

auftretenden Fichte von vielen Stellen verdrängt und in seiner Ausbreitung eingeschränkt wird. Es läßt sich so die Lage des Klimaoptimums weder nach rückwärts noch nach vorwärts nach den bisherigen Ergebnissen sicher abgrenzen.

In der Mitte der Fichtenzeit erfolgt das erste Auftreten der Buche. Daß kein einziges der untersuchten Profile in älteren Abschnitten auch nur ein einziges Buchenkorn ergeben hat, macht auch ein sporadisches Vorkommen in der Kiefern- und Haselzeit unwahrscheinlich. Sie muß von fern her zugewandert sein. Sie gewinnt dann rasch an Ausbreitung und erreicht noch innerhalb der Fichtenpollendominanz die durchschnittliche Höhe ihrer Prozente in der folgenden Zeit. Bei ihrer geringeren Pollenproduktion im Verhältnis zur Fichte ist es fraglich, ob im späteren Teil dieses Abschnittes der Diagramme die Fichte wirklich noch die entschiedene Vorherrschaft hatte. Die Tanne erscheint ganz regelmäßig erst nach der Buche. Ihre Kurve steigt dann aber so steil an, daß man glauben möchte, daß sie nicht lange erst einzelne Vorläufer vorausgeschickt habe, sondern gleich in ganzen Beständen angerückt gekommen sei. Allerdings kann diese Steilheit auch durch die Verlangsamung des Moorwachstums bei Beginn der Grenzhorizontzeit bedingt sein. Innerhalb dieser Zeit erreicht sie ihr erstes Maximum, indem sie wahrscheinlich auch absolut über alle andern Arten dominiert. Diese große Ausbreitung der Tanne fällt gerade in die trocknere Klimaperiode des Grenzhorizontes, was etwas unerwartet ist. Vom Anstieg der Buchenkurve an waren die Eichenmischwald- und Haselkurve auf ihr Minimum unter 5 % gesunken und bleiben von da ab in der tiefen Lage. Dieses Herabdrücken der Kurven ist in erster Linie relativ, weil immer mehr Arten mit hohen Prozenten in die Gesamtsumme des Waldbaumpollens eintreten. Es entspricht ihm aber sicher auch ein absoluter Rückgang dieser Arten, denn Hasel-, Linden-, Ulmenpollen werden immer mehr zu Seltenheiten in den Präparaten. Es spricht sich darin der Sieg von Buche und Tanne im Konkurrenzkampf aus.

Es folgt nun in der jüngeren Moostorfzeit ein Zeitalter, in dem Tanne, Fichte und Buche miteinander in der Vorherrschaft wechseln. Scheinbar ist auch die Kiefer an diesem Wettstreit mit beteiligt, aber das ist offenbar nur lokal bedingt durch die Moorkiefer (*P. uncinata*), die sich jetzt, anfangs vereinzelt, auf dem Moore anzusiedeln beginnt. Möglicherweise sind auch die zeitweisen Erhöhungen der Fichtenprozente durch Fichtengruppen auf den Mooren hervorgerufen.

Die Wälder in der Umgebung dieser Moore müssen also in dieser Zeit aus Tanne, Fichte und Buche zusammengesetzt gewesen sein, ob in gemischten Beständen, oder etwa Buche und Tanne einerseits, Fichte andererseits in gesonderten Beständen, sei noch dahingestellt. Im allgemeinen scheint die Tanne überwogen zu haben, doch werden wir der Buche auch hier wieder einen größeren Anteil zuzuschreiben haben, als die Pollenprozente anzeigen.

Dieser Zeitabschnitt, in dem Buche und Tanne in den Wäldern auf der Hochfläche von Gottesgab, wo sie heute ganz fehlen, weit verbreitet waren und zeitweise dominierten, reicht bis zum Schluß der Torfbildung. Erst die letzten Proben aus dem Abraum zeigen den Übergang zu den heutigen Verhältnissen an, Alleinherrschaft der Fichten in der Umgebung und der Moorkiefer auf den Mooren. Es erhebt sich die Frage, ob diese Senkung der Höhengrenzen von Buche und Tanne durch eine Klimaänderung oder durch die Kultur bedingt ist. Diese Frage soll erst am Schluß zusammenfassend erörtert werden.

Wir haben damit ein umfassendes Bild der Waldentwicklung in der Umgebung von Gottesgab gewonnen mit einigen wichtigen Schlüssen auch für die Klimageschichte, basierend auf der guten Übereinstimmung der Pollendiagramme. Die andern Moorgruppen werden nun zu zeigen haben, ob diese Waldgeschichte nur von lokaler Bedeutung für Gottesgab war, oder ob sie für das ganze Erzgebirge gilt, und alle bisherigen Schlüsse werden an ihnen weiter zu überprüfen sein.

Wir besprechen zunächst noch ein Moor der höheren westlichen Gruppe.

2. „Der große Kranichsee“. (Diagr. Nr. 9 Taf. VIII.)

Das große Kranichseemoor liegt bei Carlsfeld-Sauersack in 930 m S. H. zu beiden Seiten der Reichsgrenze, zwischen Johanngeorgenstadt und Frühbuß in der Übersichtskarte S. 5. Es sollte die Entwicklungsgeschichte von Moor und Wald im westlichen Flügel des Erzgebirges anzeigen. Es ist ein ganz typisches bultwüchsiges Knieholzmoor von 10 km Umfang, ausgezeichnet aber durch eine größere Anzahl ausgedehnter Mooraugen, die auch die Bezeichnung „See“ veranlaßt haben dürften. Der sächsische Anteil des Moores ist bereits als Naturschutzgebiet erklärt. Seine rezente Vegetation wurde schon von Naumann anschaulich geschildert. Am Rande dieser Mooraugen hat *Scheuchzeria* noch einen ihrer wenigen Reliktstandorte im Erzgebirge neben *Carex limosa*. Die Verlandung der Mooraugen erfolgt überwiegend durch Schwinggrasen von Sphagneen (*Sph. cuspidatum*, *molluscum*, *contortum*). Stellenweise bilden sie bereits eine tragfähige Decke, die von *Oxycoccus* dicht übersponnen und auch von *Drosera rotundifolia* und auch *longifolia* reichlich besiedelt ist. Die Waldvegetation der näheren Umgebung ist noch dieselbe wie bei Gottesgab: Alleinherrschaft der Fichte. Auf dem ganzen Kammweg von Gottesgab bis zum Kranichsee traf ich eine einzige junge Buche. Das Moor liegt in einer Mulde, die von einem Hochsattel an der Grenze gegen Böhmen herunter hängt. Das anstehende Gestein ist Granit. Die Mächtigkeit des Torflagers wird in den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Sachsens, Sektion Eibenstock, mit 10—12 m angegeben. Es ist aber nur an seinem untern Ende durch einen ganz kleinen Torfstich aufgeschlossen, durch den eben erst das Randgehänge des Moores angebissen ist, so daß wir hier kein Bild von dem Gesamtaufbau des Moores

und der gesamten Schichtenfolge gewinnen können. Der Aufbau der Stichwand gleicht auch ganz dem der Randprofile von Gottesgab (A-I, C-Ost, D-Ost), zu unterst 20 cm stark zersetzter Riedtorf mit kaum mehr erkennbaren Pflanzenresten, darüber folgt sofort Eriophoretum-Sphagnetumtorf, im unteren Teile noch reichlich von *Scheuchzeria* durchsetzt. Eine deutliche Stubbenlage fehlt, doch läßt der ganze Hochmoortorf eine dunklere untere und lichtere obere Partie unterscheiden. Die Grenze zwischen beiden Partien ist nicht scharf, der Übergang im Zersetzungs-zustand nicht auffällig sprunghaft, immerhin kann man nach dem Farbenkontrast von einem Kontakt zwischen jüngeren und älteren Moostorf sprechen. Vereinzelt Wurzelstöcke treten erst von diesem Kontakt an häufiger in der oberen Partie auf.

Das Pollendiagramm zeigt wieder Übereinstimmung in allen Hauptzügen mit denen von Gottesgab. Die Torfbildung beginnt in diesem Profil bereits mit dem Haselmaximum, das hier in der 70 m tieferen Lage bereits beträchtlich höher liegt als in den meisten Gottesgaber Mooren, es fällt aber genau wie dort vor den Anstieg der Fichtenkurve. Es folgt dann wieder der ausgeprägte Fichtenabschnitt. Im ersten Teil der Fichtenzeit ein hohes Eichenmischwaldmaximum. Ulme und Linde erscheinen zuerst, Eiche und Erle eine Probe später. Der erste Buchenpollen tritt hier etwas früher auf als in Gottesgab, kurz nach Beginn der Fichtenpollendominanz und mit ihm auch schon *Carpinus*. Die rationelle Buchengrenze, der Kurvenanstieg liegt aber an gleicher Stelle, in der Mitte der Fichtenzeit. Die Buche erreicht bereits in der zweiten Hälfte der Fichtenzeit wie dort ihr erstes Maximum. Die Tanne folgt wieder der Buche nach und nimmt dann rasch zu. Der Abschluß der Torfbildung fällt wieder mit dem ersten Tannenmaximum, also etwa mit dem Ende der Grenzhorizontzeit in Gottesgab zusammen, wie in den Randprofilen und kleineren Mooren von Gottesgab. Der eigentliche jüngere Moostorf würde wahrscheinlich auch hier erst in den zentralen Partien des Moores getroffen werden, wofür schon die angegebene große Mächtigkeit spricht.

Nach dieser Übereinstimmung der Diagramme vom *Corylus*-maximum bis zur Tannenzeit werden auch alle für Gottesgab für diesen Zeitabschnitt gezogenen Schlüsse auf die Wald- und Klimageschichte somit auch für das westlichste Erzgebirge Geltung haben.

Wir wenden uns nun den Hochmooren auf dem niedrigeren östlichen Kamm des Gebirges zu, die in Höhen von 820—860 m liegen, also 100—150 m tiefer. Wir müssen erwarten, daß sich aus dieser tieferen Lage einige Abänderungen des bisherigen Bildes der Diagramme und der Waldgeschichte ergeben.

3. Die Hochmoore bei Sebastiansberg.

(Taf. I, Phot. 1, 2 — Taf. VII, Diagr. 8 — Taf. IX, 10 — Taf. X.)

Im östlichen Teil des Erzgebirgskammes erreicht die Hochmoorbildung bei Sebastiansberg ihre großartigste Entwicklung,

um dann von hier aus gegen Osten mehr und mehr an Anzahl und Ausdehnung der einzelnen Moore abzunehmen. Hier befindet sich auch der Sitz der weithin bekannten Moorkulturstation Sebastiansberg, die unter der Leitung von H. Schreiber steht, der auch ein schönes Moormuseum in dieser Stadt begründet hat. Über das gesamte Moorwesen von Sebastiansberg in naturwissenschaftlicher und praktischer Hinsicht unterrichtet uns ein von Schreiber verfaßter Führer (Das Moorwesen v. S. 1913), dem auch die meisten der im allgemeinen Teil dieses Abschnittes gebrachten Daten entnommen sind.

Die Vegetationsverhältnisse der nächsten Umgebung der Moore weichen noch wenig von denen von Gottesgab ab, wenigstens in der Waldzusammensetzung, wenn wir uns hier auch bereits näher der heutigen Buchenwaldgrenze befinden. Die Fichte hat auf dem Kamme noch immer fast die Alleinherrschaft. Buche und Tanne höchstens ganz vereinzelt eingestreut. Nach den Angaben von K o ř i s t k a entfallen im Gerichtsbezirk Sebastiansberg auf den Fichtenwald 99,3 % der gesamten Waldfläche, während nur 0,56 % von gemischten Wäldern und 0,14 % von Laubwäldern eingenommen werden, wobei aber noch zu beachten ist, daß der Bezirk auf den Hang des Gebirges übergreift. Auf dem Südhang des Gebirges, in den das nach Komotau ziehende Grundtal tief eingeschnitten ist, erreichen die Buchenwälder in einer Höhenlage von 400—750 m noch eine bedeutende Ausdehnung. Höher hinauf schließen dann zunächst Mischwälder von Fichte, Buche und Tanne an, während die charakteristischen gemischten Laubwälder des Hügellandes mit vorherrschenden *Carpinus* und reichem Haselunterwuchs oder auch Wälder von *Pinus silvestris* mit *Betula pendula (verrucosa)* erst am Fuße des Gebirges erscheinen. Durch die Kultur begünstigt, spielt die Fichte auch in dieser Lage noch eine bedeutende Rolle. Im Gerichtsbezirk Komotau, der die tieferen Lagen und das Vorland umfaßt, entfallen nach obiger Quelle auf den Laubwald 27,8 %, auf die gemischten Wälder 4,39 % und der größere Rest auf die Nadelwälder. Auf sächsischer Seite liegt nach D r u d e (I, S. 50) die obere Buchengrenze bei 700 bis 750 m.

In der nächsten Umgebung von Sebastiansberg liegen, teils von Wäldern, teils von ausgedehnten Kulturen umrahmt, drei große Moore: die Sebastiansberger Heide, die Heiden am Glasberg und die Pollakenheide mit einem Gesamtausmaß von 422,5 ha. Von diesen wurden die ausgezeichnet aufgeschlossene Sebastiansberger Heide und die Neudorfer Heide am Glasberg der Untersuchung unterzogen. Die Untersuchung wurde von Firbas durchgeführt.

Die Sebastiansberger Heide (159,5 ha).

Das Moor ist ein ausgeprägtes Sattelmoor, in einer schwachen Einsattelung des Gebirgskammes zwischen 825 und 842 m S. H. auf der Wasserscheide zwischen Böhmen und Sachsen gelegen.

Das Moor wurde von den Mitarbeitern der Moorkulturstation, Ingenieur Eschwege und Dittrich, bereits in seinem ganzen Umfange profiliert und kartographisch aufgenommen. Aus dieser Karte kann entnommen werden, daß es durch eine kuppenförmige Aufwölbung im Untergrunde, die der Sattelhöhe entspricht, in zwei Teile, einen nördlichen und südlichen Flügel, geteilt wird. Auf der Sattelhöhe selbst erreicht das Moor nur 3 m Mächtigkeit, wovon 2,6 m auf den jüngeren Moostorf entfallen. Der Untergrund senkt sich dann auf beiden Seiten des Sattels zu je einer muldenförmigen Vertiefung, welchen die größte Mächtigkeit des Torflagers entspricht. Sie beträgt im nördlichen, noch nicht aufgeschlossenen und daher noch nicht gesackten Teil 7,6 m, davon 3,6 m als jüngeren Moostorf angegeben. Wir werden annehmen können, daß die Moorbildung in diesen beiden Depressionen in einiger Entfernung von der Sattelhöhe getrennt begonnen hat und erst später diese beiden Hang- oder Muldenmoore über den Sattel zu einem Komplex verschmolzen sind. Die heutige Oberfläche läßt diese Gliederung des Untergrundes nicht mehr erkennen. Heute wölbt sich die Mooroberfläche in einheitlichem Zuge über die Sattelhöhe hinüber und erreicht in dieser ihren Scheitelpunkt. Die südliche Hälfte des Moores ist durch eine große, 587 m lange, quer über das Moor verlaufende Stichwand aufgeschlossen, die bereits annähernd durch die größte Mächtigkeit dieses Südflügels geht und uns so einen guten Querschnitt durch die ganze Schichtenfolge des Moores gibt. Ein Aufriß vom Grunde dieser Stichwand ist nach Ingenieur Dittrich auf Tafel X wiedergegeben. Sie zeigt die muldenförmige Einsenkung in der Mitte und die Verteilung der untersuchten Profile.

Der Torfstich hat in diesem Moore bereits vor mehr als 100 Jahren begonnen. Anfangs diente er nur der Brenntorf-gewinnung, während jetzt vorzugsweise nur der jüngere Moortorf abgebaut und zu Torfstreu in der dortigen Fabrik verarbeitet wird.

Von dem Gesamtmoor sind heute noch 96 ha als Urmoor erhalten, hauptsächlich die nördliche Hälfte. Die rezente Vegetation zeigt die allgemein für das Erzgebirge charakteristische Gestaltung: dichte Bewachsung mit *Pinus uncinata* Willk., besonders gegen die Ränder, Gliederung der Oberfläche in Eriophoretumbulte und in Schlenken, reiche Entwicklung der Heidesträucher, Vaccinien, *Empetrum nigrum*, seltener *Andromeda*. Sphagneen nur an feuchteren Stellen in größerer Entwicklung. Wollgras und Heidesträucher regenerieren auch an den abgeräumten Stellen wieder die Vegetationsdecke.

Die große Stichwand hat im größten Teil ihres Verlaufes ziemlich einheitlichen Aufbau, der gut in der Photographie I, Tafel I wieder erkannt werden kann, da sich die verschiedenen Schichten deutlich durch ihren Farbenkontrast unterscheiden. Zu unterst liegt ein stark zersetzter Riedtorf (R.T., dunkel), der makroskopisch die pechschwarzen Bänder von *Equisetum limosum* und Carexrhizome, hie und da auch breite Bänder von *Phragmites*

erkennen läßt. Darüber heller gefärbt (Schz.), sehr gut erhaltener Scheuchzeriatorf, darüber dunkler, stark zersetzter Eriophorum-Sphagnumtorf (Ae. M. T.). An den Grenzen dieser drei Torfarten treten, bisweilen einige Meter weit zu verfolgen, Holzlagen, hauptsächlich von Birke, auf. Daneben erscheinen aber auch in andern Horizonten dazwischen zerstreute Hölzer, so daß man heute hier nicht von einer einheitlichen zusammenhängenden Strunkschichte sprechen kann. Dagegen folgt nun eine solche in ausgeprägtester Form mit der Schichte Gh über dem älteren Moostorf. Sie wird von großen Wurzelstöcken von *Pinus*, und zwar, nach der Gestalt zu schließen, von Knieholz (*P. montana*) gebildet. In Figur 1 entspricht diesem Horizont gerade die Abbaustufe. Deutlicher ist die Stubbenlage in Figur 2 zu erkennen. Sie läßt sich zusammenhängend durch die ganze Länge der Stichwand verfolgen ohne Unterbrechung, kehrt auch in allen Gräben wieder und wurde auch bei den Bohrungen bei der Profilierung des Moores in weitester Ausdehnung durch das ganze Moor angetroffen. Über dieser Stubbenlage, die wir schon jetzt wieder stratigraphisch als Grenzhorizont (jüngerer Waldtorf) ansprechen wollen, lagert dann 2—3 m mächtiger, ganz typischer, lichter, wenig zersetzter jüngerer Moostorf. Hölzer erscheinen in diesem erst knapp unter der Oberfläche wieder häufiger.

Die Huminität desselben beträgt nach der Postschen Skala (siehe Erdman, S. 54) im oberen Teile H₃, im unteren H₄, während sie im älteren Moostorf H₆₋₇ erreicht. (Die Huminität, der Zersetzungsgrad, wird nach dem Verhalten beim Auspressen einer Probe mit der Hand beurteilt. Bei wenig zersetztem Torf fließt nur wenig getrübbtes Wasser ab, in der Hand bleibt der ganze Torf mit deutlich erkennbarer Pflanzenstruktur und wenig breiartiger Beimischung. Bei stark zersetztem Torf ist die ganze Masse breiartig [Specktorf] und läßt nur mehr die größten Pflanzenstrukturen erkennen oder gar keine mehr. Beim Auspressen quillt fast die ganze Torfmasse zwischen den Fingern heraus ohne Ausscheidung freien Wassers. In diesem Verhalten gibt es alle Übergänge, die Post in 10 Grade abgestuft hat, die 10 Grade der Huminität abgeben. Dem jüngeren Moostorf entsprechen dabei in der Regel etwa die Grade H₃₋₄, dem älteren die höheren Grade.)

Der ganze Aufbau läßt sich gut mit Schreibers Normalprofil in Parallele bringen, das wohl auch hauptsächlich von diesem Moore abgeleitet wurde. Nur den „älteren Waldtorf“ vermochten wir nicht wieder zu erkennen. An seine Stelle treten die unzusammenhängenden Holzlagen der unteren Schichten, die sich aber auf mehrere Horizonte an der Grenze der drei älteren Schichten verteilen; zwischen denen auch noch zerstreute Hölzer auftreten, am häufigsten über dem Grunde. Das Scheuchzerietum dürfte wohl noch dem älteren Moostorf zuzurechnen sein, nicht dem Riedtorf. Die Schichtenfolge gleicht weitgehend auch der im Reißzechenmoor von Gottesgab. Hier reicht nur das Scheuchzerietum bis zum Grenzhorizont, ersetzt also dort den älteren

Sphagnumtorf. Die Stubbenlage des Grenzhorizontes ist dort mehrfach in den mittleren Profilen unterbrochen.

Dieser einheitliche Aufbau der Stichwand erfährt aber an einer beschränkten Stelle (bei II im Aufrißschema) eine Abänderung. Hier ist an Stelle des Equiseteto-Caricetum- und Scheuchzeriatorfes Phragmitetumtorf ausgebildet, der bis 30 cm unter den Grenzhorizont reicht, unter diesem nur von einer gering mächtigen Lage von älterem Eriophoretum-Sphagnumtorf überlagert. Die mächtige Entwicklung des Phragmitetums an dieser Stelle wird schon von Schreiber erwähnt und mit der Annahme erklärt, daß sich hier lange Zeit ein freier Wasserlauf, eine Rülle, im Moor befand.

Von der gesamten Stichwand wurden zwei Profile eingehend untersucht. Profil I ist der in Photographie 1 dargestellten Partie entnommen und gibt den Normalaufbau der Stichwand. Profil II (Photographie 2) entstammt der eben erwähnten „Rüllenpartie“.

Profil I (Diagr. 10 Taf. IX). Die makroskopische Analyse einer dichten Probenserie ergab folgende Reste und folgenden Entwicklungsgang. In den unteren Schichten (Probe 1—6 im Diagramm) wenig figurierte Bestandteile. Überwiegend *Equisetum limosum* (Rh.), reichlich Holz und Rindenstücke von *Betula* cf. *pubescens*. Innenfrüchte und Pustelradizellen von *Carex* sp.

Von Probe 6 an tritt *Eriophorum vaginatum* neben den vorigen auf und wird nun immer häufiger. Es erscheinen weiterhin reichlich Früchte von *Carex lasiocarpa* und *rostrata*, *Potentilla palustris*. In Probe 7 *Alnus* (H), von Probe 10 an auch spärlich Holz, Samen und Nadeln von *Picea excelsa*.

Das Scheuchzerietum besteht überwiegend aus den Rhizomen von *Scheuchzeria palustris* und *Eriophorum vaginatum*, daneben spärlich Reißer von *Vacc. uliginosum* und *oxycoccos*. Von Carexarten sind *C. lasiocarpa* (F.), *rostrata* (F.) und *limosa* (Rh. F.) immer noch reichlich vertreten, daneben *Calliergon stramineum* und *Drepanocladus fluitans*¹⁾. Dann verschwindet allmählich *Scheuchzeria* und es bleiben die Hochmoorkonstanten *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum*, *Vaccinium* und *Andromeda* übrig. Sie durchsetzen auch noch den jüngeren Waldtorf und bilden weiterhin den jüngeren Moostorf, in dessen mittlerer Partie aber die Sphagneen bedeutend überwiegen.

Die Moorbildung hat also auch hier mit Versumpfung eines mit zerstreutem Birkengehölz bewachsenen Muldenhanges begonnen, nicht im offenen Wasser. Als erste Pflanzengesellschaft erscheint wieder eutrophes *Equisetum* und *Caricetum*, das dann durch Scheuchzeriabestände und schließlich durch das oligotrophe *Eriophoretum-Sphagnum* abgelöst wird. Das Verschwinden von *Scheuchzeria* deutet schon auf langsames Trocknerwerden, dem dann eine sehr ausgeprägte Trockenphase folgt, in der das ganze Moor dicht mit Knieholz bewachsen war, mindestens wie heute.

¹⁾ Die Bestimmung der Moose wurde freundlichst von Herrn Prof. Mönkemeyer, Leipzig, durchgeführt.

Dann wird der Moorwald wieder erstickt von einem üppig wuchernden Sphagnetum, in dem *Eriophorum* nur zerstreut und lockerwüchsig eingeschlossen ist. Zum Schluß dann wieder Verheidung und Bewaldung, der heutige Zustand.

Pollenanalyse: Die untersten Proben ergaben wieder ganz überwiegend Pinuspollen (66,6 %), daneben reichlich *Betula* (32,5 %), ein Pollenkorn der Linde (0,7 %) und 6,4 % *Corylus*. In den folgenden Proben steigen rasch die *Corylus*prozentage und etwas später die des Eichenmischwaldes. Von *Picea* erscheint in Probe 3 ein vereinzelt Korn. Erst von Probe 5 an tritt sie kontinuierlich auf, aber noch durch mehrere Proben mit sehr niedrigen Prozenten. Die Moorbildung hat also knapp vor dem *Corylus*maximum begonnen. Im übrigen ist die Gliederung des Diagrammes ganz dieselbe wie bei den früheren: *Corylus*maximum in gleicher Lage vor dem Fichtenanstieg, dann Fichtendominanz, im ersten Teil der Fichtenzeit hohes Eichenmischwaldmaximum und der zweite kleinere *Corylus*gipfel, in dieser Zeit erstes Auftreten der Buche. In der Mitte des Fichtenabschnittes Anstieg der Buchenkurve, dann der Tannenkurve, welche wieder rasch die Buche übergipfelt, dann Buchen-Tannenzeit bis zum raschen Abfall ihrer Kurven in den Abraumphasen.

Die auffälligsten Unterschiede von den Gottesgaber Diagrammen sind nur folgende: Bedeutend höheres *Corylus*maximum (120 %), höhere Prozente des Eichenmischwaldes und der Buche in den betreffenden Abschnitten. Die Fichtenkurve liegt hier in der Buchen-Tannenzeit tiefer als dort. Buche und Tanne haben hier die unbestrittene Vorherrschaft. Das sind aber gerade jene Unterschiede, die wir von vornherein erwarten mußten, wenn wir die Differenz in der Höhenlage berücksichtigen. Je tiefer wir herabsteigen, desto mehr müssen die Baumarten der tieferen Region an Bedeutung gewinnen, und das prägt sich tatsächlich deutlich in den Diagrammen aus. Im übrigen muß die Waldentwicklung hier in ganz gleicher Weise verlaufen sein wie in Gottesgab, und immer mehr werden die bisherigen Schlüsse bekräftigt. Der Grenzhorizont fällt wieder in die Zeit des Anstieges der Tannenkurve.

Im übrigen sei zu dem Diagramm nur noch folgendes bemerkt: Die Kiefernkurve geht im großen Zuge auch ganz parallel mit Gottesgab. Sie erreicht ihr Minimum wieder in der zweiten Hälfte der Fichtenzeit, bildet dann in der Kiefernwurzelschicht des Grenzhorizontes einen lokal bedingten auffälligen Gipfel und hält sich dann weiterhin mit Schwankungen in höherer Lage, verursacht durch das Knieholz auf dem Moore, das im Randgehänge oder vereinzelt auf der Hochfläche auch während der nassen Phase immer anzunehmen sein wird. Zum Schluß dann jäher Anstieg mit der gegenwärtigen Bewaldung des ganzen Moores. Der ältere Teil der Kiefernkurve wird auch hier überwiegend von *Pinus silvestris* in der Umgebung des Moores gebildet worden sein. Herr Ingenieur Dittrich erzählte auch, daß bereits Zapfen dieser Art in den älteren Schichten gefunden

wurden. Die anfänglich hohen Birkenprozentage werden gleichfalls lokal bedingt sein, wofür die reichlichen Birkenhölzer in diesen Horizonten sprechen, besonders in den untersten Schichten. Die Eichenmischwaldkurve steigt etwas früher an als in Gottesgab. Sie geht hier von Anfang an ziemlich parallel mit der Haselkurve. Die Differenz der Pollenprozentage ist aber zunächst so groß, daß wir auch hier anfangs reine Haselbestände annehmen müssen. Später werden sie durchschnittlich gleich. Die höhere Pollenproduktion der Hasel zeigt sich nur im Verhältnis zu den einzelnen Arten des Eichenmischwaldes. Unter diesen dominiert zuerst die Linde, später erst Ulme und Eiche, von der mittleren Fichtenzeit an nur die letztere. Die hohen Prozentage des Eichenmischwaldes (bis 25 %, Linde bis 17,5 %) sprechen nach den oben zitierten Erfahrungen Erdtmans unbedingt für die Gegenwart dieser Bäume auf dem Kamme selbst in der Nähe der Moore. Das erste Buchenmaximum fällt hier bereits außerhalb der Fichtenzeit, d. h. die Fichtenherrschaft ist hier früher, und zwar schon von der Buche gebrochen worden. Das entspricht wieder den Erwartungen für die tiefere Lage.

Carpinuspollen wurden zuerst im jüngeren Moostorf gefunden. Von da ab tritt er regelmäßig auf, aber nur mit maximal 4 %.

Profil II (Taf. I, 2, Diagr. Nr. 11, Taf. X). Der Aufbau des Profiles ist aus dem Diagramm ersichtlich. Aus der makroskopischen Analyse und dem Pollendiagramm ergibt sich folgender Entwicklungsgang dieser lokalen Moorpartie im Vergleich mit der übrigen Stichwand. Wie aus dem Aufrißschema Tafel X ersichtlich ist, liegt der Grund des Moores hier etwas höher als unter Profil I. Sein Niveau entspricht ungefähr dem Horizont 10—12 in I. Dieser Horizont in Profil I fällt aber bereits in die Fichtenzeit, und in der Tat zeigt sich, daß das Diagramm von II ungefähr mit dem Pollenspektrum der Proben 10—12 in I beginnt, mit der Fichtenzeit, im weiteren Verlauf aber wieder dem von I gleichgestaltet ist. Die Moorbildung hat zuerst in den tieferen Stellen der Mulde begonnen und sich dann allmählich auf die Muldenränder ausgebreitet. Damit fand auch die anfangs etwas überraschende Tatsache ihre Erklärung, daß in der Grundprobe dieses Profils bereits reichlich Reste von Fichte (Holz, Periderm und Samen) gefunden wurden. Es bestätigt sich damit die Angabe von Schreiber (siehe oben S. 14), daß Fichten bereits am Grunde der Profile auftreten können, aber es zeigt sich gleichzeitig ganz klar, daß an solchen Stellen der Beginn der Moorbildung etwas jüngeren Datums ist. Im übrigen bestand die Grundprobe dieses Profiles überwiegend aus Rhizomen und Wurzeln von *Phragmites*, daneben noch vereinzelt Hölzer von *Betula sp.*, *Salix sp.*, *Vaccinium uliginosum* und mehrere Samen von *Sambucus racemosa* L. und *Rubus sp.* Es muß hier an Ort und Stelle noch ein Fichtengehölz mit *Sambucus racemosa* als Unterholz bestanden haben, als die Vermoorung am Grunde der Mulde schon lange eingesetzt hatte, das dann aber schließlich auch der Vernässung verfiel und durch eine Sumpflvegetation

mit vorherrschendem *Phragmites* ersetzt wurde. Das Phragmitetum hat dann durch längere Zeit hier geherrscht. In seiner Begleitung traten nach den makroskopischen Funden auf: *Carex*-Arten, darunter *C. lasiocarpa* (F.) und *rostrata* (F.), reichlich *Scirpus silvaticus* (F.) und *Potentilla erecta* (L.) Hampe und *palustris* (L.) Scop. Vereinzelt erscheinen auch noch bisweilen Hölzer von *Betula pubescens* Ehr., die hier auch einmal nach Blattresten und Früchten der Art nach sicher gestellt werden konnte, ferner vereinzelt Hölzer von Fichte, Erle und Weide, die von zerstreuten Sträuchern im Phragmitetum herrühren dürften. Vorübergehend, von Probe 9—12, wird die Vorherrschaft von *Phragmites* durch mehr oligotrophe Arten, wie *Scheuchzeria* und *Eriophorum vaginatum* eingeschränkt, dann muß aber wieder erneuter Zufluß von nährstoffreicherem Wasser eingesetzt haben, denn *Phragmites* gewinnt neuerlich die Oberhand. Während der Bildungszeit dieses Phragmitetums ist in Profil I und in der übrigen Stichwand bereits oligotropher Hochmoortorf dauernd gebildet worden, wie auch die Altersvergleichstabelle S. 97 zeigt. Es muß hier also in der Tat der Zufluß nährstoffreicherem Wassers länger angehalten haben, als in den übrigen Partien der Stichwand. Ob dies, wie Schreiber vermutet, durch einen oberirdischen Bachlauf, eine Rülle, erfolgte oder durch lokalen Quellaustritt aus dem Boden, konnte an dem Querprofil durch diese Partie allein nicht entschieden werden. Daß hier eine stärker vernäßte Partie vorlag, zeigt sich nun auch in dem Verhalten während der Grenzhorizontzeit. In derselben Zeit, in der in der übrigen Stichwand bereits die Stubbenlage gebildet wird, erfolgt hier nach dem Vergleich der Pollendiagramme erst der Übergang vom Phragmitetum zum oligotrophen Eriophoretum-Sphagnumtorf. Der Zustrom mineralstoffreicherem Wassers muß in dieser Zeit auch hier versiegt sein. Aber es folgt nicht sofort die Bewaldung, sondern es bildet sich zuerst eine kleine nasse Sphagnum-Eriophoruminsel in dem umgebenden Grenzhorizontwald, auf die erst geraume Zeit später, nach dem ersten Tannenmaximum, gleichfalls das Knieholz vorrückte, während im übrigen Teile der Stichwand bereits wieder die Bildung des jüngeren Moostorfes eingesetzt hatte. Die frühere nasse Sphagnuminsel ist nun in einen ausgedehnten, bewaldeten Bult inmitten des neuentstandenen jüngeren Sphagnetums der Umgebung umgewandelt und wird schließlich auch wieder von diesem überwältigt. Wir sehen hier ähnliche kleine lokale Schwankungen und Zeitdifferenzen in Verheidung und Vernässung in der Grenzhorizontzeit, wie sie bereits bei den Gottesgaber Profilen erörtert wurden, die sich hier aber besonders klar als lokal bedingt erweisen und eher für als gegen die klimatische Deutung des Grenzhorizontes sprechen. Wir haben hier auch wieder einen Fall, wo während der Bewaldungszeit des Moores lokal noch eine nasse Phase anhält und wo wir daher wieder überprüfen können, ob etwa im Grenzhorizontabschnitt von Profil I eine wesentliche Lücke im Diagramm vorliegt. Der Vergleich der beiden Diagrammabschnitte (Nr. 10, Probe 23—26, und Nr. 11, Probe 18—27)

ergibt auch hier wieder keine andere wesentliche Verschiedenheit, als daß das erste Tannenmaximum in Nr. 11 breiter auseinandergezogen ist. Ihm entspricht hier wie dort eine Depression besonders der Buchenkurve. Es liegt demnach auch hier kein Grund zu der Annahme vor, daß uns durch die Bildung der Stubbenlage des Grenzhorizontes ein bedeutenderer Abschnitt der Waldentwicklung verdeckt wäre.

Die sonstige Übereinstimmung der beiden Diagramme braucht wohl nicht mehr im einzelnen erläutert zu werden. Die Kiefern- und Birkenkurve zeigen wieder sehr schön die lokalbedingten Gipfel in denselben Horizonten, in denen auch ihre Hölzer reichlicher gefunden wurden, siehe z. B. den Kieferngipfel im Grenzhorizont von I und II.

Es wurden dann noch eine Reihe von Einzelproben aus verschiedenen Teilen der Stichwand analysiert, um die Entwicklungsgeschichte des Moores in der ganzen Ausdehnung der Wand vergleichend zu ermitteln. Es wurde schon oben aus dem Vergleich von I und II der Schluß gezogen, daß die Moorbildung zuerst in den tieferen Teilen der Mulde begann und sich dann fortschreitend nach obenhin ausbreitete. Dieser Schluß wurde noch durch eine Reihe weiterer Grundproben überprüft, deren Lage im Aufrißschema Tafel X mit 1, 2, 3 bezeichnet ist. Die untersuchten Grundproben ordnen sich nach diesem Aufriß in ihrer Tiefenlage in die Reihe: am tiefsten 1, etwas höher I, dann 2, II und 3.

Die Pollenspektren dieser Grundproben sind:

	<i>Pinus</i>	<i>Betula</i>	<i>Alnus</i>	<i>Picea</i>	<i>Tilia</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Salix</i>	<i>Corylus</i>	Gezählte Körner
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Grundprobe 1 . . .	78,0	18	—	—	—	—	—	4	4,7	156
„ I . . .	66,6	32,5	—	—	0,7	—	—	—	6,4	150
„ 2 . . .	62,0	0,7	2	22	10,6	0,7	1,3	0,7	16,7	173
„ II . . .	22,6	12,7	4,2	45,1	10,6	3,5	1,3	—	10,6	150
„ 3 . . .	26,7	8,3	2,5	48,3	11,7	0,3	1,6	—	31,7	158

Man sieht, daß sich auch dem pollenfloristischen Alter nach dieselbe Reihenfolge ergibt. Probe 1 zeigt die höchsten *Pinus*-prozent, die niedrigsten von allem übrigen Pollen, die tiefste Probe ist die älteste, in I, der Grundprobe von Profil I steigt schon *Corylus*, *Tilia* erscheint, 2 liegt bereits vor dem Beginn der Fichtenzeit und die Fichte zeigt in den folgenden Proben steigende Frequenz. II und 3 entsprechen der ersten Hälfte der Fichtenzeit mit hohen Eichenmischwaldprozenten und dem 2. *Corylus*-maximum. Der obige Schluß, zu dem wir auch schon im Reißzechenmoor gekommen waren, bestätigt sich also durchgehend.

In ähnlicher Weise wurde das relative Alter der verschiedenen obenerwähnten lokal begrenzten Holzlagen an der Grenze von

Riedtorf, Scheuchzerietum und älterem Moostorf festgestellt, um zu überprüfen, ob sie sich vielleicht dem Alter nach zu einem einheitlichen „älteren Waldtorf“ im Sinne von Schreiber vereinen lassen, der durch den bloßen Augenschein nicht durchgängig erkannt werden konnte. Die Vergleichung der Pollenspektren ergab aber, daß sie nicht gleichaltrig sind, sondern sich, ähnlich wie die älteren Stubbenlagen von Gottesgab, über den ganzen Zeitraum von Beginn der Fichtenzeit bis zum Anstieg der Buchenkurve verteilen. Von einer zeitlich enger begrenzten „Älteren Waldtorfzeit“ kann daher nicht so leicht wie beim jüngeren Waldtorf gesprochen werden, und es gelten dieselben unsicheren Erwägungen, wie sie bereits bei den Gottesgaber Profilen S. 56 angestellt wurden. Es könnte sich auch hier um rein lokalbedingte Ansiedlungen von Sträuchern innerhalb dieses Zeitraumes handeln.

Der Übergang vom Scheuchzerietum in den älteren Moostorf erfolgte nach den Stichproben in der ganzen Ausdehnung der Stichwand ziemlich gleichzeitig mit Ausnahme des Rüllenprofils.

Man könnte so mit Hilfe der Pollenanalyse eine ganz detaillierte Entwicklungsgeschichte eines Moores ermitteln und Assoziationskarten des Moores für jeden Zeitabschnitt der Entwicklung entwerfen. Freilich müßte eine derartige, zeitraubende Untersuchung auch zahlreiche Bohrprofile umfassen und mit genauen Nivellements verbunden werden, um auch Erklärungen für den verschiedenen Gang der Entwicklung in den verschiedenen Moorpartien zu gewinnen. Die obigen Erörterungen deuten nur diese Möglichkeit einer weiteren Anwendung der Methode zur Klärung formationsbiologischer Fragen insonderheit der genetischen Soziologie an.

Zur weiteren Sicherstellung des Allgemeingültigen wurde noch ein Profil der Neudorfer Heide am Glasberg bei Sebastiansberg pollenanalytisch untersucht.

Die Neudorfer Heide (Diagr. Nr. 8 Taf. VII).

Die Neudorfer Heide bildet einen Teil des 176 ha großen Moores am Glasberg, 1,5 km westlich von Sebastiansberg. Auf die Neudorfer Heide entfallen davon 55 ha. Seehöhe 845—875 m. Der Urmoorrest dieser Heide umschließt eines der üppigsten Vorkommen der *Betula nana* im Erzgebirge. Die Vegetation der Oberfläche entspricht sonst dem üblichen Typus. Das Profil der Stichwand, insgesamt 2,60 m mächtig, zeigt 1,20 m Riedtorf, vorwiegend *Caricetum*, im unteren Teile *Equisetum limosum*, im oberen Teile *Scheuchzeria* häufig beigemischt. H 6—8. In den unteren Schichten sind Birkenhölzer eingelagert. Über dem Riedtorf lagert dann eine zusammenhängende Birkenwurzelschicht, darüber eine gut kenntliche Eriophorumbank, dann folgt 1,20 m Eriophorum-Sphagnumtorf, hell, wenig zersetzt wie jüngerer Moostorf, H 3—4. Danach wäre stratigraphisch die Birkenschicht als Grenzhorizont anzusprechen, doch könnte sie hier auch, da

zwischen Riedtorf und Hochmoortorf gelagert, als „Übergangswald“ angesehen werden.

Die Übereinstimmung des Pollendiagramms mit dem der Sebastiansberger Heide in den Hauptzügen ist ohne weiteres erkenntlich. Die Torfbildung beginnt hier in der Haselzeit. Die Waldschichte fällt in die Zeit des Anstieges der Tannenkurve, ist also gleichaltrig mit dem Grenzhorizont der Sebastiansberger Heide, Profil I, und kann somit pollenfloristisch auch als Grenzhorizont angesprochen werden. Die Kiefernkurve zeigt einen auffälligen Gipfel in diesem Horizont. Das deutet an, daß die Bewaldung des Moores in dieser Zeit nicht ausschließlich durch die Birke erfolgte, wie es gerade die gegenwärtige Stichwand anzeigt, sondern in andern Partien des Moores auch durch die Kiefer. Dasselbe gilt vielleicht auch von der Fichte, da ihre Kurve gleichfalls nach dem ersten Buchenmaximum vorübergehend wieder ansteigt. Die Fichtenkurve liegt hier auch in der Buchentannenzeit durchschnittlich etwas höher als in der Sebastiansberger Heide. Die Fichte muß hier dauernd in der nächsten Umgebung des Moores, vielleicht auf seinem Randgehänge, stärker vertreten gewesen sein, während die Tanne hier lokal etwas zurücktritt.

Die Torfbildung ist in dieser Partie offenbar etwas früher zum Abschluß gekommen, da weniger Buchen- und Tannenkurvengipfel ausgebildet sind. Dafür spricht ja auch die geringere Mächtigkeit des jüngeren Moostorfes. Wir dürften hier noch ein Randprofil vor uns haben, daß den jüngeren Moostorf noch nicht in seiner größten Mächtigkeit trifft, sondern am auskeilenden Rande, ähnlich wie etwa beim Kranichsee, Pechhütte.

Es wurden wiederholt Anzeichen dafür gefunden, daß die Torfbildung um so früher erloschen ist, je näher dem Rande des Hochmoores. Damit wäre eine neue Erklärung für das Auskeilen des Hochmoortorfes gegen den Rand zu gewonnen, und damit zugleich auch für die uhrglasförmige Oberflächengestalt. Nach der verbreitetsten Anschauung soll diese dadurch zustande kommen, daß das Hochmoor in seiner zentralen Partie infolge erschwerten Wasserabflusses und dadurch stärkerer Vernässung schneller wächst als an den Rändern. Das scheint aber nach diesen vorläufigen Befunden nicht die einzige Ursache der Aufwölbung zu sein, sondern es käme hinzu, daß die Torfbildung in den zentralen Partien länger anhält, gegen den Rand zu immer früher zum Stillstande gekommen ist. Eine sichere Beweisführung muß späteren Untersuchungen noch vorbehalten bleiben.

Die Birkenkurve bildet wieder eine Reihe auffälliger Gipfel im älteren Teile des Diagrammes. Sie sind wieder lokal bedingt wie die häufiger eingelagerten Birkenhölzer im unteren Riedtorf anzeigen. Es ist immerhin auffällig, daß sie ganz ähnliche Lage im Diagramm zeigen wie in Diagramm 11 und in denselben Abschnitt des Diagrammes sich zusammendrängen, in den die älteren Stubbenlagen von Gottesgab fallen.

Von der Eichenmischwaldkurve fehlt hier das erste Maximum in der Haselzeit, sonst stimmt sie ganz zur Sebastiansberger Heide, ebenso die Haselkurve mit ihrem zweiten Maximum in der ersten Hälfte der Fichtenzeit.

4. Die Grünwalder Heide bei Moldau.

(Taf. II; Diagr. Nr. 12, Taf. XI und Nr. 14, Taf. XII.)

Die Grünwalder Heide liegt auf dem östlichen Kamm des Gebirges oberhalb von Teplitz-Schönau, halbwegs zwischen Neustadt i. Erzgeb. und Moldau, der Grenzstation der Bahnlinie Prag-Brüx-Moldau-Freiberg, in einer Seehöhe von 840 m. Es ist ein 54 ha großes typisches Hochmoor, seiner Entstehung nach allem Anschein nach ein Muldenmoor, das sich am Hang des Walterberges in nordwestlicher—südöstlicher Richtung erstreckt und senkt. Der Abfluß erfolgt nach Süden, zieht aber dann im weiteren Verlaufe der sächsischen Flöha zu. Durch einen ausgedehnten Torfstich der Herrschaft Lobkowitz ist die Urmoorvegetation bis auf einen kleinen Rest am nördlichen und südlichen Ende fast ganz vernichtet. — Der Rest des Urmoores wird von einem Latschenbestand gebildet, hier und da ist *Sorbus aucuparia* oder *Betula pubescens* eingestreut. An den freien Stellen zwischen den Kiefern zeigen sich die üblichen Eriophorumbulte und dazwischen die Schlenken, nackt oder von Flechten oder *Calluna* verwachsen, selten mit einem Sphagnumrasen. Die Sphagnen gedeihen am besten noch im Schutze der Bulte. Reißersträucher von *Vaccinium uliginosum*, unter den Latschen auch *Vaccinium myrtillus* sind häufig, etwas seltener *Empetrum nigrum*. Auf der abgeräumten Torfstichfläche hat sich ein dichtes Gestrüpp der Vaccinien regeneriert.

An seinem unteren Ende fällt das Moor mit einem steilen Randgehänge ab, das dicht mit Fichten und Latschen bestanden ist. Auf den alten, abgebauten Torfstichflächen und an verstopften Kanälen zeigt sich regressive Wiesenmoorbildung mit *Carex rostrata*, *panicca*, *Goodenovi*, *Eriophorum angustifolium* und *vaginatum*.

Dem Hochmoor ist südlich längs eines Bachlaufes ein kleines, von Fichtenwald eingerahmtes Wiesenmoor vorgelagert, mit $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ m mächtigen unterlagernden Torf, daß aber sehr jungen Datums ist, da, wie mir von der Forstdirektion mitgeteilt wurde, der Wald hier erst vor einigen Jahrzehnten abgetrieben wurde, um den Luftdurchzug zu erleichtern und die Bildung von Kältehöchern zu verhindern. Das junge Alter wird auch durch das Pollenspektrum einer Grundprobe aus diesem Moore aus $\frac{1}{2}$ m Tiefe bestätigt (Nr. I in der Tabelle 2 S. 24), daß von den rezenten Oberflächenproben nur durch die höheren Abiesprozente abweicht. Die Torfbildung begann hier also in einer kurz vergangenen Zeit, wo die Tanne nicht in dem Maße wie heute in ihrer Verbreitung eingeschränkt war. Die Vegetation dieses kleinen Riedmoores bildet ein buntes Mosaik verschiedenartiger Assoziationsflecken.

An den nassesten Stellen mit blankem Wasser, bei der Einmündung des Abzugsgrabens aus dem Hochmoor in den Bach, herrschen *Carex rostrata*, *Glyzeria fluitans*, *Phalaris arundinacea*. Kleine hier stehende Fichten sind im Absterben und zeigen an, daß die Vernässung hier erst vor kurzem eingetreten ist. An weniger nassen, ganz verwachsenen Stellen dominieren *Carex stellulata*, *Goodenovii*, *panicea* in der Oberschicht, in der Unterschicht Sphagnum, besonders *Sph. recurvum*, Hypnaceen (*Drepanocladus fluitans* usw.) oder *Polytrichum strictum*, *juniperinum* und *commune*. Dazwischen zeigen sich schon kleine, in Entstehung begriffene Hochmoorinseln mit schon deutlicher Aufwölbung aus Sphagnen und lockerwüchsigen *Eriophorum vaginatum*. An trockeneren Stellen, besonders gegen den Rand hin, folgen Bestände von *Nardus stricta*, *Juncus squarrosus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Aira flexuosa*, *Molinia caerulea*. Von häufigeren Begleitpflanzen seien erwähnt: *Viola palustris*, *Drosera rotundifolia*, *Vaccinium oxycoccus*, *Pedicularis palustris*, *Trientalis europea*, *Lychnis flos cuculi*, *Potentilla erecta*, *Senecio rivularis*, *Valeriana dioeca*, in den Gräben *Montia rivularis*, *Epilobium palustris*, *Stellaria uliginosa*, *Juncus supinus* usw. Die Aufzählung wurde nur als weiteres Beispiel für die heutige Beschaffenheit der Riedmoore im Erzgebirge gegeben. Das gesamte Torflager ist noch weit über das besprochene Hoch- und Riedmoor hinaus in dieser Gegend ausgebreitet. Ein großer Teil des südwestlich anschließenden Fichtenwaldes „In den moorigen Gründen“ ruht noch auf mehr als 1 m mächtigen Torf. Eine Stichprobe aus diesem Torflager unter hochstämmigem Fichtenwald gehörte pollenanalytisch noch zur Haselzeit. Es handelt sich hier also um uralte und offenbar schon sehr frühzeitig abgeschlossene Moorbildung.

Das Hochmoor ist nur im Süden, Südosten und Südwesten von ausgedehnten Fichtenwäldern umgeben. Im Norden schließen Felder und Wiesen der Nachbargemeinden Ullersdorf und Willersdorf an. In den Fichtenwäldern tritt die Buche wieder nur sehr spärlich eingestreut auf, ebenso Tanne und Bergahorn, häufiger *Sorbus aucuparia*. Daß es aber vor noch nicht langer Zeit noch ausgedehntere Buchenbestände hier gab, bezeugen Flurnamen, wie „Buchenschaft“ für unmittelbar angrenzende Waldparzellen, die heute nur von Fichten bestanden sind. Ein kleiner Buchenbestand ist auch heute noch in etwas weiterer Entfernung in gleicher Höhenlage auf dem „Hemmschuh“, 845 m, beim Bahnhof Moldau zu sehen. Geschlossener und ausgedehnter Buchenwald erscheint aber dann auf dem nahen Südhang des Gebirges. Er reicht hier stellenweise, so am Stürmer, vom Fuße des Gebirges bis zur Kammlinie hinauf, wo er dann scharf abgeschnitten ist und bereits Wetterwuchs zeigt, ohne auf die Kammfläche überzutreten. Die Entfernung des Hochmoores von diesem geschlossenen Buchenwald am Hange beträgt in der Luftlinie etwa 3—4 km. Die rezenten Oberflächenproben des Moores sind in der Tabelle 2, S. 24, ersichtlich. Sie zeigen ganz überwiegend Fichten- und Kiefernpollen. *Fagus* erreicht im Maximum noch 8 %, *Abies* 10 %.

meist aber weniger. Daneben auch noch niedrige Prozente von Hasel, Eiche, Linde, Ulme und Erle, die aus tieferen Lagen stammen müssen, der Lindenpollen möglicherweise von den vereinzelt Dorflinden in Niklasberg und Moldau. Die Begleitflora der Fichtenwälder entspricht noch ganz der des unteren Bergwaldes *Drude*.

Das anstehende Gestein der Umgebung ist Gneis.

Der Abbau des Hochmoores erfolgt in Längskulissen. Die Stichwände ergeben somit mehrere parallele Längsschnitte durch das Torflager. Da aber nur der jüngere Moostorf für die Torfstreugewinnung zum Abbau gelangt, reichen die Aufschlüsse meist nur etwa bis zur Hälfte der gesamten Mächtigkeit.

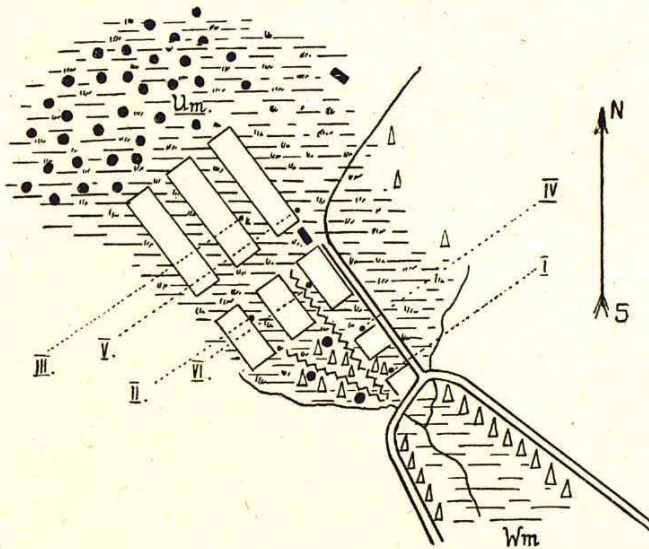


Fig. 4. Die „Grünwalder Heide“.

Um = Urmoor, Wm = Wiesenmoor. Baumsignaturen wie in den Diagrammen.

Nur in zwei kleineren Stichen am Süden des Hochmoores ist der Grund erreicht. Hier wird Brenntorf für die Umgebung gewonnen.

Zur Erleichterung der Darstellung ist in Figur 4 eine schematisierte Situationsskizze des Moores beigegeben, die aber auf Genauigkeit keinen Anspruch macht und nur ein flüchtiges Feldcroquis darstellt. Man sieht in derselben am Nordende das Pinetum des Urmoorrestes angedeutet, daran schließt sich der große Torfstich mit seinen Längskulissen, die ehemalige Hochfläche des Hochmoores einnehmend, darauf folgt das steile, fichtenbestandene südliche Randgehänge, das von den kleinen Torfstichen I und IV angeschnitten wird. Jenseits der Straße ist dann der schmale Wiesenmoorstreifen vorgelagert.

Zur Untersuchung gelangten die mit I—VI bezeichneten Profilstellen, die für den ganzen Aufbau der zugehörigen Stchwände charakteristisch sind.

Der Aufbau dieser Profile war folgender von oben nach unten:

Profil I (Diagr. Nr. 12, Taf. XI, Photo 1, Taf. II).

20 cm verwitterter Abraum mit *Eriophorum* *vag.* *Sphagnum* und Wurzelstöcken.

1 $\frac{1}{2}$ —2 m Scheuchzerietumtorf.

20 cm zusammenhängende Birkenholzschichte.

1 m Riedtorf, Cariceto-Equisetetum, im oberen Teile mit *Phragmites*, am Grunde starke Hölzer von *Betula*.
Toniger Sand und Grus.

Die Birkenschichte lag ungefähr im Niveau des Fahrweges.

Das Scheuchzerietum baut sich also bereits oberhalb des möglichen Grundwasserspiegels auf und gehört somit schon zum Hochmoortorf. Gegen das Ende der Stchwand am Fahrwege keilt es rasch aus.

Profil IV.

1 m Eriophoretum-Sphagnumtorf, in der oberen Hälfte stark verwittert und von Wurzelstöcken durchsetzt, unten mit *Scheuchzeria*.

Birkenholzlage.

40 cm Scheuchzeriatorf mit *Eriophorum* *vag.*

2. Birkenholzlage.

Riedtorf mit *Phragmites*. Grund nicht erreicht.

Profil II (Diagr. Nr. 14, Taf. XII, Photo 2, Taf. II).

1,70 m Eriophorum-Sphagnumtorf, oben zu Abraum verwittert und bis 70 cm tief von Wurzelstöcken durchsetzt, wenig zersetzt, H 3—4. An der Unterkante *Eriophorum*-reich (Photo 2, JMT).

Eine Lage dünner Wurzelhölzer von *Picea*, *Betula* und *Pinus*, durch die ganze Stchwand zu verfolgen, H 5 (GH).

ca. 2 m Scheuchzeriatorf mit vereinzelt *Phragmites*-rhizomen, nach unten übergehend in Riedtorf, H 3—8. Grund nicht erreicht.

Profil III und VI.

2,50 m Eriophorum-Sphagnumtorf, oben zu Abraum verwittert. Oben H 2 unten bis H 6. Bis 70 cm Tiefe von Hölzern durchsetzt, dann fast reiner Sphagnumtorf mit ganz vereinzelt Eriophorumbüscheln, am Grund wieder *Eriophorum*-reicher, hier bei der Nachgrabung auch auf Hölzer von *Picea*, *Vaccinium uliginosum* und *myrtillus* gestoßen.

$\frac{1}{2}$ m Scheuchzerietumtorf.

Über 1 m Riedtorf mit *Phragmites*, stark zersetzt, pickend. Grund nicht erreicht, dürfte aber nach der Torfbeschaffenheit nicht mehr tief gelegen haben.

Profil V, östliches Randprofil.

1 m Eriophorum-Sphagnumtorf, stärker zersetzt, mit Wurzelhölzern in allen Lagen.

Birkenholzschichte.

$1\frac{1}{2}$ m Riedtorf mit *Phragmites*.

Sand und Ton.

Nach rein stratigraphischer Beurteilung war es sehr schwer, die verschiedenen, räumlich durch nicht aufgeschlossene Partien getrennten Profile miteinander in Beziehung zu bringen, insonderheit das gegenseitige Altersverhältnis der Stubbenlagen festzustellen. Es waren alle möglichen Deutungen offen. Die Pollenanalyse hat auch hier Klarheit gebracht. Das Ergebnis ist wieder aus dem Altersvergleichsschema, S. 97, ersichtlich.

Es ergibt sich daraus folgender Aufbau und Entwicklungsgang des Gesamtmoores.

Die Moorbildung beginnt wieder mit einem Equisetocaricetumtorf auf vernäßigem Muldenboden. Die stärkeren Hölzer am Grunde (Profil I) beweisen, daß auch hier keine Verlandung eines größeren, offenen Gewässers, sondern Versumpfung des Hanges oder Muldenbogens vorliegt, der anfangs noch mindestens mit zerstreuten Birken und Weidensträuchern bestanden war. Der Beginn der Torfbildung reicht in I und V weit in die Kiefernzzeit zurück. Es bildet sich etwa 1 m mächtiger Riedtorf, an dessen Aufbau von der Haselzeit ab auch *Phragmites* reichlich beteiligt ist. Es erfolgte dann beim Übergang der Haselzeit in die Fichtenzeit teilweise Bewaldung des Moores mit *Betula*, doch erstreckte sich diese Bewaldung anscheinend nur auf die Randteile, sie konnte nur in I und V nachgewiesen werden. Auf die bisherige eutrophe Pflanzengesellschaft folgte dann im größten Teil des Moores ein oligotrophes, ombrogenes Scheuchzerietum, das nur im Randprofil V von einem Eriophorum-Sphagnetum vertreten wird, ganz wie in Gottesgab usw. Die Bildungszeit des Scheuchzerietums entspricht der Fichtenzeit der Diagramme. Der Massenzwuchs des Moores setzt einen sehr hohen Wassergehalt der Oberfläche des Moores in dieser Zeit voraus. Beim Beginn der Tannenzeit, der Grenzhorizontzeit der Reißzeche in Gottesgab und Sebastiansberg, tritt auch hier unvermittelt eine Trockenphase ein. In den Randprofilen I und V erlischt in dieser Zeit die Torfbildung überhaupt. Ein großer Teil des Moores bedeckte sich, wie die Stchwand bei II anzeigt, mit Fichten, daneben spärlicher Birken und Kiefern. Die Bewaldung scheint sich aber nicht über das ganze Moor ausgedehnt zu haben, da in dem zentral gelegenen Profil III bei der Nachgrabung keine auffällige Stubbenlage angetroffen wurde. Auf vereinzelte Hölzer stieß ich aber auch

hier. Nach dieser Trockenphase trat neuerliche Vernässung ein, die wieder zur Bildung des jüngeren Moostorfes führt, der in seiner mittleren Partie ein fast reines Sphagnetum darstellt. Die Bildung desselben erstreckte sich aber auch hier nicht über das ganze Moor, sondern läßt die abgestorbenen Randpartien frei. Die gegenwärtige Verheidung des Moores muß bereits vor längerer Zeit begonnen haben, da die Wurzelstöcke bis etwa 70 cm tief in den jüngeren Moostorf herunterreichen. Der ganze Entwicklungsgang stimmt gut mit dem der früheren Moore überein, nur daß hier stellenweise ein deutlicher älterer Waldtorf (Birken-schichte) ausgebildet ist, der nach seiner stratigraphischen Stellung zwischen Ried- und Hochmoortorf auch ein biotischer Übergangswald sein könnte. In Profil IV mit zwei Birkenlagen entspricht nur die untere diesem älteren Waldtorf von I und V, die obere fällt mit dem Anstieg der Buchenkurve zusammen und hat offenbar nur lokale Bedeutung, da sie hier nur an engbegrenzter Stelle angetroffen wurde. Das in Photo 2, Tafel II dargestellte Profil kann als direkte Fortsetzung von Photo 1 nach oben angesehen werden, da die Scheuchzeriaschichten in beiden Profilen gleichalt sind, so daß beide Bilder den Gesamtaufbau des Moores veranschaulichen.

Eine eingehendere paläofloristische Analyse wurde an der Probeserie von Profil I durchgeführt. Die Pollenspektren der untersuchten Proben können dem Diagramm entnommen werden. Bezeichnung der Proben wie im Diagramm.

Grundprobe 1: Überwiegend Rhizome und Radizellen von *Carex* sp. und *Equisetum limosum*. Zahlreiche 2- und 3kantige Innenfrüchte von *Carex* von 3—4 verschiedenen Arten. Starke Hölzer von *Betula*. Von *Phragmites* nur Wurzeln, welche aus einem höheren Horizont heruntergewachsen sein können. *Potentilla palustris* (H, F), *Drepanocladus exannulatus* var. *brachydictya* Ren.. *Sphagnum* sp. (spärlich).

Die folgenden Proben 2 und 3, bis 40 cm über dem Grunde, enthalten sehr reichlich Moosreste, und zwar überwiegend *Drepanocladus exannulatus*, daneben *Paludella squarrosa*, *Calliigon* sp. *Sphagnum* (spärlich), ferner reichlich Rhizome von *Equisetum limosum* und *Carex* cf. *rostrata*, *Carex* sp. (I. F., W.), *Phragmites* (nur W.), *Staurastrum* sp.

In der Probe 4 erscheinen zum ersten Male die Rhizome von *Phragmites*, das ist knapp vor dem Anstieg der Haselkurve, also bereits in der Wärmezeit. Die Hypnaceen treten wieder zurück.

Im oberen Teile des Riedtorfes, Probe 4—7, wurden neben vorherrschenden *Phragmites* gefunden: *Equisetum limosum* (Rh.), *Carex lasiocarpa* (F. mit Schlauch, sehr reichlich, Rh.), *Carex* sp. (Rh., W., I. F.), *Menyanthes trifoliata* (Rh., S.), *Viola palustris* (S.), *Potentilla palustris* (F.), cf. *Heleocharis palustris* (F.), cf. *Cirsium palustre* (F.), cf. *Cicuta virosa* L. (F.) (sicher eine Umbelliferenfrucht, ca. 1 mm groß, mit noch anhaftenden Ölstriemen, die sich auch bei rezenten Vergleichsmaterial isolieren lassen, mit

sehr charakteristischem Zellnetz der Wandung. Von allen in Betracht kommenden Umbelliferenfrüchten stimmt der Rest am besten mit der genannten Art überein.), cf. *Symphytum officinale* L. (gestreckte bis breit eiförmige Früchte, 1—2,5 mm lang, an einem Ende abgerundet, am andern abgebrochen, mit einer Furche am Rücken, Bauchseite gekielt. Im Innern ein elliptischer Same. Von der Fruchtwand nur eine Zellschicht erhalten mit polygonalen Zellen, hie und da stärker verdickte Zellen eingeschaltet, um die sich die übrigen Epidermiszellen sternförmig gruppieren, wie bei Basalzellen von Haaren. Alle diese Merkmale treffen für die Klausen von *Symphytum officinale* zu, die auch spärlich Borstenhaare tragen.), *Betula* sp. (F. ohne Flügel), *Salix* (H.), vereinzelt.

Es treten also während der Bildung des Riedtorfes Bestände von *Phragmites* und *Carex lasiocarpa* an Stelle des zerstreuten Birkengehölzes am Grunde und des nachfolgenden *Equisetetums*. Das spricht wieder eher für zunehmende als abnehmende Vernässung während der Kiefern-Haselzeit, der erst beim Beginn der Fichtenzeit, durch den Birkenwald angezeigt, ein Ende gemacht wird.

In dieser Birkensicht treten noch immer die Leitpflanzen des oberen Riedtorfes, wie *Phragmites* und *Carex lasiocarpa*, auf. Dazu kommen bereits oligotrophe Elemente: *Scheuchzeria* (Rh.) und *Carex limosa* (Rh.).

Die Scheuchzeriaschichten bestehen ganz überwiegend aus den Rhizomen und dem dichten Radizellengeflecht dieser Art. Nur am Grunde treten daneben noch reichlicher die charakteristischen schmalen, glänzenden Bänder der Rhizome von *Carex limosa* auf, die anatomisch in der Gestalt der Epidermis- und Hypodermiszellen nur mit dieser Art völlig übereinstimmen. (Ausführlichere Beschreibung der wichtigsten Leitfossilien siehe Rudolph 1917.) Ab und zu *Potentilla palustris*. Nach oben hin wird *Eriophorum vaginatum* reichlicher. Gleichzeitig erscheinen Wurzelhölzer von *Betula* und *Picea*.

Der Abraum wird von einer dünnen Schicht von *Eriophorum vaginatum* und *Sphagnum* gebildet, entsprechend dem hier ausgekeilten jüngeren Moostorf.

Dem jüngeren Moostorf der anderen Profile sind neben seinen Hauptbildnern Hölzer von *Vaccinium uliginosum*, *myrtillus*, *oxycoccus*, *Andromeda polifolia* zerstreut eingelagert. Ein einziges Mal wurde auch *Calluna vulgaris* gefunden.

Da für die Untersuchungen kein Bohrer zur Probeentnahme aus den nicht aufgeschlossenen tieferen Schichten zur Verfügung stand, konnte von den zentralen Profilen kein vollständiges Pollendiagramm gewonnen werden, bei den Randprofilen fehlte wieder der jüngere Moostorf. Doch ergänzen sich die Profile I und II (Diagramm 12 und 14) sehr gut zu einem Gesamtdiagramm des ganzen Moores, da sie sich im Fichtenabschnitt teilweise überdecken. Die unterste untersuchte Probe von Profil II ent-

spricht ungefähr einem Horizont zwischen 14 und 15 in Diagramm 12, so daß die beiden Diagramme an dieser Stelle zusammengesetzt werden könnten. Das so zusammengesetzte Diagramm stimmt dann mit den Sebastiansberger Diagrammen so gut überein, daß es aus demselben Moore entnommen sein könnte, was bei der gleichen Höhenlage der beiden Moorgruppen zu erwarten stand. Die Torfbildung hat hier nur noch etwas früher eingesetzt als bei Profil I (Diagramm 10) der Sebastiansberger Heide. Es entfallen hier etwa $\frac{1}{2}$ m Riedtorf noch auf die reine Kieferzeit vor dem Anstieg der Haselkurve. In diesen Schichten erscheinen nur die Wurzeln, noch nicht die Rhizome von *Phragmites*. Es scheint hier erst mit Beginn der Wärmezeit seine Ausbreitung begonnen zu haben. Das Haselmaximum bleibt etwas hinter dem von Sebastiansberg zurück, übergipfelt aber auch hier alle andern. Der Eichenmischwald erreicht hier gleich wie dort in der Haselzeit bereits höhere Prozente, sein Maximum aber erst in der ersten Hälfte der Fichtenzeit. *Tilia* und *Ulmus* kulminieren wieder vor *Quercus*. Die Erle erscheint hier ausnahmsweise vor den Eichenmischwaldbildnern. Scharf ist wieder der Birkenhorizont durch einen steilen Betulagipfel markiert. Das Nacheinander des Hasel- und Birken Gipfels zeigt deutlich, daß die Unterscheidung der verwandten beiden Pollentypen berechtigt war. Würde es sich nur um Varianten eines Typs handeln, so müßten die Kurven mehr weniger parallel verlaufen. In der ersten Hälfte der Fichtenzeit neben dem Eichenmischwaldmaximum wieder ein zweiter kleinerer Corylusgipfel. Buche erscheint, wie in Sebastiansberg, etwas früher als in Gottesgab, und wie dort übergipfelt sie auch hier die Fichtenkurve noch vor dem Grenzhorizont und vor dem ersten Tannenmaximum. Sie ist auch hier früher zur Dominanz gelangt als in Gottesgab, entsprechend der tieferen Lage. Das Randprofil I schließt mit dem ersten Anstieg der Tannenkurve. Wenig später erfolgt in II die Bildung des Grenzhorizontes. Die Bildung des jüngeren Moostorfes setzt noch während des ersten Tannenmaximums ein, das dadurch wieder in die Breite gezogen erscheint. Aber anfangs überwiegt noch stark *Eriophorum*, wie auch die Photographie deutlich erkennen läßt. Die Vernässung hat noch nicht ihren höchsten Grad in dieser Zeit des Tannenmaximums erreicht. Auf das Tannenmaximum folgt wieder ein zweites Buchenmaximum. Von weiteren Synchronisierungsversuchen soll auch hier abgesehen werden. Es zeigt sich aber ganz übereinstimmend mit Sebastiansberg, daß die Buchen- und Tannenkurven während der jüngeren Moostorfzeit alle andern Kurven bedeutend überlagern, bis zum Umschwung zur rezenten Fichtenzeit, der sich erst in dem Abraum vollzieht.

Die durchschnittlichen Prozente betragen in der Buchen-Tannenzeit für

	Gottesgab	Sebastiansberg	Grünwalder Heide
<i>Abies</i> . . .	33,3 %	27,0 %	35,0 %
<i>Picea</i> . . .	25,6 „	16,0 „	12,7 „
<i>Fagus</i> . . .	19,1 „	37,0 „	34,0 „

Es ist also in Gottesgab die relative, durchschnittliche Buchenpollenmenge in der jüngeren Moostorfzeit fast um die Hälfte geringer, die Fichtenpollenmenge fast um das gleiche Ausmaß gestiegen, die der Tanne fast dieselbe wie in Sebastiansberg und Grünwald. Es ergibt sich daraus, daß bei einem Anstieg um 150 m, der Differenz der Höhenlage von Gottesgab und Sebastiansberg-Grünwald, zuerst die Buche zurückbleibt. Sie nähert sich in Gottesgab schon merklich ihrer damaligen natürlichen Höhengrenze, da sie durch den Anstieg schon Einbuße in ihrem Mengenanteil zeigt, während die Tanne von der Höhendifferenz noch völlig unberührt bleibt, die Fichte auf Kosten der Buche an Raum gewonnen hat. Man kann daraus schließen, daß die natürliche Höhengrenze der Tanne damals höher lag als die der Buche. Heute bleibt die Tanne nach dem von R. Beck gegebenen Schema der Höhengrenzen im Erzgebirge im allgemeinen etwas hinter der Buche zurück, von einer einzigen Stelle abgesehen. Doch sind die heutigen Höhengrenzen keine natürlichen.

Das hier nicht wiedergegebene Diagramm von Profil III, das nur den jüngeren Moostorf und die Oberkante des Scheuchzietums umfaßt, weicht nur insofern ab, als hier die Überschneidung der Fichten- durch die Buchenkurve noch früher, nämlich noch vor dem ersten Anstieg der Tannenkurve erfolgt. Es ist möglich, daß die Fichtenprozentage am Ende der Fichtenzeit in II noch lokal erhöht sind durch die beginnende Bewaldung des Moores mit Fichten in der Grenzhorizontzeit. *Carpinus* erscheint in der Grünwalder Heide gleichzeitig mit dem Tannenpollen.

Von den übrigen Profilen wurden nur Stichproben für Altersbestimmungen pollenanalytisch untersucht. Das Ergebnis ist in der Altersvergleichstabelle ersichtlich und wurde bereits erörtert.

5. Die Hochmoore bei Zinnwald.

Südwestlich von Zinnwald liegt der letzte größere Moor-komplex des östlichen Erzgebirges. Er wird von zwei großen Hochmooren gebildet, die durch anmoorigen Boden miteinander verbunden sind, der „Seeheide“, auch kurz „der See“ genannt, am Fuße des sächsischen Lugstein bei Georgenfeld-Zinnwald und der „Großen Auerhahnbalz“ am Nordhang des Bornhauerberges, der höchsten Erhebung im Teplitzer Abschnitt des Erzgebirgskammes. Beide Hochmoore sind typische Sattelmoore, auf der böhmisch-sächsischen Wasserscheide zwischen 850—870 m gelegen, wie z. B. aus der sächsischen geologischen Spezialkarte, Sektion Altenberg-Zinnwald, erkannt werden kann. Auch von diesen Mooren wurde, wie L a u b e (l. c. II, S. 234) erwähnt, vielfach angenommen, daß sie aus ehemaligen Seen hervorgegangen seien. Ein jetzt verlandetes Moorage wurde noch als letzter Rest dieses Sees gedeutet. Auch hier ist diese Annahme nach den orographischen Verhältnissen unhaltbar.

Die Vegetation der Umgebung ist die gleiche wie am ganzen östlichen Kamm: Fast Alleinherrschaft der Fichte in den um-

gebenden Wäldern, Buche und Tanne ganz vereinzelt, ein paar Linden noch im Dorfe Zinnwald angepflanzt. Doch steigen stattliche Buchenbestände aus dem nahen Seegrund am Südhang noch bis nahe an den Kamm herauf, auch einige Ulmen in Strauchform. Ebenso finden sich wieder Buchenbestände auf der den Kamm überragenden Basaltkuppe des Geising (822 m). Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Altenberg-Zinnwald wurden von D r u d e (3) kartographisch aufgenommen und in der Erläuterung der Karte näher besprochen, einschließlich der Seeheide.

Die Vegetation der Moore ist noch größtenteils im ursprünglichen Zustande und zeigt den gewöhnlichen Typus der Knieholzmoore des Erzgebirges. Das Zinnwalder Moor wurde 1904 auch von C a j a n d e r besucht und er hat in einer kurzen Studie einen interessanten Vergleich zwischen südbayrischen Mooren des Alpenvorlandes (Chiemsee), den Mooren des Böhmerwaldes, des Erzgebirges und den finnisch- bis lappländischen Mooren gezogen. Die bayrischen Moore zeigen nach seiner Darstellung stark gewölbte aber sonst ganz ebene Oberflächen ohne deutliche bultige Gliederung. Solche Moore finden sich in Finnland nur in den südlichen Teilen. Je weiter nach Norden, desto mehr tritt die Gliederung der Oberfläche in Bulte (Pounu's) und Wasserlachen (Rimpi's) hervor und erreicht in Lappland ihren höchsten Grad. In den Vertiefungen solcher Moore (Schlenken, Mooraugen, Rüllen) erfolgt regressive Entwicklung (Wiedervernässung, Rückfall zum Cyperaceenmoor). Den ersten Typus mit ungegliederter Oberfläche bezeichnet er als typische Hochmoore. Sie befänden sich ausschließlich in progressiver Entwicklung (naß—trocken, Wiesenmoor—Hochmoor—Wald oder Heide), während der letztere Typus, in ausgeprägtester Form als „Aapa-Moor“ bezeichnet, neben progressiver auch regressive (bzw. zirkulative) Entwicklung zeigt. Diesem letzteren Typus schließen sich nun als Übergang auch die höher gelegenen Moore Mitteleuropas, wie die des Erzgebirges und des Böhmerwaldes, mit ihrer starken bultigen Gliederung an. Er kommt zu dem Schlusse, daß mit steigender Polhöhe, aber auch mit einer gewissen Reservation, mit steigender vertikaler Höhe die regressive Entwicklung zunimmt. Er erwähnt von dem Zinnwalder Moor Wasserlachen mit spärlicher Vegetation von *Carex limosa* und *Scheuchzeria* u. a., die durch Regression entstanden sein sollen. Heute kommen diese beiden Arten meines Wissens in den Zinnwalder Mooren nicht mehr vor, und D r u d e erwähnt sie auch nicht in seiner fast gleichaltrigen Arbeit, so daß ich im Zweifel bin, ob es sich wirklich um diese Zinnwalder Moore handelt. Die Tatsache, daß die Moore des Erzgebirges durch starke Unebenheit ihrer Oberflächen ausgezeichnet sind, wurde oben wiederholt als allgemeiner Charakterzug hervorgehoben. Ich möchte aber glauben, daß diese bultige Gliederung eher der Ausdruck weiter fortgeschrittener Austrocknung und eines höheren Alters des Hochmoores ist, die dadurch zustande kam, daß die Sphagnen fast ganz absterben, so daß nun das Wollgras, das

anfangs nur lockerwüchsig eingestreut war, nun von der Konkurrenz mit dem Sphagnetum befreit, zu dicht rasenförmigen Wuchs übergehen konnte und damit zur Bildung von Bulten, die über die Umgebung emporwachsen, während in den dazwischenliegenden Partien den Schlenken das Wachstum des Moores ganz zum Stillstande gekommen ist. Es wurde mehrfach erwähnt, daß regenerative Sphagnenrasen in den Schlenken selten zu beobachten sind. Sie sind nackt oder mit Flechten und Heidekraut überwachsen. Bei feuchteren Klima könnten sie allerdings in erster Linie zum Ausgangspunkt der regressiven Entwicklung etwa zu neuen nassen Sphagneten werden, wie es zu Beginn der Bildung des jüngeren Moostorfes gewesen sein mag. Gegenwärtig scheint mir die Neigung zu regressiver Entwicklung hier noch gering zu sein, wenn sie auch nicht ganz fehlt. Ein Gegenstück zu diesem Zustande der Hochmoore bildet auch das „Breite Moos“ in Südböhmen (Rudolph 1917), wo die Mooroberfläche der zentralen Partie von einem ganz ebenen Sphagnumrasen mit nur zerstreuten Gehälm von *Eriophorum* gebildet wird. Hier scheint die Austrocknung noch geringeren Grad erreicht zu haben. Die Ursachen der Oberflächengestaltung in unseren Mooren bedarf noch eingehenderer Untersuchungen.

Von diesen beiden Mooren wurde je ein Profil pollenanalytisch untersucht.

Die Seeheide bei Georgenfeld-Zinnwald.

(Diagr. Nr. 13, Taf. XI.)

Das 150 ha große Moor zieht sich von einer den Sattel südlich flankierenden Kuppe von 870—860 m auf die Sattelhöhe herunter. Es wird von der böhmisch-sächsischen Grenze mitten durchschnitten. Auf der sächsischen Seite ist es durch einen kleinen Torfstich aufgeschlossen, der aber noch nicht weit über das Randgehänge hinaus gegangen ist. Die Stichwand zeigt folgenden Aufbau: Untergrund eine dünne Schichte zähen Tones über grobem Sand und Grus. Darüber nur etwa 20 cm stark zersetzter Equisetumtorf, dann folgt sofort *Eriophorum*-Sphagnumtorf, deutlich zweigegliedert durch eine längs der ganzen Stichwand zusammenhängende Stubbenlage von starken Fichten, Kiefern und Birkenwurzelstöcken in 80 cm stark zersetzten älteren und 1,40 m wenig zersetzten, jüngeren Moostorf. In letzterem ist wieder an der Unter- und Oberkante starke Anreicherung an *Eriophorum* ersichtlich, dazwischen liegt fast reiner Sphagnumtorf mit spärlichen Wollgrasbüscheln.

Das Pollendiagramm beginnt knapp vor dem *Corylus maximum* und reicht bis weit in die Buchen-Tannenzeit, umspannt also einen großen Teil der Moorbildungszeit des Erzgebirges mit Ausnahme der reinen Kiefernzeit. Das Gesamtbild des Diagrammes weicht von den bisherigen nur dadurch ab, daß es stark zusammengedrängt ist. Es ist hier entweder, besonders im älteren Abschnitt, die Torfbildung sehr langsam vor sich gegangen oder eine be-

deutende Sackung eingetreten. Eine Grundprobe aus der Ton-
schichte lieferte nur wenig Körner, kam also für die Zählung nicht
in Betracht. Die erste reine Torfprobe ergab bereits sehr hohe
Corylusprozentage. Daneben außerordentlich viel Tiliapollen (30 %).
Das würde auf große Lindenwälder in der Umgebung des Moores
deuten. Da jedoch keine zweite Probe aus diesem Horizont mit-
genommen wurde, ist es nicht ausgeschlossen, daß nur eine zufällige
Pollenanhäufung etwa durch eine ganze hineingeratene Blüte
vorliegt. In der nahe gelegenen Auerhahnbalz zeigte sich nichts
von einem solchen frühen Lindenmaximum. Im übrigen zeigt
die Eichenmischwaldkurve den üblichen Verlauf, nur mit etwas
höheren Prozenten, auch in der Buchen-Tannenzeit. Unter den
Eichenmischwaldbildnern dominiert wieder zuerst Linde und
Ulme, viel später erst die Eiche. Die Birkenkurve zeigt einen
auffallenden Gipfel in der Haselzeit. Man könnte daraus wieder
auf einen versteckten älteren Waldtorf von Birke schließen, von
dem in der Stichwand aber nichts zu sehen ist. Die Fichten-
prozentage sind hier in der Fichtenzeit etwas niedriger als in den
bisherigen Mooren. Sie sind durch die jedenfalls lokal bedingten
hohen Kiefern- und Birkenprozentage in diesem Abschnitt gedrückt.
Buche und Tanne verhalten sich im ersten Auftreten und in der
ersten Ausbreitung wie in den andern Mooren der östlichen Gruppe.
Die Fichtenzeit ist hier wieder über das erste Maximum der Buche
ausgedehnt, wahrscheinlich aber nur lokal bedingt durch die
Fichten der Stubbenlage. *Carpinus* tritt vereinzelt schon kurz
vor der Buche auf, regelmäßiger aber erst vom jüngeren Moorstorf
an. Der Grenzhorizont fällt wieder in die Zeit des ersten Tannen-
anstieges, der Beginn der Bildung des jüngeren Moorstorfes noch in
das erste Tannenmaximum, doch ist er in diesem Abschnitt noch
reich an *Eriophorum*. Es wechseln dann wieder Buche und Tanne
in der Dominanz und behaupten entschieden die Oberhand über
die andern. Nur einmal werden sie von *Pinus* übergipfelt; jeden-
falls lokal bedingt, vielleicht durch dichtere Bewaldung des Rand-
gehänges.

Wir geben nebenstehend wieder das Zählprotokoll dieses
Diagrammes als Beispiel. Die ganze Waldentwicklung ist auch
hier in gleichen Etappen, wie in Sebastiansberg und Grünwald
verlaufen.

Die „Große Auerhahnbalz“ (Diagr. 15, Taf. XIII).

Dieses ansehnliche Hochmoor liegt nur 2 km in der Luftlinie
südlich der Seeheide, in der Einsattelung eines nach Süden ab-
zweigenden Rückens des Kammes, der im Bornhau gipfelt, ganz
im Walde versteckt. Es ist nur durch einen kleinen Torfstich
am nordöstlichen Rande aufgeschlossen, der wieder nur die Rand-
partie anschneidet und zur Moorgewinnung für die Teplitzer
Thermal-Moorbäder dient.

Der Aufbau der Stichwand war anscheinend ganz derselbe,
wie der der Seeheide, nur mit größerer Mächtigkeit der scheinbar

Tabelle 4.
Zählprotokoll zu Diagramm Nr. 13, Seeheide bei Zinnwald.

Nr.	<i>Pinus</i>		<i>Betula</i>		<i>Salix</i>		<i>Picea</i>		<i>Tilia</i>		<i>Ulmus</i>		<i>Quercus</i>		<i>Alnus</i>		<i>Fagus</i>		<i>Abies</i>		<i>Carpinus</i>		<i>Corylus</i>		Anzahl d. gezählt, Pollenk.	Pollen- menge pro Präp. 18 × 18 mm
	Abs. Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%	A.Z.	%		
15	37	24,7	3	2	3	2	31	20,7	—	—	—	—	2	1,3	5	3,3	23	15,3	45	30	1	0,7	1	0,7	151	390
14	18	9	4	2	—	—	29	14,5	1	0,5	—	—	9	4,5	6	3	80	40	50	25	3	1,5	3	1,5	203	795
13	61	30,5	9	4,5	2	1	31	15,5	—	—	2	1	10	5	8	4	52	26	23	11,5	2	1	1	0,5	201	990
12	14	9,3	—	—	—	—	21	14	1	0,7	—	—	5	3,3	1	0,7	42	28	66	44	—	—	—	—	150	315
11	25	16,7	4	2,7	3	2	30	20	—	—	—	—	12	8	3	2	31	20,7	42	28	—	—	4	2,7	154	450
10	17	11,3	7	4,7	1	0,7	19	12,6	—	—	1	0,7	7	4,7	4	2,7	51	34	42	28	1	0,7	2	1,3	152	?
9	22	14,7	10	6,7	—	—	20	13,3	—	—	3	2	4	2,7	4	2,7	24	16	63	42	—	—	3	2	153	330
8	30	20	10	6,7	1	0,7	54	36	1	0,7	—	—	2	1,3	2	1,3	33	22	16	10,7	1	0,7	9	6	159	330
7	22	14,7	14	9,3	—	—	72	48	7	4,7	2	1,3	6	4	13	8,7	14	9,3	—	—	—	—	26	17,3	176	600
6	35	20,6	33	19,4	5	3	60	35,3	7	4,1	6	3,5	7	4,1	14	8,2	3	1,8	—	—	—	—	55	32,4	225	675
5	18	23	15	19,2	—	—	30	38,5	2	2,6	6	7,8	3	3,8	3	3,8	1	1,3	—	—	—	—	21	26,9	99	50
4	29	29	18	18	1	1	33	33	6	6	5	5	3	3	4	4	—	—	—	—	1	1	33	33	133	105
3	35	35	35	35	—	—	9	9	13	13	—	—	—	—	8	8	—	—	—	—	—	—	96	96	196	450
2	41	41	17	17	1	1	3	3	29	29	4	4	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—	87	87	187	270
1	6	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	12	12

korrespondierenden Schichten: zu unterst etwa 40 cm Riedtorf mit *Carex*, *Equisetum*, *Phragmites* und einzelnen starken Birkenhölzern, darüber 1,60 m älterer Eriophorum-Sphagnumtorf, im unteren Teil reichlich mit *Scheuchzeria*, dann folgt eine sehr ausgeprägte Stubbenlage, die einige 100 Schritte weit zu verfolgen ist, zum Teil auch in der Fläche in größerer Ausdehnung bloßgelegt ist, mit aufrechten Stammstümpfen von *Picea*. Darüber lagert, 1,50 m mächtig, wieder Eriophorum-Sphagnumtorf. Ein auffälliger Gegensatz im Zersetzungsgrad gegenüber dem jüngeren Moostorf der Seeheide war mir nicht aufgefallen. Etwas stärkere Zersetzung zeigt sich ja auch gelegentlich bei jüngeren Moostorf an alten Stichwänden. Ich glaubte daher hier dieselben Schichten vor mir zu haben wie in der Seeheide und ein ähnliches Diagramm zu bekommen. Die Pollenanalyse brachte aber hier zum Abschluß noch eine kleine Überraschung. Die Torfbildung beginnt hier wieder knapp vor dem Haselmaximum, sie schließt aber noch in der Fichtenzeit, noch vor dem Tannenanstieg. Der ganze Schichtenkomplex entspricht also nur dem älteren Moostorf und den älteren Schichten der Seeheide unter dem Grenzhorizont derselben. Die Stubbenlage dieses Moores ist viel älter als der Grenzhorizont und fällt mit dem ersten Anstieg der Buchenkurve in der Mitte der Fichtenzeit zusammen, dagegen entspricht wieder das Erlöschen des Moorwachstums, wie so oft in Randprofilen oder bei kleinen Mooren, dem Beginn der Grenzhorizontzeit. Das Pollendiagramm dieses Profiles ist viel länger als das der Seeheide, bedingt durch die größere Mächtigkeit der Stichwand, trotzdem hier der ganze Buchen-Tannenabschnitt fehlt. Entsprechend sind auch die einzelnen Abschnitte des Diagramms viel breiter auseinander gezogen. Das Beispiel zeigt, wie unzuverlässig rein stratigraphische Beurteilung des Aufbaues für Altersvergleichen ist. Es zeigt auch, daß von anscheinend ganz ähnlichen Torfarten in gleichen Zeiten sehr verschiedene Mächtigkeit erreicht werden kann. Dem Abschnitt vom Buchen- bis zum Tannenanstieg entsprechen im Profil der Auerhahnbalz etwa $1\frac{1}{2}$ m Moostorf, im Profil der Seeheide aber höchstens 30 cm derselben Torfart. Auf Grund dieser und ähnlicher Erfahrungen werden noch einige von mir in meiner ersten Arbeit gezogene Schlüsse zu berichtigen sein.

Im übrigen zeigt das Diagramm keine wesentlichen Abweichungen von dem älteren Abschnitt der übrigen Diagramme unter dem Grenzhorizont. Die hohen Tiliaprozente in der Haselzeit fehlen hier, wie schon erwähnt. Auch sonst zeigt Eichenmischwald und *Corylus* in der ersten Hälfte etwas niedrigere Prozente als in der Seeheide. Das ist immerhin etwas überraschend bei der nahen Nachbarschaft der beiden Moore. Möglicherweise sind die Proben hier zu wenig dicht genommen, eine Probe zwischen 5 und 6 ging verloren. Es könnte dadurch ein höherer Gipfel übersprungen sein. Ein hoher Birkengipfel nach dem Haselmaximum könnte wieder einen versteckten älteren Birkenwaldtorf anzeigen, der dann aber etwas jünger wäre als der der Seeheide. Der Tannen-

pollen tritt gleichzeitig mit dem Buchenpollen auf, hält sich aber durch die folgenden Proben unter 2 %. Der Anstieg der Tannenkurve ist nicht mehr getroffen.

Mit diesen beiden Mooren, die die Verhältnisse im östlichsten Erzgebirge veranschaulichen sollten und wieder ganz übereinstimmende Resultate ergaben, wurde die Untersuchung der Erzgebirgsmoore vorläufig abgeschlossen.

VI. Zusammenfassung.

Wir können nun an eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse schreiten und die bereits von den Gottesgaber Mooren gezogenen Schlüsse von neuem auf breiterer Tatsachenbasis für das ganze Erzgebirge überprüfen. Es werden sich dabei unvermeidlich einige Wiederholungen früherer Ausführungen ergeben, die aber nun ein Gesamtfazit darstellen.

Es wurden im ganzen 11 Hochmoore untersucht, die sich in 5 Gruppen, wie die Übersichtskarte S. 5 zeigt, über den ganzen Kamm des Gebirges von seinem Westflügel bei Graslitz bis zu seinem Ostende bei Zinnwald verteilen. Von diesen liegen die westlichen Gruppen, Gottesgab und Kranichsee, in einer Höhe von 930—1010 m, die östlichen Gruppen eine Höhenstufe niedriger zwischen 820 und 870 m. Die Untersuchung wurde nach der pollenanalytischen, paläofloristischen und stratigraphischen Methode durchgeführt.

1. Die Pollendiagramme.

In 22 Profilen wurde die Zusammensetzung der Pollenflora in den aufeinander folgenden Schichten quantitativ ermittelt und nach der Postschen Methode (S. 17) in Pollendiagrammen dargestellt. Sie veranschaulichen die allmählichen Änderungen in der Zusammensetzung des jährlichen Pollenniederschlags und damit indirekt die Veränderungen in der Zusammensetzung der umgebenden Wälder, wobei mit einem Umkreis von mehreren Kilometern (5—10) gerechnet werden kann. Es hat sich eine sehr gute Übereinstimmung der so gewonnenen Diagramme in allen untersuchten Mooren ergeben, mit einem untergeordneten Unterschied zwischen den Mooren der höheren westlichen und der tieferen östlichen Gruppe. In aller Kürze seien noch einmal die Hauptzüge des Kurvenverlaufes, die in allen Diagrammen wiederkehren, hervorgehoben.

Das Gesamtbild der Diagramme gliedert sich durch die aufeinanderfolgenden Gipfel der Hauptkurven deutlich in vier Hauptabschnitte. Der erste Abschnitt zeigt unbedingte Dominanz des Kiefernpollens. Im ersten Teil dieses Abschnittes, der aber nur in den älteren Profilen vertreten ist, erscheint neben dem überwiegenden Kiefernpollen nur noch Pollen von *Betula* und *Salix*, in den folgenden Proben dann ganz niedrige Prozente von *Corylus*, *Picea*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Alnus*. Dieser Abschnitt wurde als die Kiefernzeit oder auch als die reine Kiefernzeit, d. h. noch

ohne wärmeliebere Elemente, bezeichnet. Dann zeigt sich übereinstimmend zuerst ein steiler Anstieg der Haselkurve, der zu einem bedeutenden Haselmaximum führt. Dem raschen Anstieg folgt ein ebenso steiler Abfall dieser Kurve. Dieser Abschnitt, der von den beiden Ästen der Haselkurve umgrenzt wird und bis zur Abflachung der Haselkurve reicht, sei als Kiefern-Haselzeit oder kurz Haselzeit bezeichnet. Das Corylusmaximum liegt übereinstimmend immer knapp vor dem Schnittpunkt der Kiefern- und Fichtenkurve. Während der Haselzeit beginnt mehr weniger rasch der Anstieg der Fichtenkurve. Sie schneidet nach dem Haselmaximum die jetzt sinkende Kiefernkurve und leitet damit den dritten Abschnitt, die Fichtenzeit, ein, in der der Fichtenpollen weitaus alle andern Baumarten überwiegt. Dieser Abschnitt sei durch den Schnittpunkt der Kiefern-Fichtenkurve einerseits, der Fichten- und Tannen- oder Buchenkurve andererseits abgegrenzt. Ungefähr in der Mitte der Fichtenzeit oder kurz vorher erscheint regelmäßig zum ersten Male der Buchenpollen. Durch einige Schichten in niedrigen Prozenten bleibend, nimmt er dann rasch zu und gelangt zu einem ersten Maximum, das bei den höher gelegenen Mooren noch in die Fichtenzeit fällt, während bei den tieferen Mooren öfter die Fichte schon früher von der Buche übergipfelt wird. Der Tannenpollen tritt regelmäßig erst nach der Buche auf, steigt jedenfalls immer erst nach der Buche an, um schließlich die sinkende Fichtenkurve zu übergipfeln. Von nun an behalten bei den tiefer gelegenen Mooren die Tannen- und Buchenkurve dauernd die Oberhand über alle andern Kurven. Ihr Pollen wechselt nur untereinander mehrmals in der Vorherrschaft. Bei den höher gelegenen Mooren beteiligt sich die Fichte auch noch an diesem Wettbewerb. Die Buchenkurve liegt hier durchschnittlich tiefer, die Fichtenkurve höher (S. 84). Dieser Abschnitt der hohen Tannen- und Buchenprozent bildet die Buchen-Tannenzeit der Diagramme. Erst in den subrezentzen Abraumschichten zeigt sich dann ein neuerlicher Umschlag, ein rasches Sinken der Buchen- und Tannenkurve und Ansteigen der Fichten- und Kiefernkurve, wodurch sich Pollenspektren ergeben, die die heutige Zusammensetzung der Wälder am Kamme widerspiegeln. Diese Hauptgliederung des Gesamtbildes wird man unschwer in allen Diagrammen wiedererkennen, die die ganze Schichtenserie umfassen. Die übrigen bilden deutlich einen ganz bestimmten Ausschnitt aus diesem Gesamtdiagramm.

Die Übereinstimmung der Diagramme geht aber noch weiter auch in Einzelheiten. Die Eichenmischwaldkurve (*Tilia—Ulmus—Quercus*) beginnt immer ihren Anstieg in der Haselzeit. Bei den tieferen Mooren der östlichen Gruppen erreicht sie bisweilen schon in diesem Abschnitt ein erstes Maximum, häufiger fällt dieses in die erste Hälfte der Fichtenzeit. Immer zeigt sie jedenfalls in diesem letzteren Abschnitt hohe Prozente an, um dann nach dem Buchenanstieg auf ein Minimum meist unter 5% zu sinken, das dann durch die ganze Buchen-Tannenzeit bis zum

Schluß anhält. Innerhalb des Eichenmischwaldes überwiegt anfangs immer der Linden- und Ulmenpollen. Erst später gewinnt die Eiche die Oberhand und behält dann dauernd die Führung. Linden- und Ulmenpollen werden in der zweiten Hälfte der Diagramme zu Seltenheiten. In der ersten Hälfte der Fichtenzeit steigt die Haselkurve in der Mehrzahl der Diagramme noch einmal zu einem zweiten, aber viel niedrigeren Gipfel an, dem zweiten *Corylus*-maximum. Die Fichtenzeit wird durch den Verlauf der andern Kurve deutlich in zwei Unterabschnitte geteilt, der erste ausgezeichnet durch die hohen Prozente des Eichenmischwaldes und das zweite *Corylus*-maximum, der zweite durch den Anstieg der Buchen- und später der Tannenkurve bei gleichzeitigem Abfall der übrigen Nebenkurven. Auf die Fichtenzeit folgt sehr regelmäßig ein erstes hohes Tannenmaximum, mit Ausnahme jener Fälle, wo das erste Buchenmaximum noch über die Fichtenzeit hinausgreift. Die Buchenkurve zeigt währenddem in der Regel eine Depression, steigt aber dann zum zweiten Buchenmaximum an. Von einer weiteren zeitlichen Verknüpfung der einzelnen folgenden Gipfel der Hauptkurven mußte aus den S. 44 erörterten Gründen abgesehen werden. Jedenfalls ist es nicht möglich, die Schwankungen der Tannen-, Buchen-, Fichten- und Kiefernkurven im letzten Abschnitt gemeinsam irgendwie in Übereinstimmung zu bringen. Fichte und Kiefer werden immer auch lokal auf den Mooren selbst aufgetreten sein, mindestens auf dem Randgehänge, aber auch vereinzelt oder in kleinen Gruppen auf der Hochfläche, wie die zerstreuten Wurzelstöcke im jüngeren Moostorf anzeigen. Dadurch werden natürlich auch die Pollenkurven „lokal beeinflusst“ und eventuelle gemeinsame Züge in diesem Diagrammabschnitt verdeckt. Der lokale Einfluß macht sich auch bei der Birkenkurve geltend, die daher die wenigsten Übereinstimmungen in den Diagrammen zeigt. Die Bedeutung des lokalen Einflusses läßt sich in den Waldschichten erkennen, wo immer die Kurve jener Baumart, die den betreffenden Waldhorizont dominierend zusammensetzt, auch einen Gipfel aufweist, die Erhöhung beträgt aber nicht mehr als 10—20 % und das Gesamtbild der Diagramme erleidet durch diesen lokalen Einfluß keine wesentliche Störung. Die Birkenprozente sind im allgemeinen im älteren Teil der Diagramme immer höher als später. Entsprechend wurden auch Birkenhölzer immer nur in den unteren nährstoffreicheren Riedtorfschichten häufiger angetroffen. Außerdem wird die Birkenkurve auch schon durch die größere Zahl der konkurrierenden Arten in der zweiten Diagrammhälfte gedrückt. Die Kiefernkurve zeigt in der Regel ein Minimum in der zweiten Hälfte der Fichtenzeit und steigt dann wieder mit vielen Schwankungen in der Buchen-Tannenzeit, am stärksten gegen den Schluß zu. Die gesamte Kiefernkurve ist eine Mischkurve von *Pinus silvestris* und *montana*. Es wurden auf S. 60 eine Anzahl Gründe dafür angeführt, daß sie in ihrer ersten Hälfte bis in die Fichtenzeit hinein überwiegend von *Pinus silvestris*, später dann überwiegend von *Pinus montana* gebildet wird.

Die Übereinstimmungen und die Möglichkeit einer Konnektierung der Kurvenschwankungen in den einzelnen Diagrammen versagt also nur bei den Holzarten, wo lokaler Einfluß mitspielt und bei den kleinen Schwankungen, die in die Fehlergrenze der Methode fallen. Man könnte aus allen den übereinstimmenden Zügen ein Idealdiagramm entwerfen. Einen exakteren Ausdruck findet die Übereinstimmung aber in dem Durchschnittsdiagramm Nr. 16, Tafel XIV, das nach dem Beispiel von Post (1) in folgender Weise konstruiert wurde.

Da die Moorbildung in den verschiedenen Mooren zu sehr verschiedenen Zeiten begonnen und geschlossen hat und in gleichen Zeiten sehr verschieden mächtige Schichten gebildet wurden, mußte für das Durchschnittsmoor und die einzelnen Zeitabschnitte auch eine durchschnittliche Mächtigkeit ermittelt werden. Zu diesem Zwecke wurden bestimmte pollenfloristische und stratigraphische Leithorizonte, die als ungefähr gleichaltrig angenommen werden können, ausgewählt. Das waren 1. der Horizont des *Corylus maximums*, 2. der Kontakt zwischen dem jüngeren Moostorf und den älteren Schichten, der dem subboreal-subatlantischen Kontakt der nordischen Moore vergleichbar ist und von Post auch für die Konstruktion verwendet wurde, 3. die rezente Oberfläche der Moore mit voll entwickeltem jüngeren Moostorf. Bei den Mooren ohne jüngeren Moostorf entspricht die Oberfläche nach den früheren Feststellungen ungefähr dem Kontakte. Es wurde dann die jeweilige Mächtigkeit der Schichten zwischen diesen Leithorizonten ermittelt, das Mittel aus denselben ausgerechnet und auf der Ordinatenachse des Durchschnittsdiagrammes eingetragen. Die so gewonnenen mittleren Ordinatenabschnitte vom Haselmaximum einerseits bis zum Kontakt und andererseits von diesem bis zur Oberfläche wurden dann in je 8 Teile geteilt und die entsprechenden Abszissen ausgezogen, die bestimmte Niveaus im Durchschnittsmoor markieren. Die gleichen Niveauabstände wurden dann auch für die Zeit vor dem *Corylus maximum* aufgetragen. Es wurden dann die korrespondierenden Abschnitte auf den Ordinaten der Einzeldiagramme ebenfalls in je 8 Teile geteilt und in den Teilungspunkten die Abszissen errichtet. Die Schnittpunkte dieser Abszissen mit den Pollenkurven ergeben dann die dem entsprechenden Niveau korrespondierenden Pollenprozentage. Aus diesen wurden dann die arithmetischen Mittel berechnet und auf den entsprechenden Abszissen des Durchschnittsdiagrammes aufgetragen. So ließen sich dann die Durchschnittskurven konstruieren. Zur Konstruktion wurden verwendet die Diagramme Nr. 1, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, soweit sie den entsprechenden Zeitabschnitt umfassen, also Profile aus allen untersuchten Mooren mit Ausnahme der Moore C und D Gottesgab, da hier die Proben zu lückenhaft waren.

Das so gewonnene Durchschnittsdiagramm läßt sofort alle besprochenen Hauptzüge wieder erkennen. Nur die untergeordneten Schwankungen sind hier ausgeglichener. Es stellt tatsächlich den schematischen Grundplan aller Diagramme dar. Das wäre

nicht möglich, wenn nicht tatsächlich eine so gute Übereinstimmung aller vorliegen würde. Läge z. B. das hohe *Corylus*-maximum nur in einem Moore, etwa in der Fichtenzeit oder an anderer Stelle, so müßte das auch im Durchschnittsdiagramm zum Ausdruck kommen.

Es kann somit als erwiesen gelten, daß die Zusammensetzung der Pollenflora während der Moorbildungszeit in allen untersuchten Mooren sich gleichsinnig verändert hat, und das kann seinen Grund nur in der tatsächlichen Änderung der Waldzusammensetzung haben, die längs des ganzen Kammes in den Hauptzügen gleichartig verlaufen ist. Wir dürfen somit die Pollendiagramme als den Ausdruck der wechselnden Waldgeschichte des Erzgebirges auffassen.

Die eingangs bei der Besprechung der Methode geäußerten Bedenken, daß die Fehlerquelle der ungleichen Verteilung der Pollenarten im Pollenniederschlag oder der „lokale Einfluß“ das Bild der Entwicklung zu sehr verwirren könnten, erweisen sich als unbegründet. Diese Fehlerquellen trüben nur den Vergleich der kleinen Schwankungen. Auch die Denkmöglichkeit, daß das Fehlen bestimmter Pollenarten in den untern Schichten auf geringerer, zeitlich beschränkter Erhaltungsfähigkeit beruhen könnte, könnte in keiner Weise die Diagramme erklären. Wir haben bei dem verschiedensten Schichtwechsel und bei ganz verschiedenen Erhaltungsbedingungen in den einzelnen Horizonten immer wieder dasselbe Grunddiagramm erhalten. Buche und Tanne erscheinen ganz ohne Rücksicht auf die sehr verschiedene Mächtigkeit der überlagernden Schichten (Moore mit und ohne jüngeren Moostorf) immer in demselben scharf charakterisierten Horizont der mittleren Fichtenzeit. Das wäre unter obiger Annahme in keiner Weise verständlich. Sie fehlen ausnahmslos in allen Mooren in der Kiefern- und Haselzeit. Das Beispiel zeigt zugleich, daß auch ein Herunterspülen durch den Regen in tiefere Lagen von keiner Bedeutung sein kann, sonst könnten die empirischen und rationalen Pollengrenzen bei den ganz ungleichen Mächtigkeiten nicht so gut übereinstimmen.

Die Möglichkeit einer verschiedenen Resistenzfähigkeit der verschiedenen Pollenarten soll indes nicht ganz geleugnet werden, zumal sie für gewisse Pollenarten, wie *Populus* und *Acer*, erwiesen ist. Aber nach aller gemachten Erfahrung dürfte sie doch nur unter ganz besonders ungünstigen Erhaltungsbedingungen die Zusammensetzung der Pollenflora beeinflussen. Diese Gefahr könnte vorliegen bei pollenarmen Proben, die einen großen Teil ihrer Pollenkörner angegriffen zeigen. Solche Proben sind natürlich nur mit Vorsicht zu Schlüssen zu verwerten. Das trifft vielleicht zu für eine oder die andere pollenarme Grundprobe aus der reinen Kiefernzeit, die dann auch nicht weiter in Betracht

gezogen wurde. Meist zeigten sich aber die vorkommenden Pollenkörner auch aus diesen Schichten tadellos erhalten, und es liegen auch pollenreiche Proben aus dieser Zeit vor. Zum mindesten ist der Schluß gerechtfertigt, daß die anfangs fehlenden Holzarten, wie z. B. Hasel und Fichte, höchstens ganz vereinzelt in dieser Zeit vorhanden gewesen sein können und daß sie erst später an Ausbreitung gewonnen haben, denn sie zeigen in den Torfschichten wenige Zentimeter darüber dann oft raschen Anstieg, immer dasselbe Kurvenbild ergebend. Es kann an der Brauchbarkeit und Verlässlichkeit der pollenanalytischen Methode nicht gezweifelt werden, wenn sie nur immer mit Kritik angewendet wird.

Ehe wir zur weiteren Ausdeutung der Pollendiagramme übergehen, sei noch der Aufbau der Moore zusammenfassend besprochen.

2. Der Aufbau der Moore.

Übereinstimmende Züge sind auch im Aufbau der Moore des Erzgebirges unverkennbar. Alle untersuchten Moore sind Versumpfungsmoore. Es ist kein einziges Verlandungsmoor darunter. Der Lage nach sind es überwiegend Hang- oder Muldenmoore, denn auch die Sattelmoores dürften aus Hangmooren hervorgegangen sein (S. 10, 68). In mehreren Mooren (Reißzeche, Sebastiansberger Heide) konnte nachgewiesen werden, daß die Torfbildung in den tiefsten Stellen der Einsenkung des Grundes begonnen und von hier sich allmählich auf die höheren Ränder ausgebreitet hat.

Die häufigste Sukzession der Pflanzengesellschaften ist Equiseteto-Caricetum mit oder ohne Phragmites, Scheuchzerietum, Eriophoreto-Sphagnetum (siehe die Vergleichstabelle S. 97). Das Caricetum kann auch ganz durch ein Phragmitetum vertreten sein. In den offenbar trockneren Randprofilen und in den kleineren Mooren mit leichterem Wasserabfluß folgt das Eriophoreto-Sphagnetum sofort auf ein wenig mächtiges Caricetum. Das sind ganz normale Sukzessionen, die von eutrophen, hydrogenen zu oligotrophen, ombrogenen Assoziationen führen. Bemerkenswert ist aber, daß zwei Hauptarten dieser Pflanzengesellschaften, *Phragmites* und *Scheuchzeria*, heute dem Kamme des Erzgebirges ganz oder fast ganz fehlen. Der Übergang von einer Assoziation in die andere vollzieht sich meist ganz allmählich, soweit er nicht durch Trockenphasen gestört ist.

In diese Sukzessionen sind nun vielfach Trockenhorizonte eingeschaltet, markiert entweder durch zusammenhängende Stubbenlagen oder nur durch dichte Eriophorumbänke, durch stärker verwitterte, erdig krümlige Schichten oder auch nur durch eine auffällige Diskordanz im Zersetzungsgrad. Hier erhebt sich nun die alte Streitfrage, ob diese Trockenhorizonte normale biotische Sukzessionsglieder, lokale Zufälligkeiten sind oder ob sie durch Schwankungen in der Feuchtigkeit des Klimas bedingt sind (siehe S. 51). Die Frage wurde von neuem, mangels archäologischer Belege für die Altersvergleichung mit Hilfe der Pollen-

analyse überprüft, von der Erwägung ausgehend: Wenn die Trockenhorizonte trockenen Klimaperioden entsprechen, dann müssen sie untereinander in einer oder mehreren Zeitperioden gleichhalt sein, dann müssen sie auch die gleiche Lage im Gesamt-diagramm in einem oder mehreren Zeitabschnitten desselben einnehmen und annähernd gleiche Pollenspektren aufweisen.

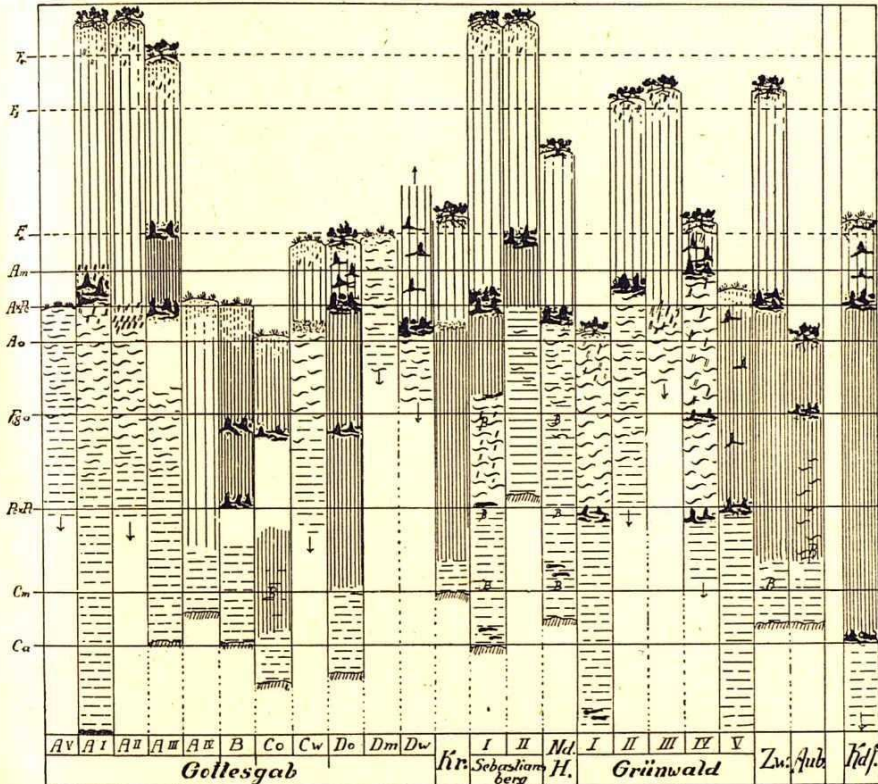


Fig. 5. Altersvergleichsschema der untersuchten Profile.

Bezeichnung der Profile wie im Texte. Erklärung S. 52. Kr. = Kranichsee, Nd. H. = Neudorfer Heide, Zw = Seeheide bei Zinnwald, Aub. = Auerhahnbalz, Kdf. = Kößlersdorf. Die Horizontalen sind pollenfloristische Leithorizonte, die als gleichaltrig angenommen werden können und zwar: Ca = Corylusanstieg in den Diagrammen, Cm = Corylusmaximum, Pc × Pi = Schnittpunkt der Fichten- und Kiefernkurve, Fga = Fagusanstieg, Aa = Abiesanstieg, A × Pc = Schnittpunkt der Tannen- und Fichtenkurve, Am = erstes Abiesmaximum, F₂₋₄ = Buchenmaximum. Die Pfeile deuten nicht untersuchte Profileteile an.

Das Ergebnis der Untersuchung ist für alle untersuchten Profile in der beistehenden pollenanalytischen Altersvergleichstabelle niedergelegt, deren Konstruktion auf S. 52 näher besprochen wurde.

Der Überblick über die Tabelle zeigt zunächst, daß die Stubbenlagen untereinander nicht alle gleichalt sind, daß nasse und trockene

Phasen in verschiedenen Mooren und Moorpartien desselben Moores einander zeitlich entsprechen können, daß ganz gleiche Sukzessionen mit Trockenhorizonten zu verschiedenen Zeiten durchlaufen wurden (z. B. Zw. und Aub.). Das sind dieselben Schlüsse, zu denen ich auch in meiner ersten Arbeit über die südböhmischen Moore auf anderem Wege gekommen war, von Voraussetzungen ausgehend, die sich allerdings als unverläßlich erwiesen haben.

Es läßt sich jedoch unschwer erkennen, daß eine auffällige Häufung von Trockenhorizonten in ganz eng umgrenzten Zeitabschnitten vorliegt. Diese Zeitabschnitte sind 1. (weniger deutlich) die erste Hälfte der Fichtenzeit. In diesen Zeitraum fallen die Stubbenlagen der kleinen Moore bei Gottesgab, die Birken-schichten der Randprofile der Grünwalder Heide, die Stubbenlage der Auerhahnbalz. 2. Sehr auffällig der Abschnitt der Diagramme vom ersten Anstieg der Tannenkurve bis nach dem ersten Tannenmaximum. In diesen Zeitabschnitt fallen die mächtigen Strunk-schichten des Reißzechenmoores in Gottesgab, der Sebastiansberger Heide, der Grünwalder Heide, der Neudorfer Heide und der Seeheide bei Zinnwald, weiter die Eriophorumbank in Profil II der Reißzeche, die erdige Schicht in der „Mongolei“, die Unterkante des jüngeren Moostorfes im Pechhüttenmoor, der Kontakt im Kranichsee usw., ferner der Abschluß der Moorbildung, die dauernde Austrocknung bei den kleinen Mooren und den Randprofilen der großen.

Zwischen diesen beiden Perioden liegt ein Zeitabschnitt (zweite Hälfte der Fichtenzeit), in dem nirgends eine Anreicherung an Hölzern erkennbar ist, in der nur typisch nasse Torfarten, wie Scheuchzeria- und Eriophorum-Sphagnumtorf gebildet wurden, also durchgängig eine nasse Phase der Moorentwicklung herrschte.

Auf das Zeitalter der „Grenzhorizonte“ folgt dann wieder eine Zeit zunehmender Vernässung, in der überwiegend Sphagnumtorf, der jüngere Moostorf, entstand. Dieser zeigt häufig am Grunde dichtere Anreicherung von Eriophorumbüscheln. In seiner mittleren Partie überwiegen aber die Sphagnen weitaus. Die Vegetationsdecke muß in dieser Zeit von einem geschlossenen Sphagnumrasen bedeckt gewesen sein mit fein zerstreutem Gehälm vom Wollgras und sehr zerstreuten Reisern. Dann deutet gewöhnlich erneute Zunahme der Wollgrasbüschel in der oberen Partie den Übergang zur gegenwärtigen Verheidung der Moore an.

Wir können also, zunächst für den zweiten Abschnitt der Trockenhorizonte den bereits für Gottesgab oben gezogenen Schluß auf alle untersuchten Moore des Erzgebirges ausdehnen: Es hat einen engumgrenzten Zeitabschnitt gegeben, vom ersten Anstieg der Tannenkurve bis nach dem ersten Tannenmaximum, in dem alle untersuchten Moore eine Trockenphase durchgemacht haben.

Innerhalb dieses Zeitraumes waren die Mehrzahl der untersuchten Moore bewaldet, wenn sich auch die Bewaldung nicht

immer über die ganze Hochfläche erstreckt hat. Wo kein Wald nachweisbar ist, erfolgte wenigstens innerhalb dieser Zeit stärkere Verwitterung oder Verheidung durch *Eriophorum*. Kleinere Moore und ganze Partien der großen, besonders Randpartien haben gerade seit dieser Zeit ihr Wachstum überhaupt eingestellt. Alle untersuchten Moore zeigen also in dieser Zeit eine Alteration in ihrer Entwicklung in der Richtung dauernder oder vorübergehender Austrocknung mit nachfolgender Wiedervernässung, die aber nicht mehr die ganzen Moore umfaßt. Diese Trockenhorizonte erfüllen also die Forderung annähernder Gleichaltrigkeit in engem Rahmen. Damit erhält der Schluß einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit, daß die Trockenhorizonte dieses Zeitabschnittes durch eine gemeinsame Ursache bedingt waren, und als solche kommt dann nur eine trockenere Klimaperiode in Betracht. Es ist nun weiters von vornherein sehr wahrscheinlich, daß dies dieselbe säkulare Klimaperiode war, in der sich auch der Grenzhorizont in den norddeutschen Mooren bildete, der dann auch weit darüber hinaus durch Mittel- und Nordeuropa weit verbreitet nachgewiesen wurde. Aus diesem Grunde wurden die Trockenhorizonte dieses Zeitabschnittes gleichfalls als Grenzhorizonte bezeichnet, der ganze Zeitabschnitt als das Zeitalter des Grenzhorizontes. Es wird am Schlusse noch gezeigt werden, daß diese Parallele mit dem Grenzhorizont Webers, wie auch mit der subborealen Zeit des Nordens auch pollenfloristisch durchaus wahrscheinlich ist. Damit wäre ein wichtiger Fixpunkt für Altersvergleichen mit weit entfernten Mooren in andern Ländern neuerlich gesichert, und zugleich eine Anknüpfung an die Prähistorie gegeben, da in Deutschland und im Norden bereits nachgewiesen wurde, daß die Grenzhorizontzeit der Bronzezeit entspricht.

Wir haben aber nun auf den Charakter dieser Grenzhorizontzeit noch näher einzugehen. Die bereits für Gottesgab (S. 54) darüber angestellten Erörterungen können auf alle Moore des Erzgebirges ausgedehnt werden, wie schon bei den Einzelbesprechungen näher begründet wurde (z. B. S. 73) und wie auch das Vergleichsschema zeigt.

Innerhalb der gesamten Grenzhorizontzeit haben nicht alle Moore und Moorpartien genau gleichzeitig den höchsten Grad der Austrocknung erreicht, sondern einige früher, andere etwas später, und ebenso ist die Wiedervernässung nicht genau gleichzeitig erfolgt, sondern in einigen Fällen bereits innerhalb der Grenzhorizontzeit, während andere Partien erst in die Bewaldung eintraten. Wir werden uns vorzustellen haben, daß auch während dieser Zeit auf den Mooren nasse und trockene Partien, Bulte, Schlenken, Kolke, Rüllen, nebeneinander bestanden, mit andern Worten, daß die Moore hier in dieser Zeit ein ganz ähnliches Aussehen zeigten wie heute im Erzgebirge. Trocknere und erhöhte Partien werden natürlich früher der Verheidung verfallen sein als nasse und vertiefte und ebenso umgekehrt bei der Wiedervernässung. Es wird auch in dieser Zeit progressive und regressive

(zirkulative) Entwicklung hier nebeneinander gegeben haben auf kleinem Raume und es werden sich wechselnd Uebenenheiten der Oberfläche gebildet haben, die wieder lokal ausgeglichen und umgekehrt wurden, wie heute in vielen Mooren Europas.

Diese untergeordneten Schwankungen sind kein Grund, die klimatische Deutung der Grenzhorizonte als Trockenperioden abzulehnen, denn in der vorangehenden und nachfolgenden Zeit hatte die Moorentwicklung einen ganz anderen Charakter. In diesen Zeitabschnitten, der älteren und jüngeren Moostorfzeit, fehlen deutliche Trockenphasen überhaupt, wenn man davon absieht, daß das Randgehänge sein Wachstum sukzessive eingestellt hat (S. 76), was durch das Steilerwerden des Randgehänges erklärt ist. Es werden durchgehend die nassesten Torfarten der Hochmoore gebildet. Die Oberfläche der Hochmoore muß in dieser Zeit viel homogener und ebener gewesen sein, wie es heute nur noch die wenigen vollwüchsigen Hochmoore zeigen. Es muß also die Grenzhorizontzeit im Erzgebirge relativ trockener gewesen sein als die vorangegangene und nachfolgende Periode. Damit ist freilich noch nicht gesagt, daß sie auch trockener war als heute. Es wurde oben ausgeführt, daß die Moore in dieser Zeit dasselbe Aussehen gezeigt haben müssen wie heute, und es hängt nun die weitere Entscheidung von der Frage ab, ob die heutige Verheidung der Moore klimatisch bedingt ist oder nicht. Für die Abschätzung der Dauer der Grenzhorizontzeit fehlt uns heute für unser Gebiet noch ein geeigneter Maßstab. In dieser Zeit erfolgte die Ausbreitung der Tanne von ihrem ersten vereinzelt Auftreten bis zur Vorherrschaft in den Wäldern des Erzgebirges. In Profilen, wo auch in dieser Zeit Moostorf gebildet wurde, erreicht dieser $\frac{1}{2}$ —1 m Mächtigkeit. Das spricht alles für lange, mehrhundert- bis tausendjährige Dauer, übereinstimmend mit den Schätzungen Webers.

Viel schwieriger ist es, zu einem sicheren Schluß über die Ursachen der Bildung der älteren Trockenhorizonte zu kommen. Man könnte sie auch zu einer Periode zusammenfassen, etwa der ersten Hälfte der Fichtenzeit, und dann für diese ähnliche Erwägungen anstellen wie für die Grenzhorizontzeit, daß die Austrocknung und Wiedervernässung auch hier nicht überall genau gleichzeitig erfolgte, sondern daß auch diese Zeit durch Schwankungen zwischen trockenen und nassen Phasen charakterisiert ist. Man kann aber diese älteren Waldtorfe ebenso gut auch auf mehrere engere Perioden verteilen, besonders wenn man auch die *Betulamaxima* in den Diagrammen (B in den Profilen des Schemas) berücksichtigt und auch als Zeugen stärkerer Verbreitung der Birken auf den Mooren ansieht. Das wären dann etwa: das *Corylusmaximum*, die Grenze der Kiefern-Fichtenzeit, der Buchenanstieg. In diesem Falle würde es sich also bei klimatischer Deutung um mehrere Klimaschwankungen handeln.

Diese älteren Waldschichten erscheinen aber in diesen Perioden viel weniger allgemein verbreitet als in der Grenzhorizontzeit.

Die großen Moore, wie das Reißzechenmoor zeigen in dieser Zeit überhaupt keine Störung ihres Wachstums, sondern ausgeprägt nasse Phasen, ausgedehnte Scheuchzerieten, die nach ihrer Lage hoch über dem Grunde offenbar auch nur mehr vom Niederschlagswasser gespeist wurden. Wenn es sich hier um trockenere Klimaperioden handelt, so waren sie viel weniger ausgeprägt als die Grenzhorizontzeit, wenn man auch berücksichtigt, daß diese geringere Beeinflussung der Moore zum Teil davon herrühren kann, daß die Moore noch nicht in so hohem Grade und allgemein über den Grund und ihre Umgebung emporgewachsen waren als später. Wenigstens einige der untersuchten Moore und Moorpartien befanden sich in dieser Zeit noch in vollem Riedmoorstadium. Bei anderen Mooren wieder kann die Birkenlage als Zwischenmoorwald, also als normales Sukzessionsglied, angesehen werden. Das gilt z. B. für die Birkenschicht in Grünwald I, III, V, Gottesgab B. Die Sache bleibt noch zu vieldeutig, um zu einem sichern Schluß zu kommen.

Die ersten Stadien der Moorbildung in den älteren Profilen von der reinen Kieferzeit bis etwa zum Haselmaximum deuten eher auf eine zunehmende Vernässung, da Phragmiteten und Bestände von *Carex lasiocarpa* an die Stelle ehemaliger Birken- und Weidengesträuche treten, die durch die häufigen stärkeren Hölzer am Grunde angedeutet werden. Ob überhaupt der Beginn der Moorbildung, der überwiegend in diese Zeit fällt, für ein Nässerwerden des Klimas spricht, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Daß vordem hier keine Moorbildung stattgefunden hat, könnte wohl seinen Grund darin haben, daß der Wasserzufluß noch zu gering war, und der Grundwasserspiegel tiefer lag, es können aber auch andere Faktoren die Moorbildung verhindert haben, z. B. zu große Kälte, zu rascher Wasserabfluß. Jedenfalls liegt kein Anzeichen dafür vor, daß diese Periode der beginnenden Moorbildung im Erzgebirge eine Trockenzeit war.

Will man also auf diese vieldeutigen Tatsachen in der älteren Zeit hin überhaupt einen Schluß auf die Feuchtigkeitsschwankungen des Klimas wagen, so könnte man sagen: Das Klima war zu Beginn der Moorbildung bis zum Haselmaximum feucht und niederschlagsreicher. Dann könnte es eine Zeitlang trockener geworden sein oder mehrfach zwischen trocken und feucht hin und hergependelt haben vom Haselmaximum bis zum Buchenanstieg. Doch war die Trockenheit nicht groß genug, um alle Moore zu beeinflussen, auch nicht alle jene, welche bereits in das Hochmoorstadium eingetreten waren. Diese Zeit könnte dann etwa der älteren Waldtorfzeit Schreibers und der borealen Zeit Sernanders entsprechen. Dann wäre es wieder ausgeprägt niederschlagsreich geworden (Buchenanstieg bis Tannenanstieg), dann ausgeprägt trockener (Grenzhorizontzeit), dann wieder feuchter (jüngerer Moostorf, Buchen-Tannenzeit). Von diesen Schwankungen können aber nur die letzten drei als in der Stratigraphie der Moore gut belegt und sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, die älteren nur als unsicher erwiesene Möglich-

keiten. Diese Schlüsse gelten natürlich immer nur für das Untersuchungsgebiet.

Gegenwärtig befinden sich die Moore entschieden wieder in einer Trockenphase, die der Grenzhorizontzeit ganz ähnlich ist. Da ist es nun wieder eine alte Streitfrage, ob diese gegenwärtige Verheidung und Austrocknung der Moore klimatisch bedingt ist durch eine gegenwärtige trockene Klimaperiode, oder ob sie nur durch den Alterszustand der Moore, ihre bedeutende Emporwölbung über die Umgebung oder endlich durch die künstliche Entwässerung bedingt ist, die auch im Erzgebirge allgemein durchgeführt ist, zum mindestens durch das „Absperren der Heide“ durch einen tieferen Grenzgraben, der die Umgebung vor der Versumpfung durch die Hochmoore schützen soll. Die Frage ist auch von Männel schon behandelt worden. Er stellte fest, daß die Moorkiefern auf den Mooren ein Alter von etwa 70 bis 100 Jahren zeigen, aber in der Regel nicht mehr, trotzdem sie ein wesentlich höheres Alter erreichen können¹⁾, und schließt daraus, daß die Bewaldung der Moore erst vor etwa 100 Jahren eingetreten ist. Er hat für diese Anschauung auch nach historischen Daten gesucht und beruft sich auf eine Stelle bei Carlowitz in der oeconomia silvicultura von 1722, worin es heißt: daß „auf diesem Moth oder Turff zwar wegen des darauf befindlichen wenigen Rasens allerhand Holz wächst, jedoch ganz einzeln“, während spätere Quellen von 1822 schon von Bewaldung der Moore sprechen. Das sind freilich recht unsichere Angaben. Wichtiger ist schon die Feststellung des durchschnittlichen Alters der lebenden Kiefern. Männel selbst führt diese hundertjährige Verheidung auf das Trocknerwerden des Klimas im letzten Jahrhundert zurück, das auch durch die Abnahme des Wasserstandes der Elbe seit Beginn des 19. Jahrhunderts erwiesen sei. Bei so kurzer Dauer der Verheidung könnte aber immer noch an den Einfluß der Entwässerung gedacht werden. Die rationelle Entwässerung der Moore des Erzgebirges zu Zwecken der Forstkultur wurde nach Männel (S. 374) seit dem Jahre 1818 in größerem Maßstabe in Angriff genommen, Torfstiche gab es aber schon viel früher. Schreiber hat aber mehrfach darauf hingewiesen, daß die künstliche Entwässerung nur einen sehr geringen Einfluß auf die rezente Vegetation besitzt. Sie erstreckt sich nur 5 m weit vom Grabenrand. Der Torf ist in hohem Grade wasserdicht und leitet das Wasser auch seitlich schwer. Ich selbst sah auf der Oberfläche des Reißzehenmoores größere mit Wasser gefüllte Pfützen in nur etwa 20 Schritt Entfernung von der großen Stichwand und die rezente Vegetation des Moores ist auch nur in dieser Entfernung durch Reiser ersetzt, sonst anscheinend unbeeinflusst. Schreiber vertritt daher auch die Klimatheorie. Es dürfte aber auch die Zeitschätzung Männels

¹⁾ Herr Oberforstmeister Friedrich sagte mir, daß in der „großen Auerhahnbalz“ Moorkiefern von 180—220 Jahren mit einem Stammdurchmesser von 60 cm angetroffen wurden. Es kann sich hier allerdings um vereinzelt Exemplare etwa des Randgehänges handeln.

nicht ganz zutreffen, denn es finden sich auch ältere Wurzelgenerationen unter der rezenten Wurzelschicht, die z. B. in der Grünwalder Heide bis 70 cm Tiefe herunterreichen, auch ist diese Partie des jüngeren Moostorfes schon eriophorumreicher. Der Anschein spricht entschieden eher dafür, daß die gegenwärtige Verheidung der Moore natürlich und schon etwas älteren Datums ist. Für die klimatische Deutung spricht in der Tat die allgemeine Verbreitung der Erscheinung, die Schreiber angibt. Im übrigen muß diese Frage in erster Linie von den Klimatologen entschieden werden. Jedenfalls kann sie in einem Untersuchungsgebiet allein nicht gelöst werden. Daß in Mooren oder Teilen von Mooren auch bei günstigen Klima der Torfzuwachs stillstehen kann, beweisen die untersuchten kleinen Moore und die Randpartien der großen Moore, wo seit der Grenzhorizontzeit oder bald danach kein Torfzuwachs mehr eingetreten ist. Die Vernässung der jüngeren Moostorfzeit hat nicht hingereicht, sie wieder zum Aufleben zu bringen, was seinen Grund in der Kleinheit der betreffenden Moore oder der randlichen Lage der betreffenden Partien und dem dadurch erleichterten Wasserabfluß haben könnte. Diese Umstände könnten dafür sprechen, daß es auch ein natürliches Absterben der Moore unabhängig vom Klima geben kann.

Diese altabgestorbenen Moore unterscheiden sich in ihrer rezenten Vegetation, soweit sie ursprünglich ist, in nichts von den jüngeren. Es gibt sogar Moorpartien darunter (Gottesgab A bei V, Dm), wo die rezente Vegetation von nassen Assoziationen von Rüllencharakter gebildet wird. Unter dieser rezenten Rülle liegt unmittelbar alter Scheuchzeriatorf mit Phragmites, der sein Wachstum in der Grenzhorizontzeit abgeschlossen hat. Es ist schwer verständlich, warum hier in der Zwischenzeit des jüngeren Moostorfes kein Torf gebildet wurde. Es muß hier eine regressive Entwicklung jüngsten Datums aus irgendwelchen topographischen Ursachen vorliegen.

Wann die Verheidung und der Abschluß der Torfbildung allgemein erfolgte, läßt sich nach diesen Erfahrungen nicht genauer datieren. Sie könnte auch schon mehrere Jahrhunderte zurückliegen. Vielleicht werden noch einmal pollenanalytische Untersuchungen von Ablagerungen, die sicher bis in die Gegenwart reichen, Anhaltspunkte für Vergleiche abgeben, vielleicht auch historische Funde. In der Sebastiansberger Heide wurden Kanonenkugeln, Lanzenspitzen, Hufeisen gefunden, welche aus dem 30 jährigen Krieg stammen sollen, nach M ä n n e l in einer Tiefe von 1 m, nach Schreiber von 3 dm. Sie sind aber für eine Altersbestimmung schwer verwertbar, da sie sich schon ursprünglich tiefer eingebohrt haben können.

Bezüglich des Auftretens der verschiedenen Torfarten ergibt das Vergleichsschema, daß die Scheuchzerieten fast ganz in die Fichtenzeit fallen. Daß *Scheuchzeria* nicht schon früher reichlicher auftritt, kann in ihrem oligotrophen Charakter, in der

starken Konkurrenz der eutrophen Riedtorfart liegen. Sie erweist sich als von der Temperatur unabhängig, da ihre Verbreitung noch in die Wärmezeit fällt. Dagegen ist es bemerkenswert, daß sie gerade in der Grenzhorizontzeit fast völlig aus den Mooren verschwindet. Sie fehlt bereits im jüngeren Moostorf, wo sie doch gewiß viele Standorte gehabt hätte. Es hat sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich, daß gerade diese Trockenzeit ihrem Massenaufreten ein Ende gemacht hat und daß der viel diskutierte Rückgang dieser Art in unserer Flora durch diese Periode seine Erklärung findet. *Phragmites* verschwindet gleichfalls seit dieser Zeit endgültig vom Erzgebirgskamm¹⁾.

3. Die postglaziale Waldgeschichte des Erzgebirges.

Es wurde gezeigt, daß die Pollendiagramme auf Grund ihrer ausgezeichneten Übereinstimmung Rückschlüsse auf den Entwicklungsgang der umgebenden Wälder gestatten. Wir können nun daran gehen, diese Waldgeschichte zusammenfassend für den ganzen Kamm des Gebirges abzuleiten, wie es bereits oben für die Umgebung von Gottesgab geschehen war. Es erweist sich, daß die dort gezogenen Schlüsse für den ganzen Kamm verallgemeinert werden können mit nur untergeordneten Veränderungen für die tieferen Kammlagen. Die ausführlichere Begründung für die meisten dieser nun auf den ganzen Kamm bezogenen Schlüsse ist bereits in dem dortigen zusammenfassenden Abschnitt enthalten.

Vorweg muß noch einmal ausdrücklich daran erinnert werden, daß wir aus diesem Entwurf der Waldgeschichte jene Baumarten ausschließen müssen, deren Pollen nicht fossil gefunden wurde.

¹⁾ Durch den hier vertretenen Schluß, daß der Grenzhorizont klimatisch bedingt sei und durch die neu gewonnenen Erfahrungen werden einige Schlüsse zu berichtigen sein, die ich in meiner ersten Arbeit über südböhmische Moore (l. c. S. 74 ff.) gezogen habe, aber auch hier schon unter ausdrücklichem Vorbehalt späterer Erfahrungen und Überprüfung in anderen Gegenden. Die Prämissen der dortigen Schlüsse haben sich jetzt als unverlässlich erwiesen. Ich bin nunmehr zu der oben mehrfach begründeten Erfahrung gekommen, daß die Torfschichten, die unmittelbar unter der rezenten lebenden Mooroberfläche liegen, sehr verschiedenen Alters sein können, und daß die Mächtigkeit anscheinend gleicher Torfarten, die zu gleichen Zeiten gebildet wurden, sehr verschieden groß sein kann. Es läßt sich vor allem auch die Gleichartigkeit der Torfzusammensetzung, z. B. das Verhältnis von *Eriophorum* zu *Sphagnum*, im Moostorf schwer abschätzen, und die Mächtigkeit kann durch nachträgliche Sackungen verschiedenen Grades sehr verändert werden, so daß Schlüsse aus dem Mächtigkeitsverhältnis in der Tat immer sehr unsicher sein werden, wenn sie auch nicht immer unberechtigt sind und tatsächlich vielfach angewendet werden. Ich habe diese südböhmischen Moore nachträglich noch pollenanalytisch untersucht, worüber weiter unten noch berichtet werden wird. Diese Nachuntersuchung ergab, daß die gezogenen Schlüsse trotzdem zum großen Teile für diese Moore zutreffend waren. Das Mirochauer Moor erwies sich tatsächlich als wesentlich jünger als das Breite Moos bei Kößlersdorf und zeigt doch im wesentlichen denselben Aufbau: Riedtorf, älterer Waldtorf (Birke), älterer Moostorf, jüngerer Waldtorf und der Ansatz zum jüngeren Moostorf. Es entspricht, ganz wie es dort auf der Tafel S. 77 dargestellt ist, auch pollenanalytisch der Riedtorf, ältere Waldtorf und Moostorf dem älteren Moostorf vom Breiten Moos, selbst der Birkenhorizont des Breiten Moooses hat sich in den verschiedenen Profilen als ganz ungleich alt erwiesen. Es sind hier also tatsächlich

Das sind von den häufigeren Laubhölzern der heutigen Flora des Gebietes: *Populus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Sorbus*, *Pirus*, von den Nadelhölzern: *Juniperus*, *Taxus*, *Larix* — letztere nach allgemeiner Annahme im Gebiete nicht einheimisch — und die Mehrzahl der Sträucher mit Ausnahme von *Corylus*. Es ist anzunehmen, daß sich diese restlichen Arten ebenso, wie ihre ökologischen Verwandten unter den gezählten Arten verhalten haben. Makroskopische Reste wurden von diesen ausgeschlossenen Arten nur von *Sambucus racemosa* (Samen, Sebastiansberg, Fichtenzeit) gefunden, von *Rhamnus* auch vereinzelte Pollenkörner. Von den gezählten Gattungen konnten spezifisch nicht unterschieden werden die Arten von *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ulmus*, *Quercus* und *Tilia*. Von den übrigen in unserer Flora monotypischen Gattungen wurde die gewiß berechtigte Annahme gemacht, daß es sich um die heutigen Arten dieser Gattungen in unserer Flora handelt.

Nach den aus den rezenten Oberflächenproben geschöpften Erfahrungen kann bei der großen Zahl der untersuchten Proben und Profile damit gerechnet werden, daß auch der Pollen aus den tieferen Lagen des Gebirges in den Pollenspektren mit gewisser Regelmäßigkeit vertreten ist. In erster Linie beziehen sich aber die Schlüsse auf die höheren Lagen.

Die ganze Moorbildung ist zweifellos postglazial. Das folgt allerdings erst aus der Waldgeschichte, die in keiner Periode der Moorbildung ein Heruntersinken von Arten unter ihre heutige vertikale Verbreitungsgrenze zeigt, wie sie zu erwarten gewesen wäre, wenn die Moorbildung über die Eiszeit oder auch nur eines der Stadien zurückreichen würde.

Zu Beginn der Moorbildung in den ältesten Profilen sind im Erzgebirge nur Kiefer,

ganz gleiche Sukzessionen mit einem älteren Waldtorf in der Mitte zu ganz verschiedenen Zeiten durchlaufen worden. Wäre der ältere Waldtorf in den verschiedenen Profilen hier klimatisch bedingt, so müßte es sich wieder um verschiedene Klimaperioden handeln, die zum Teil mit der älteren Moostorfzeit von Köblersdorf zusammenfallen würden, was nicht möglich ist. Der jüngere Waldtorf wurde schon früher als gleichalt angenommen, was sich auch zu bestätigen scheint. Die Gleichstellung des Scheuchzerietums von Präbras-Libofes mit diesem wird allerdings unrichtig sein. Leider lagen mir von diesem keine Proben mehr vor. Es bestätigt sich durch alle neuen Erfahrungen, daß Schlüsse aus der Gleichartigkeit des Aufbaues auf die Gleichaltrigkeit der korrespondierenden Schichten gleichfalls durchaus unzuverlässig sind (siehe z. B. auch Seebeide bei Zinnwald und Auerhahnbalz). Nur einem ganz typischen Verhalten des älteren und jüngeren Sphagnumtorfes und ihres diskordanten Kontaktes mag eine größere Zuverlässigkeit als Leithorizont zukommen, doch bietet auch der Zersetzungszustand nicht immer eine sichere Handhabe. Scheuchzerietumtorf, der im Alter dem älteren Moostorf entspricht, ist oft sehr wenig zersetzt. Jüngerer Moostorf kann unter Umständen auch stärker zersetzt sein, älterer kann auch gut erhalten sein, so daß der Kontrast oft sehr verwischt wird, so daß ich z. B. im Reißzechenmoor bei Profil IV im Zweifel war, ob ich älteren oder jüngeren Moostorf vor mir hatte. Der Zersetzungszustand ist sicherlich auch regional sehr verschieden. Ein Altersvergleich kann also keineswegs allein auf dem Profilaufbau begründet, sondern muß noch durch die Pollenanalyse ergänzt werden und bei weit entfernten Mooren, wo pollenanalytische Vergleiche erschwert sind, möglichst noch archäologisch gestützt werden.

Birke und Weide nachweisbar. Unter ihnen hat die Kiefer die unbedingte Vorherrschaft gehabt. Der Pollen derselben muß ausschließlich aus der Umgebung stammen, da ihre Reste in diesen Schichten selbst nicht gefunden wurden, während Birke und Weide auch durch makroskopische Reste vertreten sind. Es wurde oben (S. 60) ausführlicher begründet, daß es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um *Pinus silvestris* gehandelt hat, nicht etwa um einen subalpinen Legföhrengürtel über der Baumgrenze. Ob *Pinus montana* und ihre heutige Unterart des Gebietes, *P. uncinata*, auch damals schon daneben vorkam, bleibt noch offene Frage. Über die Ausdehnung dieser ersten Kiefernwälder kann keine sichere Aussage gemacht werden. Es ist fraglich, ob es damals schon eine zusammenhängende Walddecke gab. Die Pollenarmut vieler (nicht aller) Proben aus dieser Zeit könnte in der Tat für Waldarmut sprechen, doch gibt die Pollendichte kein verlässliches Kriterium ab (S. 57). Die Möglichkeit muß jedenfalls im Auge behalten werden. Dieser reinen Kiefernzeit mit Birke und Weide entsprechen nur gering mächtige Schichten in den ältesten Profilen. Sehr frühzeitig erscheint auch schon der Pollen von Hasel und Fichte und bald darauf bisweilen auch schon gleichzeitig, der von Linde, Ulme, Eiche, Erle. Es ist nicht auszuschließen, daß diese Arten auch schon früher im Gebiete vorhanden waren, dann müssen sie aber eine höchst sporadische Verbreitung gehabt haben. Zeigen doch von 19 rezenten Oberflächenproben 9, das sind fast 50 %, Pollen der Linde, die heute gewiß äußerst sporadisch in den Wäldern vertreten ist und ungünstigere Bedingungen für die Pollenverbreitung hat als andere, so daß man aus den negativen Befunden mit guten Grund auf ein fast völliges Fehlen aller andern gezählten Baumarten in dieser ältesten Zeit schließen kann. Diese Arten müssen erst in späterer Zeit in das Gebiet gelangt oder zum mindesten häufiger geworden sein. Die ersten niedrigen Prozente dieser Arten können auch von Weittransport herrühren. Die genaue Einwanderungsfolge dieser zunächst auftretenden Arten ließ sich nicht einheitlich feststellen. Die Mehrzahl der Fälle spricht dafür, daß zuerst Hasel und Fichte, dann Linde und Ulme und schließlich Eiche und Erle erschienen, doch wird man sicherer von einem fast gleichzeitigen Auftreten sprechen.

Unter ihnen gewinnt zuerst die Hasel an Ausbreitung. Diese Ausbreitung muß rapid vor sich gegangen sein, wie der steile Anstieg der Haselkurve anzeigt. Er führt zu dem markanten *Corylusmaximum*. In diesem *Corylusmaximum* übertrifft vielfach die Menge des Haselpollens die Gesamtsumme aller übrigen Waldbaumpollen, nur in der Höhenlage von Gottesgab ist ihr Mengenanteil etwas geringer. Das zwingt zu dem Schlusse, daß die Hasel in dieser Zeit eine Massenausbreitung auf dem Kamme des Erzgebirges gehabt haben muß, mindestens 400 m über ihre heutige mittlere Höhengrenze hinaus. Sie mag zum Teil als Unterholz an den Rändern der Kiefernwälder aufgetreten sein, größtenteils aber wird sie reine Bestände gebildet haben. Ihre Existenz auf

dem Kamme war ja schon viel früher durch Funde von Haselnüssen und Holz in den Mooren erwiesen, jetzt aber haben wir auch ein quantitatives Bild von ihrem Vorkommen gewonnen. Die große Pollenmenge kann in keiner Weise aus dem lokalen Vorkommen auf den Mooren selbst erklärt werden (S. 58), ebenso wenig reicht ihre große Pollenproduktion zur Erklärung hin, was das folgende Absinken der Kurve zeigt. Der Schluß auf das Massenvorkommen kann als gesichert gelten. Aus dem Vergleich mit der heutigen Höhengrenze der Hasel wurde dann der weitere Schluß gezogen, daß das Klima in dieser Zeit wärmer gewesen sein muß als heute, besonders muß die Sommertemperatur höher gewesen sein, derselbe Schluß, den G. Andersson aus der gleichen Tatsache für Schweden gezogen hat. Wenn auch zugegeben werden muß, daß die Hasel damals auch bei weniger günstigen Klima bessere Verbreitungsbedingungen hatte als heute, so wird doch diese Annahme für die Erklärung nicht auszuschließen sein. Es gesellen sich dann noch weitere Zeugen für ein wärmeres Klima dazu. Gleichzeitig mit der Hasel breitet sich auch *Phragmites* in den Mooren aus, das heute gleichfalls dem Kamme fehlt, daneben treten noch andere heute im Gebiete auf die niederen Lagen beschränkte Sumpfpflanzen auf, wie *Iris pseudacorus*, *Cicuta virosa*, *Scirpus silvaticus* und endlich erreichen bei den tiefer gelegenen Mooren auch die mehr wärmeliebenden Laubbölzer, wie Linde, Ulme, Eiche, Erle schon in der Haselzeit so hohe Prozente (Eichenmischwald bis 25 %, Tilia bis 18 %, in der Seeheide sogar 32 % [?]), daß wir nach den Schlüssen aus den rezenten Oberflächenproben annehmen müssen, daß sie gleichfalls auf dem Kamme des Gebirges in nächster Nähe der Moore vorkamen, zum mindesten näher dem Kamme als heute. In Gottesgab erfolgte ihre Ausbreitung erst etwas später nach Schluß der Haselzeit. Wir werden annehmen dürfen, daß diese Arten auch damals schon in gemischten Laubwäldern vereint waren, wie sie heute für das wärmere Hügelland charakteristisch sind. Innerhalb dieses Mischwaldes dominiert regelmäßig zuerst Linde und Ulme, die Eiche gewinnt erst später die Vorherrschaft darin und behält sie bis zum Schlusse bei.

Von der Fichte waren bei Beginn der Haselzeit erst die ersten Vorläufer auf dem Kamme erschienen, soweit die ersten niedrigen Prozente nicht überhaupt von Fern- und Weittransport herrühren. Die zunehmende Ausbreitung der Fichte während und nach der Haselzeit leitet nun eine neue Periode der Waldentwicklung im Erzgebirge ein. Ihr Pollen überwiegt schon bald nach dem Haselmaximum alle andern Pollenarten. Sie tritt nun die Vorherrschaft in den Wäldern an. Kiefer und Hasel gehen sichtlich auch absolut zurück. Es erhebt sich nun die Frage, ob diese einschneidende Veränderung der Waldzusammensetzung durch einen Klimawechsel bedingt war oder nur durch den Eintritt der Fichte in den Konkurrenzkampf der Arten. Der jähe Abfall der Haselkurve könnte auf einen gleich jähen Abfall der Temperatur schließen lassen. Dagegen spricht aber, daß die Eichenmischwaldkurve

keine Depression zeigt. Der Eichenmischwald gewinnt vielmehr gleichzeitig mit der Fichte an weiterer Ausbreitung und erreicht gerade in der ersten Hälfte der Fichtenzeit das Maximum derselben. Es mußte sogar bei Berücksichtigung seiner geringeren Pollenproduktion die Frage gestellt werden, ob die Fichte in der ersten Hälfte des Fichtenabschnittes der Diagramme tatsächlich die Vorherrschaft über den Laubwald gehabt hat. Sicherlich war sie nicht so bedeutend, wie es die Diagramme anzeigen, aber immerhin ist die Differenz der Pollenprozentage doch so hoch, daß sie angenommen werden kann. Die Menge des Fichtenpollens zur Gesamtsumme des übrigen Waldbaumpollens verhält sich im Maximum der Fichtenzeit wie 2 : 1. Die Fichtenwälder werden in dieser Zeit den größten Raum eingenommen haben, daneben gab es aber auch ausgedehnte Laubwälder von Linde, Ulme und Eiche in Kammnähe und höchstwahrscheinlich auch auf dem Kamme selbst, jedenfalls über ihre heutigen Verbreitung hinaus. Wir müssen daraus schließen, daß auch diese Zeit noch wärmer war als heute, auch wenn wir wieder einräumen, daß ihre Ausbreitung damals gegen heute erleichtert war, da noch die Konkurrenz der Buche und Tanne fehlt. Statt ihrer war aber doch die Fichte schon da, die aber anscheinend mehr auf Kosten der Kiefer und reinen Haselbestände Raum gewonnen hat. Ob das Plus der Temperatur noch dasselbe war wie in der Haselzeit, kann nicht entschieden werden. Keinesfalls kann es kälter als heute gewesen sein. Möglicherweise war das Klima dieser Zeit auch etwas trockener als vorher und nachdem, wie im vorigen Abschnitt ausgeführt wurde. Die Hasel hat sichtlich an Raum verloren, wahrscheinlich vor allem durch die Konkurrenz von Fichte und Eichenmischwald. Sie war aber in dieser Zeit immer noch wesentlich stärker verbreitet als heute und sicher auch noch auf dem Kamme. Sie erreicht sogar in dieser Zeit noch einmal ein Maximum, wenn auch weit geringer als in der Haselzeit, das häufige zweite *Corylus*maximum. Ihre Kurve geht von nun an auffallend parallel mit der des Eichenmischwaldes und es wurde daraus bereits schon geschlossen, daß sie nunmehr endgültig als Unterholz in den gemischten Laubwald dieser Zeit eingetreten ist und die weiteren Schicksale desselben von nun an teilt. Die Differenz zwischen den Haselprozenten und denen des Eichenmischwaldes ist jetzt wesentlich geringer geworden. Das beweist, daß der größeren Pollenproduktion der Hasel keine so große Bedeutung für die Zusammensetzung der Pollenspektren zukommt. Dieser dritte Abschnitt der Waldentwicklung könnte als die Eichenmischwald-Fichtenzeit bezeichnet werden.

Gegen das Ende dieses Abschnittes wandert die Buche im Erzgebirge ein. Hier kann man ebenso wie bei der nachfolgenden Tanne und Hainbuche mit höchster Wahrscheinlichkeit von einer wirklichen Neueinwanderung in das Gebiet sprechen, da die zahlreichen Proben aus den älteren Schichten aller Profile nicht ein einziges Korn dieser Arten ergaben. Die Einwanderung erfolgte in den niederen Lagen, wie zu erwarten stand, etwas früher als

in Gottesgab. Am frühesten erscheint sie im Kranichsee (Einwanderung von Westen?). Die Ausbreitung ging ziemlich gleichzeitig im ganzen Erzgebirge von der Mitte der Fichtenzeit der Diagramme an vor sich und führt zu einem ersten Buchenmaximum, das vielfach noch innerhalb dieses Diagrammabschnittes fällt. Gleichzeitig sinken die Kurven des Eichenmischwaldes, der Kiefer, Birke und Erle auf ein Minimum. Die Tanne erscheint etwas später auf dem Erzgebirge und breitet sich wesentlich später aus, dann aber anscheinend sehr rasch. Schließlich gewinnen beide die Oberhand auch über die Fichte. Es ist wieder sicher, daß die Vorherrschaft der Fichte nicht so lange gedauert hat, als es die Diagramme anzeigen (Pollenproduktion). Der Sieg der Buche über die Fichte erfolgte in den tieferen Kammlagen wieder früher als bei Gottesgab, beurteilt nach der Lage des Tannenanstieges, doch wird dieser Dominanzwechsel mehrfach auch noch verdeckt durch den lokalen Einfluß, der von den Fichten in dem Grenzhorizontwalde ausgeht. Linde, Ulme, Hasel, Kiefer sind während des Buchenanstieges offenkundig auch absolut zurückgegangen, da ihr Pollen immer seltener in den Präparaten wird trotz großen Pollenreichtums derselben. Auch hier ergibt sich wieder die Frage, ob dieser Rückgang des Eichenmischwaldes, wahrscheinlich auch der Waldkiefer, klimatisch bedingt ist oder nur durch die Konkurrenz von Buche und Tanne, die die edlen Laubhölzer nun aus den höheren Lagen des Gebirges verdrängen. Daß diese Schattenarten im Konkurrenzkampf mit den lichtliebenden Arten des Eichenmischwaldes überlegen sein können, ist vielfach durch die Erfahrung bestätigt und die historische Sukzession Eichenmischwald-Buchenwald wäre auch bei gleichbleibendem, sonst zusagendem Klima durchaus verständlich, sobald einmal die Buche als Konkurrent auf der Bildfläche erschienen ist. Es liegt kein zwingender Grund vor, für diesen Wechsel eine Temperaturänderung anzunehmen. Es wurde früher ausgeführt, daß diese Zeit, die zweite Hälfte der Fichtenzeit, eine relativ feuchte niederschlagsreiche Zeit gewesen sein muß, da die Moore in dieser Zeit durchwegs nasse Phasen in ihrer Entwicklung zeigen. Das könnte den Dominanzwechsel begünstigt haben. Über die Temperaturverhältnisse dieser Zeit kann erst im Zusammenhang mit den nachfolgenden Perioden am Schlusse diskutiert werden. Schwieriger ist es, die Überwältigung der Fichtenwälder durch die Buche und Tanne zu verstehen, vorausgesetzt, daß die Ausbreitung der Buche und Tanne tatsächlich auf Kosten auch der Fichte erfolgte, daß sie nicht freie Räume in der Walddecke besetzt haben, was aber bei der vorgeschrittenen Waldzeit schon recht unwahrscheinlich ist. Daß die Buche auch in Fichtenwälder einzudringen vermag und diese in Laubwälder umwandelt, wird z. B. von S e r n a n d e r von Norwegen berichtet (H a u s r a t h, Deutscher Wald, S. 25).

Der 4. Abschnitt der Waldentwicklung ist also durch die beginnende Ausbreitung der Buche auf Kosten von Fichten- und Eichenmischwald bei anfangs noch andauernder Vorherrschaft

der Fichte charakterisiert, die Buchen-Fichtenzeit. Sie reicht bis zur Ausbreitung der Tanne.

Die nun folgende Vorherrschaft von Tanne und Buche charakterisiert die folgende 5. Periode der Waldentwicklung, die Buchen-Tannenzeit des Erzgebirges. Der Beginn dieser Periode fällt gerade in die trockenere Grenzhorizontzeit der Moore, sie umfaßt dann weiter die ganze jüngere Moostorfzeit. Der allgemeine Charakter dieser Periode ist etwas verschieden in den Mooren der höheren und niederen Kammlagen. Bei der niederen östlichen Gruppe haben Buchen- und Tannepollen die ganz entschiedene Dominanz über alle andern Pollenarten. An der tatsächlichen Vorherrschaft dieser beiden Arten in dieser Zeit ist hier nicht zu zweifeln. Der Buche werden wir nur im allgemeinen einen noch größeren Anteil an der Waldzusammensetzung zuzuschreiben haben, als die Pollenprozentage anzeigen. Sie kann die Oberhand auch dann noch gehabt haben, wenn ihre Kurve unter der der Tanne liegt. Bei der höheren westlichen Gruppe beteiligt sich auch die Fichte vorübergehend noch mit an der wechselnden Vorherrschaft und behauptet dauernd einen größeren Raum in der Walddecke als in den niedern Kammlagen. Wie auf S. 85 ausgeführt wurde, ist bei dem Höhenanstieg um 150 m die Buche bereits etwas zurückgeblieben zugunsten der Fichte, während die Tanne noch gar keine Einschränkung ihrer Verbreitung zeigt. Es wurde dort daraus geschlossen, daß damals im Gegensatz zu den heutigen von der Kultur beeinflussten Verhältnissen die Höhengrenze der Tanne im Erzgebirge höher lag als die der Buche. Das Verhältnis der Höhengrenzen der beiden Arten schwankt heute in den verschiedenen Gebirgen (Hausrath 1, S. 37). Im allgemeinen kann aber auch für diese höheren Lagen eine durchschnittliche Vorherrschaft von Buche und Tanne behauptet werden, wenn man die geringere Pollenproduktion der Buche wieder beachtet. Es muß dahingestellt bleiben, wie die Verteilung dieser Hauptarten damals war, ob es getrennte Buchen-Tannenwälder neben Fichtenwäldern gab oder ob sie gemischte Urwälder bildeten, wie sie noch der Urwaldrest am Kubany im Böhmerwald veranschaulicht. Der Mengenanteil dieser Arten hat mehrfach gewechselt. Nachdem die Tanne den großen Vorsprung, den die Buche in der Ausbreitung hatte, einholte, behauptete sie eine Zeitlang ganz allgemein die entschiedene Vorherrschaft. Das war das erste Tannenmaximum, das gerade die Grenzhorizontzeit charakterisiert. Die Buchenkurve zeigt innerhalb dieser Zeit eine etwas auffälligere Senkung, als die übrigen Kurven, dann kommt aber wieder die Buche zum Überwiegen, und das wechselt nun mehrmals. Eine Gleichzeitigkeit dieser Schwankungen in allen Mooregebieten konnte nicht mit Sicherheit erschlossen werden. Sie ist aber auch unwahrscheinlich und würde eine komplizierte Folge von Klimaschwankungen voraussetzen. Der natürliche Urwald wird auch bei gleichbleibendem Klima einer steten Veränderung in seiner Zusammensetzung unterlegen haben, bedingt durch den wechselvollen Kampf der Hauptarten untereinander,

durch zufällige Ereignisse, wie Wind- und Schneebruch usw. Die Kiefernkurve zeigt in diesem Zeitabschnitt im allgemeinen wieder höhere Lage. Das rührt jetzt zweifellos von der Moorkiefer *Pinus uncinata* her, die sich nun auf den herangewachsenen Hochmooren selbst ansiedelt. In der Grenzhorizontzeit nimmt sie wesentlichen Anteil an der damaligen Bewaldung der Moore, in der jüngeren Moostorfzeit wird sie sich wenigstens noch auf den Randgehängen behauptet haben, mit zerstreuten Gruppen auch auf der Hochfläche. Ob sie neu zugewandert ist oder schon von Anfang an da war, konnte nicht entschieden werden. Auch die Fichte ist im Grenzhorizontwald reichlich, zum Teil dominierend vertreten und kann auch in der folgenden Zeit noch zerstreut auf den Mooren selbst gewachsen sein, so daß ihre Kurve sicher zum Teil lokal bedingt erhöht ist. Die Eichenmischwaldarten, Birke, Hasel und Erle, sind schon seit der vorangegangenen Periode auf das heutige Minimum ihrer Pollenprozente gesunken. Die Kurven lagern im allgemeinen unter 5%, das ist der für sporadisches Vorkommen oder Weittransport charakteristische Wert. Sie waren wahrscheinlich damals schon auf die tieferen Lagen in ihrer Hauptverbreitung beschränkt.

Die Buchen-Tannenzeit hält bis zum Schluß der Torfbildung an. Die jüngsten, bereits zum Abraum verwitterten Schichten zeigen dann den Übergang zur 6. und letzten Periode der Waldentwicklung, der rezenten Fichtenzeit. Es bildet sich das gegenwärtige Vegetationsbild des Erzgebirges heraus. Die Fichte gewinnt wieder die Vorherrschaft und fast Alleinherrschaft in den Wäldern des Kammes. Die Moorkiefer bewaldet von neuem die Moore. Buche und Tanne verschwinden vom Kamme des Gebirges bis auf einige Reliktbestände. Die Buche hält sich noch in ausgedehnten Beständen auf dem Hange des Gebirges unterhalb des Kammes, die Tanne ist heute in noch viel höherem Maße dezimiert. Es liegen aber Anzeichen in den subrezentem Proben vor, daß zuerst die Buche und dann die Tanne von dieser Einschränkung ihrer Verbreitung betroffen wurde (S. 26, 77).

Unsere Meinung über die Ursachen dieses letzten Umschwunges unterlag mehrfachem Wechsel. Wir stellten die einstmalige Vorherrschaft von Buche und Tanne zuerst bei den tiefer gelegenen Mooren von Grünwald und Sebastiansberg fest. Für diese Höhenlage schien die Erklärung, daß nur die moderne Forstkultur und Kultureinflüsse überhaupt die Verdrängung von Buche und Tanne bewirkt haben, am nächstliegenden, zumal sie auch heute noch dort vorkommen, wenn auch nur vereinzelt. Als dann aber auch für Gottesgab sich diese frühere Vorherrschaft von Tanne und Buche ergab, schien uns diese Erklärung nicht mehr ausreichend, wie wir auch im Nachtrag zu unserer vorläufigen Mitteilung ausführten. Die oben geschilderten heutigen Vegetationsverhältnisse der Umgebung von Gottesgab machen durchaus den Eindruck, daß wir uns hier in 1000 m S. H. bereits oberhalb der natürlichen Höhengrenze beider Arten befinden, da sie hier bis auf ganz wenige junge Sträucher gänzlich fehlen. Dieselbe

Anschauung ging auch aus den Arbeiten der Pflanzengeographen dieses Gebietes, Drude und Domin, aus der forstlichen Flora von Willkomm, aus einer Arbeit von Häußler über die Verbreitung der Buche u. a. hervor. So sagt Drude (1, S. 561) in dem Kapitel über das Erzgebirge: „Ehe die Kultur hier einzog, wird die eintönige obere herzynische Waldformation die Hauptmasse der ganzen oberen Region in einen dunklen Fichtenmantel verhüllt haben.“ Ebenso Domin (S. 36): „In der höheren und feuchteren Zone des Erzgebirges dehnten sich einst gewiß reine Fichtenurwälder aus, welche vielleicht hier und da mit beigemischtem Tannen oder kleineren Tannenbeständen und einzelnen eingesprengten Ebereschen wechselten.“ Willkomm und Häußler leiten aus der heutigen Höhengrenze der Buche ihre klimatischen Ansprüche ab, woraus schon hervorgeht, daß sie die heutige Höchstgrenze für natürlich halten. Dabei wird natürlich allgemein zugegeben, daß sie innerhalb dieses Verbreitungsgebietes durch die Kultur an Boden verloren haben. Nach Drude und Häußler liegt die heutige mittlere Höhengrenze im Erzgebirge bei 812 m, also tiefer als alle untersuchten Moore. Nach R. Beck liegen die höchsten reinen Buchenbestände auf der sächsischen Seite bei 860 m, im Mittel bei 746 m. In Mischung geht die Buche hier im Mittel bis 785 m. Das höchste Vorkommen vereinzelter Buchen liegt im Oberwiesenthaler Revier (angrenzend an Gottesgab) bei 1020 m. Auch er verweist auf die Verdrängung der Buche durch die Fichte infolge der Forstkultur des letzten Jahrhunderts und sagt (l. c. S. 38): „Das früher unterhalb der Fichtenregion von 850 m herab bis an den Fuß des Erzgebirges sich erstreckende Buchengebiet wird heute aber nur durch mehr weniger starkes Auftreten der Buche als Mischholz unserer Fichtenbestände angedeutet.“ Nach dem Augenschein und derartigen Angaben der maßgebenden Literatur war also unsere Annahme gewiß naheliegend. Sie hatte den weiteren Schluß zur Folge, daß seit der Buchen-Tannenzeit von Gottesgab eine Senkung der natürlichen Höhengrenze dieser beiden Arten eingetreten sein muß, die wieder eine Klimaverschlechterung, etwa eine weitere Temperaturabnahme nach der Bildung der obersten unzersetzten Torfschichten zur Voraussetzung hat. Eine solche Klimaverschlechterung ist aber in den letzten Jahrhunderten nicht nachweisbar. Hierfür bringt auch Männel wieder einige historische Zitate aus der „Meißnerischen Bergchronik“ des Albinus von 1590, aus denen hervorgeht, daß das Klima auch damals schon am Erzgebirgskamm genau so rau und unwirtlich war wie heute. Danach müßte also weiters der Abschluß der Torfbildung in eine viel frühere Zeit zu datieren sein, was durchaus möglich war, da wir ja eine Reihe von Mooren kennen gelernt hatten, die ihr Wachstum schon seit der Grenzhorizontzeit eingestellt hatten, ohne daß man es ihnen äußerlich ansah. Dieser Schluß wurde gleichfalls in unserm „Nachtrag“ vertreten.

Seither ist aber die Annahme, daß Buche und Tanne noch unterhalb der Höhenlage von Gottesgab heute ihre natü-

liche Verbreitungsgrenze für häufiges Vorkommen erreichen, wieder ins Wanken geraten. Zuerst teilte uns Herr Geheimrat Münch von der Forstakademie in Tharandt als Kenner des Gebietes brieflich mit, daß er diese Annahme nicht teile. Er verwies auf die reinen Buchenbestände in Höhenlagen über 800 m, deren Bonität dafür spreche, daß die Buche in Mischung noch einige 100 m höher vorkommen könne und machte uns auf eine neue Arbeit von Martin über die Abnahme der Buche im Erzgebirge und Vogtland aufmerksam. In dieser Arbeit heißt es: „Soweit der Rückblick auf die Geschichte der sächsischen Forstwirtschaft ein Urteil über frühere Bestände gestattet, waren seit langer Zeit Fichte, Buche und Tanne die Hauptarten, welche die Bestockung des Erzgebirges bildeten.“ Ob sich dies auch auf die hohen Lagen bezieht, geht aus dem Texte nicht hervor, es wird dann aber weiter ausführlich begründet, daß bei dem in früheren Jahrhunderten ausschließlich üblichen Plänterbetrieb der Forstwirtschaft mit horstweiser natürlicher Verjüngung die Schattenbäume Buche und Tanne begünstigt waren, und an Ausdehnung gegenüber der Fichte und andern lichtbedürftigen Holzarten zunahmen. Er beruft sich dabei auch wieder auf historische Daten bei Carlowitz, wonach man noch um 1700 das Verdrängen der „Tangelbäume“ durch die Laubhölzer im Erzgebirge befürchtete. Der seit Beginn des vorigen Jahrhunderts allgemein eingeführte Kahlschlagbetrieb, durch den ganz freie, dem Licht, Wind und Wetter zugängliche Flächen geschaffen werden, hat dann eine völlige Umkehrung gebracht. Beim Kahlschlagbetrieb ist die Fichte durch ihren schnelleren Wuchs und ihre größere Widerstandsfähigkeit gegen Frost und Unkräuter gegenüber der Buche und Tanne gefördert. Die natürliche Neuan siedlung der Buche ist hier schon durch ihren schweren Samen erschwert. Es zeigt sich daher seit Einführung dieser Wirtschaftsform ein stetiger Rückgang der Buche. Beziehen sich die Ausführungen von Martin auch nicht ausdrücklich auf die hohen Lagen des Gebirges, so geben sie uns doch ein gutes Bild von den tiefeingreifenden Wirkungen der Forstkultur auch ohne willkürliche Auslese, die noch dazu kommt. Die für Buche und Tanne schädlichen Wirkungen des Kahlschlagbetriebes mußten sich in den rauheren höheren Lagen natürlich noch fühlbarer machen, so daß sich das heutige völlige Fehlen dieser Arten bei Gottesgab aus der kombinierten Wirkung von Wirtschaftsform und Klima ganz gut erklären würde und damit auch der Gegensatz zu den tieferen Lagen, wo sie wenigstens noch als Mischholz erhalten blieben. So konnte ganz gut eine tiefere natürliche Höhengrenze vorgetäuscht werden.

Wir hatten nun auch vorher schon Umfragen an einige Forstleute gerichtet, deren Reviere in unserm Untersuchungsgebiet lagen, um für die endgültige Entscheidung dieser Fragen die fachmännische Meinung einzuholen, und erhielten auch liebenswürdige Auskunft. Besonders eingehend hat sich Herr Oberförster Dr. J. Singer in Preßnitz im Erzgebirge mit den

gestellten Fragen beschäftigt und historische Erhebungen gepflogen, die sehr wertvolle Resultate ergaben. Er beabsichtigt, darüber eine eigene Mitteilung zu machen¹⁾, ermächtigte uns aber, die Ergebnisse seiner Nachforschungen auch hier zu verwerten, wozu er uns freundlichst sein Manuskript zur Verfügung stellte. Er fand in den Archiven der Herrschaft zwei alte Waldkarten der Reviere Sorgental und Hasberg zwischen Weipert und Preßnitz in einer Höhenlage von 800—990 m gelegen, die um das Jahr 1700 verfaßt wurden. Auf diesen sind die Waldbestände als reiner Nadelwald, reiner Laubwald, Laub- und Nadelmischwald eingezeichnet. Aus diesen Karten ist ersichtlich, daß sich am Süd- und Südosthang des Hasberges (Basalt) in einer Höhenlage zwischen etwa 900—950 m noch reine Buchenbestände in großer Ausdehnung befanden, von denen jetzt nur noch ein viel kleinerer Rest erhalten ist. Die übrige Fläche rings um den Hasberg war überwiegend von Laub-Nadelmischwald eingenommen. Aus den Signaturen ist ersichtlich, daß innerhalb dessen die Buche vorgeherrscht hat. Reine Nadelwälder nehmen einen viel kleineren Raum der Fläche ein, und es kann aus den Signaturen geschlossen werden, daß es sich bei diesen um Wiederverjüngung einer großen, wahrscheinlich innerhalb kürzerer Zeit abgetriebenen Mischwaldfläche handelt, die jedenfalls durch Saat in reinen Nadelwald umgewandelt wurde. Heute ist nach den Einzeichnungen des gegenwärtigen Waldbestandes in die Karte das ganze Gebiet von Fichtenwald mit einzelnen eingesprengten Buchen eingenommen, mit Ausnahme des kleinen Buchenwaldreliktes auf dem Basalt des Hasberges. Dieselben Verhältnisse zeigt auch die Revierkarte von Sorgental. Dr. Singer macht dann weiters auf eine ganze Reihe alter Flurnamen in diesem Gebiete aufmerksam, die für die ehemalige größere Verbreitung von Buche und Tanne in diesem Gebiete sprechen.

In ähnlichem Sinne äußerte sich auch mündlich Herr Oberforstmeister Friedrich, der Leiter der Forstdirektion Kosten, in deren Bereich die Grünwalder Heide und die Moore bei Zinnwald fallen. Auch er teilt die Meinung, daß Buche und Tanne durch kulturellen Einfluß vom Kamme verdrängt und in ihrer Verbreitung eingeschränkt wurden, wobei in erster Linie der Kahlschlagbetrieb und die wirtschaftliche Bevorzugung der Fichte ausschlaggebend waren. Dazu käme als weiterer Faktor der Rauchscha-den, der sich seit der eminenten Entwicklung des Bergbaues und der Industrie im nordwestböhmisches Braunkohlenbecken am Südfuß des Erzgebirges in den letzten Jahrzehnten tiefgreifend fühlbar gemacht habe und von dem besonders die Tanne betroffen wurde. Vor zwei Jahrzehnten sei sie noch überall im Erzgebirge zu finden gewesen, auch in reinen Beständen, während sie sich jetzt diesseits der Wasserscheide nur mehr in

¹⁾ Inzwischen erschienen: Dr. Ing. Josef Singer, „Beiträge zur Waldgeschichte Böhmens — Erzgebirge.“ — Forst- und Jagdzeitung, Fachschrift des deutschen Forstvereins für Böhmen usw. Prachatitz 1923, 23. Jahrgang. Nr. 17, 18.

dichten, geschlossenen Beständen, zu denen Wind und Rauch weniger leicht Zutritt finden zu halten vermag. Diese Erklärung macht es gut verständlich, daß ich in subrezentem Proben, z. B. Schlenkenproben geringer Tiefe, sehr hohe Tannenprozentage fand, während die Buche schon schwächer vertreten ist (S. 26, 77).

Eine etwas abweichende Meinung, entsprechend unserer ersten Deutung, vertrat Herr Oberförster Dr. Ing. Angerer in Heinrichsgrün, betreffend die Gegend des Kranichsees. Er hält es für ganz ausgeschlossen, daß unter den heutigen klimatischen Verhältnissen, ob mit oder ohne kulturellen Einfluß, Buche und Tanne auf der Hochfläche des Kranichsees gedeihen könnten. Sie fehlen heute dort gänzlich. Es zeigt sich auch kein natürlicher Anflug und auch in den angrenzenden tieferen Revieren erscheinen sie zunächst nur in Kümmerwuchs.

Es sind also auch die Meinungen der mit dem Gebiete vertrauten forstlichen Fachmänner noch geteilt und es ist also zum mindesten noch strittig, ob das heutige Fehlen von Buche und Tanne in den höheren Kammlagen klimatisch oder kulturell verursacht ist. Die historischen Erhebungen Dr. Singers beweisen, daß tatsächlich noch vor 200 Jahren Mischwälder von Buche, Tanne und Fichte in einer Höhenlage von 900—950 m größere Verbreitung hatten, wo heute fast reine Fichtenwälder vorherrschen. Gottesgab liegt nur 50 m höher. Es ist daher auch für dieses Gebiet eine gleiche Waldzusammensetzung in dieser kurzvergangenen Zeit nicht auszuschließen. Es ist aber unwahrscheinlich, daß erst in den letzten 200 Jahren eine derartige Klimaverschlechterung eingetreten wäre, die eine Senkung der natürlichen Höhengrenze der Buchen-Tannenwälder um fast 200 m bewirkt hätte, da keinerlei anderweitige Anzeichen für eine solche vorliegen. Es scheint danach doch wahrscheinlicher, daß im wesentlichen nur der kulturelle Einfluß, vor allem Einführung des Kahlschlagbetriebes und willkürliche Bevorzugung der Fichte bei der Aufzucht, vielleicht auch schon frühere planlose Rodungen in den Wäldern zur Holzgewinnung für den Erzbergbau, zur Verdrängung von Buche und Tanne und zur neuerlichen Alleinherrschaft der Fichte geführt haben. Es liegt dann aber auch kein zwingender Grund mehr vor, für die frühere Buchen- und Tannenzeit des Erzgebirges ein wärmeres Klima als heute anzunehmen. Damit entfällt dann aber auch die Notwendigkeit, den Abschluß der Torfbildung und den Beginn der gegenwärtigen Verheidung auf viele Jahrhunderte zurückzudatieren.

Damit können wir nun der Frage nach der Abgrenzung der Wärmezeit noch einmal nähertreten. Es liegt seit dem Abfall der Eichenmischwaldkurve, das ist seit der Buchen-Fichtenzeit, in der Verbreitung der Waldbäume kein Anzeichen mehr für eine Wärmezeit, wärmer als heute, vor, nachdem die hohen Buchen- und Tannenprozentage ihre Beweiskraft verloren haben. Als einziger Beleg bliebe nur noch *Phragmites* übrig, dessen Vorkommen bis in die Grenzhorizontzeit reicht. Doch ist auch dies kein zuver-

lässiger Zeuge, da es auch noch nach dem Kälterwerden eine Zeitlang fortvegetiert haben könnte, wie auch Schreiber annimmt. Ebenso wenig haben wir einen verlässlichen Beleg, wann es kälter geworden ist als vordem, da das Sinken der Hasel und später auch der Eichenmischwaldkurve, auch durch die Konkurrenz mit den neu hinzukommenden Arten verständlich wäre. Wir können nach dem bisherigen Tatsachenstand nur schließen, daß die Haselzeit und höchstwahrscheinlich auch noch die Eichenmischwald-Fichtenzeit wärmer gewesen sein müssen als heute. Die nordische postglaziale Wärmezeit reichte, wie unten noch ausführlicher referiert werden wird, bis in die subboreale Periode, die unserer Grenzhorizontzeit größtenteils entsprechen dürfte. Sernander verlegt sogar in diese das Optimum. Es ist bisher kein Gegengrund vorhanden, daß dies nicht auch bei uns gewesen sein könnte, aber auch kein Beweis dafür. Vielleicht werden hier noch die Moore des Riesengebirges bessere Aufklärungen bringen. Vorläufig sei als Arbeitshypothese angenommen, daß die Wärmezeit bis zum Schlusse der Grenzhorizontzeit reichte.

Ebenso schwierig ist es, die Wärmezeit nach rückwärts abzugrenzen. Man kann geneigt sein, den Anstieg der Haselkurve als ihren Beginn anzusehen. Es ist aber gar nicht ausgeschlossen, daß es schon vordem wärmer war, denn die Hasel ebenso wie die Eichenmischwaldbildner werden geraume Zeit gebraucht haben, bis zu ihrer Einwanderung in das Gebiet, wenn sie hier vorher ganz gefehlt haben. Es ist eine sehr bemerkenswerte, wenn auch negative Tatsache, daß wir in den Erzgebirgsmooren keine Spur von arktischen und subarktischen Arten gefunden haben, auch jene nicht, welche heute auf den Mooren selbst noch vorkommen, wie *Betula nana* und *Empetrum*. *Betula nana* wurde dagegen in viel tiefer gelegenen Mooren fossil gefunden, in der Soos bei Franzensbad (Schreiber) und im Breiten Moos in Südböhmen (ca. 500 m). *Empetrum* wurde gleichfalls bisher nur aus tieferer Lage fossil angegeben (Jahnsgrün im sächsischen Erzgebirge 565 m, Männel S. 350). Die Moorbildung muß in den tieferen Lagen früher begonnen haben als im Erzgebirge, vielleicht war es hier noch zu kalt. Sie setzt hier anscheinend erst mit vorgeschrittener Klimaverbesserung nach der Eiszeit ein.

Wir müssen so die sichere Abgrenzung der Wärmezeit und ebenso die Ermittlung der Lage des Optimums noch späterer Zeit vorbehalten, wenn bessere Belege vorliegen. Das eine aber läßt sich jetzt schon sicher sagen, daß es seit der Haselzeit, also fast seit Beginn der Moorbildung, im Erzgebirge keine Periode gegeben hat, die wesentlich kälter war als heute, da in keiner Periode der Moorbildung seit der Haselzeit eine Senkung der Höhengrenzen der auftretenden Gehölze unter ihre heutige Lage festzustellen ist. Für einen großen Teil der Moorbildungszeit mußten wir schließen, daß es wärmer gewesen ist als heute, für den restlichen Teil müssen wir

wenigstens dieselbe Temperatur wie heute voraussetzen. Der Schluß, daß auch diese Zeit wärmer gewesen sei, lag jedenfalls, wie die obigen Ausführungen zeigen, näher als der gegenteilige. Damit entfällt auch jeder Gedanke daran, daß die Moorbildung im Erzgebirge bereits im Interglazial begonnen habe, wie es z. B. Hoops und Podpěra auf Grund der Angaben Sitenskýs vermuteten. Es ist aber weiteres auch ganz unwahrscheinlich, daß noch eines der Stadien der alpinen Nacheiszeit in die Moorbildungszeit fallen könnte. Im Gschnitzstadium, das nach Schreiber (s. S. 14) dem älteren Moostorf entsprechen soll, lag nach Penck und Brückner die Schneegrenze 600 m tiefer als heute, die Sommertemperatur war niedriger und wir werden daher auch eine Senkung der Baumgrenzen zu erwarten haben. In der älteren Moostorfzeit, der größtenteils unser Fichtenabschnitt entspricht, haben wir aber anfangs noch die hohen Eichenmischwaldprozentage, das zweite Corylusmaximum, dann die Ausbreitung der Buche von ihrem ersten Auftreten bis zur Herrschaft über die Fichte. Das steht wohl in krassm Widerspruch mit einem Gschnitzstadium von dem Charakter, wie ihn Penck und Brückner erschlossen haben. Ähnliches gilt vom Daunstadium, dem der jüngere Moostorf entsprechen soll. Für dieses wird eine um 300 m tiefere Lage der Schneegrenze und gleichfalls eine Erniedrigung der Sommertemperatur, wenn auch geringer als im Gschnitzstadium angenommen. In diese Zeit fällt die Vorherrschaft von Tanne und Buche auf dem Kamme des Erzgebirges, selbst in seiner höchsten Lage. Die Stadien im Sinne von Penck und Brückner müssen also noch vor unserer Moorbildungszeit liegen oder sie hätten sich in keiner Weise bis Böhmen fühlbar gemacht. Die Parallele Schreibers stimmt auch mit der Chronologie Penck und Brückners nicht überein. Nach diesen liegt das Daunstadium mindestens 4000—4500 Jahre zurück, vor der alpinen Kupferzeit, wahrscheinlich aber 7000 Jahre, vor der neolithischen Pfahlbauzeit der Nordalpen. Nun entspricht der Grenzhorizont nach prähistorischen Funden (Weber, H. A., Hahne) größtenteils der Bronzezeit, ebenso die subboreale Zeit des Nordens. Das Daunstadium würde dann in die Eisenzeit bis in die historische Zeit hineinfallen, also viel später, als es von Penck und Brückner datiert wird. Zailler hat auch in den Ennsmooren denselben Schichtenbau gefunden, den Schreiber von den Salzburger Mooren angibt, stellt aber gleichzeitig fest, daß sie auf den Ablagerungen des Daunstadiums lagern. Das sind alles gewichtige Gegen Gründe gegen Schreibers Parallele, zum mindestens soweit sie auch auf das Erzgebirge bezogen wird.

Von Interesse ist es dann weiter zu erwägen, wie sich die Grenzhorizontzeit, die wir als trockener als die angrenzenden Perioden der Moorentwicklung angenommen haben, in der Waldgeschichte ausprägt. Der Grenzhorizontzeit entspricht die erste große Ausbreitung der Tanne bis zu ihrem ersten Maximum und zur Vorherrschaft über die anderen Bäume. Das ist überraschend

da gerade die Tanne als ein atlantischer Baum mit hohen Feuchtigkeitsansprüchen gilt. Jedenfalls werden wir diese große Ausbreitung der Tanne nicht aus dem besondern Klima der Grenzhorizontzeit erklären können, sondern werden sagen müssen, daß sie sich trotz dem ausgebreitet hat, nachdem sie einmal eingewandert war. Danach hätte also die Grenzhorizontzeit keine tiefeingreifende Wirkung auf die Waldentwicklung im Erzgebirge gehabt. Sie hat sich jedenfalls hier in der hohen und an sich feuchteren Kammlage des Gebirges überhaupt nicht in dem Maße geltend gemacht, wie vielleicht in den tieferen Lagen. Das kann es auch erklären, daß auch der Kontrast im Zersetzungszustand zwischen dem älteren Moostorf und seinen Äquivalenten und dem jüngeren Moostorf hier durchaus nicht immer so deutlich ist, wie er z. B. von Weber beschrieben wird, so daß man öfter in Zweifel sein kann, ob man den oder jenen vor sich hat (s. Fußnote S. 104), wenn der Torf nur im frischen, bergfeuchten Zustande vorliegt. Die Buchenkurve zeigt häufiger eine merkliche, wenn auch nicht gerade auffällige Depression während des ersten Tannenmaximums. Das könnte allenfalls mit dem trockneren Klimacharakter in Zusammenhang gebracht werden, da z. B. nach Häußler, Brockmann-Jerosch (3) durch kontinentales Klima die Buchengrenze vielfach erniedrigt wird. Doch können wir nicht sagen, wie weit diese Depression der Kurve nur relativ bedingt ist durch die Steigerung der Tannenprozent, und ähnliche Depressionen kehren auch in der feuchten jüngeren Moostorfzeit wieder, so daß wir auch diesen Schwankungen keine weitere Bedeutung zusprechen können.

Wir haben bisher in unserer Waldgeschichte die Nebenarten Birke, Erle, Weide noch nicht berücksichtigt. Sie haben aber niemals eine größere Rolle in den Kammwäldern des Erzgebirges gespielt. Birke erscheint zwar in der älteren Hälfte der Diagramme bisweilen mit ziemlich hohen Prozenten vertreten, aber die rühren von den Birken her, die bisweilen sogar bestandbildend auf den Mooren auftraten. Sicherlich war es *Betula pubescens* Ehr., die auch makroskopisch an Blättern und Samen sichergestellt werden konnte. Ich möchte diesem früheren reichlichen Auftreten der Birke auf den Mooren des Gebietes im Gegensatz zu Schreiber keine Beweiskraft für ein wärmeres Klima zuschreiben, da *B. pubescens* auch heute noch hie und da ganz ansehnliche Bestände auf den Mooren bildet, z. B. bei Gottesgab. Wenn sie heute seltener geworden ist als früher und auch die zweite Diagrammhälfte eine tiefere Lage der Kurve anzeigt, so rührt das, wie schon oben gesagt wurde, davon her, daß die Moore überwiegend zu Hochmooren geworden sind, die ihr nicht mehr so gute Standortsmöglichkeiten bieten wie im Riedmoor- und Übergangsstadium. Nur *Betula pendula* Roth (*verrucosa*) erreicht heute nicht mehr den Kamm, sie wurde aber auch fossil nicht gefunden. Viel mehr kann die Erle als Zeuge für ein wärmeres Klima angesprochen werden, da auch Holzreste derselben in den Mooren gefunden wurden, und zwar in der Hasel- und Fichten-

zeit, also der Wärmezeit in Sebastiansberg, aber nur spärlich. Heute fehlt sie in dieser Höhenlage. Das höchste natürliche Vorkommen als Mischholz wird von R. Beck mit 810 m für das sächsische Erzgebirge angegeben. Zu irgendwelcher größerer Ausbreitung ist sie hier aber niemals gekommen. Dasselbe gilt auch von den Weiden, deren Holz und Pollen von Beginn an nachweisbar ist.

Carpinus erscheint ungefähr gleichzeitig mit Buche und Tanne im Erzgebirge, bleibt aber dauernd in niederen Prozenten, also wahrscheinlich auf die niederen Lagen beschränkt. Sie hat die Wärmezeit verpaßt. Es ist bemerkenswert, daß die drei Arten mit ausgeprägt westlicher Verbreitung, Buche, Tanne und Hainbuche, die als die ersten ihre Ostgrenze in Rußland erreichen, gleichzeitig und als die letzten einwandern.

Die damit entwickelte Waldgeschichte des Erzgebirges hat uns vor eine ganze Reihe neuer Probleme gestellt. Es ist sicher, daß die verschiedenen Waldperioden von einer ganzen Reihe von Faktoren bestimmt werden, nicht allein vom Klima, und daß die Rückschlüsse auf die gleichzeitige Klimaentwicklung nicht durchwegs eindeutig sind. Neben dem Gesamtcharakter des Klimas (Temperatur und Feuchtigkeit usw.) spielen noch eine Menge anderer Faktoren mit, wie die Bodenbeschaffenheit, die Wanderungsgeschwindigkeit und Ausbreitungsfähigkeit der Arten, die Länge des Weges, den sie bis zu ihrer Einwanderung in das Gebiet zurückzulegen hatten, dann vor allen die Konkurrenz untereinander. Es greifen zahlreiche Probleme der Pflanzensoziologie herein, die ja erst am Anfang ihrer Entwicklung steht. Es ist anzunehmen, daß auch für diese Probleme noch mancherlei aus den Diagrammen herauszulesen sein wird. Sie bilden Dokumente, deren restlose Entzifferung noch längere Zeit und größere Erfahrung brauchen wird. Wir konnten nur einige vorläufige Schlüsse versuchen, von denen dem auf die postglaziale Wärmezeit während der Hasel- und wahrscheinlich auch der Eichenmischwald-Fichtenzeit wohl große Wahrscheinlichkeit zukommen dürfte.

Die nächstliegende Frage war nun, ob die festgestellten Waldperioden nur für die Gebirgslagen des Erzgebirges gelten oder auch für tiefere Lagen, für das Hügelland Böhmens. Die Frage ist von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung des ganzen Charakters der Eiszeit und ihrer Wirkung auf Böhmen. Es wäre denkbar, daß nur in den Gebirgen während der Eiszeit eine regionale Verschiebung der Höhengrenzen der Arten nach unten eingetreten war, daß aber in den tiefen Lagen des Landes der ganze Artenbestand der Waldbäume sich ungeschmälert erhalten hätte, um dann von hier nach der Eiszeit allmählich wieder empor zu steigen. Diese Annahme war schon durch den Gang der Waldentwicklung im Erzgebirge sehr zweifelhaft geworden. Man könnte nach den bisherigen Ergebnissen sie allenfalls noch für die Fichte, Hasel und die Eichenmischwaldbildner gelten

lassen, da sie sehr frühzeitig in den Diagrammen erscheinen, aber für Buche und Tanne wird die Annahme schon sehr unwahrscheinlich, da während der ganzen älteren Hälfte der Moorbildungszeit keine Spur von ihnen wahrzunehmen ist. Sie müssen sehr lange Zeit gebraucht haben, ehe sie das Erzgebirge erreichten und das spricht für Zuwanderung von weither.

Die Frage machte eine pollenanalytische Untersuchung von Mooren tieferer Lage im Lande dringend wünschenswert. Die Untersuchungen sind noch im vollen Gange. Über die ersten Ergebnisse wurde bereits in unserer vorläufigen Mitteilung berichtet und sie sollen hier noch einmal etwas ausführlicher behandelt werden.

4. Pollenanalyse einiger Moore des böhmischen Hügellandes.

Zuerst hat Firbas eine Anzahl von Mooren in Nordböhmen zwischen Zwickau i. B. und Niemes, in ca. 300 m S. H. gelegen, also noch der unteren Hügellandsstufe zugehörig, untersucht. Sie liegen in dem von zahlreichen Eruptivkegeln durchbrochenen Quadersandsteingebiet Nordböhmens. In der Umgebung derselben herrschen heute auf dem Sandsteinboden trockene Kiefernheidewälder von *Pinus silvestris*, in den feuchteren Schluchten Fichtenwälder. Tannen- und Buchenbestände finden sich auf den entfernteren Basalt- und Phonolithkuppen. Über die Untersuchungen wird nach Abschluß noch ein ausführlicherer Bericht erscheinen.

Von neun untersuchten Mooren war eines jüngeren Datums, die andern acht zeigten übereinstimmend folgende Waldentwicklung an:

In den untersten Schichten nur Kiefer oder daneben noch untergeordnet Birke und Weide. Die Schichten dieser reinen Kiefernzeit erreichten bis über 1 m Mächtigkeit! Dann folgt ungefähr gleichzeitig erstes Auftreten von Hasel, Fichte, Linde, Ulme, Eiche, Erle, dann wieder ein Abschnitt mit bedeutender Dominanz des Fichtenpollens. Am Ende dieser Fichtenzeit treten zum erstenmal Buche und Tanne auf, erst in den oberen Schichten der Moore. Sie erreichen noch etwas höhere Prozente, maximal 18 %, ohne aber die Fichten- und Kiefernkurve zu übergipfeln. Ihre Kurven sinken vielmehr rasch wieder, gleichzeitig auch die Fichtenkurve und die Kiefer steigt wieder mächtig an. Hasel und Eichenmischwald erreichen ihre höchsten Prozente, maximal 35 bzw. 15 % bald vor bald während der Fichtenzeit.

Als Beispiele wurden hier nur die Diagramme zweier dieser Moore beigegeben (Nr. 18, 19, Taf. XVI).

1. Das „Hesse moor“ (Diagr. 19). Es liegt unmittelbar bei der Stadt Zwickau, ca. 300 m S. H. Das Profil wird gebildet von 1,40 m Phragmitetumtorf, allmählich übergehend in Bruchwaldtorf (1 m) mit Birke, Erle, Fichte. Die Proben waren verhältnismäßig pollenarm, aber in den unteren Schichten nicht ärmer als in den obern. Das Diagramm läßt deutlich eine lang-

während Kiefernzeit und eine Fichtenzeit erkennen. Das Profil schließt hier etwas früher ab, als in den andern Mooren. Im ersten Teil der Kiefernzeit nur noch Birke und Weide, dann folgt Auftreten von Hasel, dann Eiche, Linde, Ulme und Fichte. Hasel und Eichenmischwald erreichen in der zweiten Hälfte der Kiefernzeit ein unbedeutendes Maximum. Buche und Tanne erscheinen erst in den letzten zwei Proben. Die Moorbildung schließt hier ab, ehe sie noch zu irgendwelcher Ausbreitung gekommen sind. Im Horizont des Haselmaximums wurden auch Haselnüsse gefunden.

2. Das „Kunthemoor“ (Diagr. 18), südwärts Zwickau, unweit des Kleis, 300 m S. H., ein kleines Muldenmoor. Profil: Cariceto-Phragmiteturf, nach oben übergehend in Bruchtorf. Gesamtmächtigkeit 2 m. Auf der Oberfläche auch heute noch stellenweise Bruchwald mit *Betula* und *Rhamnus frangula*. Die untersten Proben sind fraglich, da sie sehr pollenarm sind, daher sind hier die Signaturen kleiner gezeichnet, ausschließlich Kiefernpollen. Die folgenden Proben waren schon etwas pollenreicher (30 Körner p. Präparat), zeigten aber auch noch ausschließlich Kiefernpollen in 2 Präparaten. Dann erscheint Hasel-, Linden- und Fichtenpollen, später auch Eiche und Erle. Die Fichtenkurve steigt dann steil an und führt zu einer Fichtenzeit. Am Ende derselben Auftreten von Buche und Tanne. Dann steigt wieder die Kiefernkurve und drückt alle andern herunter.

Auf eine genauere Ausdeutung dieser Diagramme soll hier noch nicht eingegangen werden. Das Wesentliche ist, daß wir auch hier in der Tiefenlage des untern Hügellandes ganz ähnliche Waldperioden unterscheiden können wie im Erzgebirge, daß auch hier anfangs nur Kiefer, Birke und Weide auftreten, daß dann wieder als nächste Hasel, Fichte, Eichenmischwaldbildner und Erle folgen, daß es auch hier zu einer vorübergehenden Fichtenzeit kommt und Buche und Tanne wieder als die letzten auf der Bildfläche erscheinen. Der neuerliche Anstieg der Kiefernkurve am Schluß führt zu einem Bild der Waldzusammensetzung, wie sie heute noch besteht. Vorherrschen der Kiefernwälder auf dem nährstoffarmen Sandsteinboden. Ein zeitlicher Vergleich mit den Erzgebirgsmooren ist noch schwer durchzuführen. Der Schluß der Torfbildung könnte nach dem Auftreten von Buche und Tanne annähernd der Grenzhorizontzeit entsprechen, wie bei so vielen Profilen des Erzgebirges. Die Grenzhorizontzeit wäre dann hier durch den neuerlichen Sieg der Kiefer über die Fichte markiert, was schon für eine tiefgreifende Wirkung als im Erzgebirge spricht. Ob die Kiefer seither dauernd die Oberhand behalten hat, kann noch nicht gesagt werden. Das Haselmaximum ist hier viel weniger ausgeprägt. In einigen Profilen, wie im Kunthemoor, fehlt es ganz. Es ist überhaupt sehr auffällig, daß auch der Eichenmischwald in dieser tieferen Lage keine höheren Prozente erreicht als im Erzgebirge. Es könnte in dem nährstoffarmen Sandsteinboden, der auch heute nur Kiefernheide trägt, seine Erklärung finden.

Von einem 3. Moor, der „Wemsche“ am Nordfluß des Rollberges bei Niemes, 300 m, wurden charakteristische Pollenspektren bereits in der vorläufigen Mitteilung veröffentlicht. Besonders erwähnt sei noch, daß in nächster Nähe dieses Moores, am Roll, thermophile Florenelemente vorkommen, wie *Carex pediformis*, *Melica transsilvanica*, *Cytisus ratisbonensis* usw., womit besagt ist, daß es auch im heutigen Gebiet der thermophilen Flora Böhmens eine reine Kiefernzzeit gab und späte Zuwanderung anderer Gehölze, besonders Buche und Tanne, erfolgte.

Ich habe dann weiters meine früheren Untersuchungen (R, 1) über die südböhmischen Hochmoore bei Köbblersdorf und Mirochau, zwischen Wittingau und Gmünd, nahe der niederösterreichischen Grenze, in 470—490 m S. H. gelegen, durch eine Pollenanalyse ergänzt, soweit noch Proben vorhanden waren.

Vollständige Diagramme waren daraus nicht mehr zu gewinnen, doch zeigen die Teilstücke die wesentlichen Züge der Waldentwicklung in diesem Gebiete schon hinreichend deutlich an. Die Entfernung dieser Moore vom Erzgebirge entspricht fast dem ganzen Durchmesser von Böhmen, über 200 km in der Luftlinie. Die Vegetation der Umgebung ist die des oberen Hügellandes und der unteren montanen Region der Herzynia. Es dominieren Fichten- und Kiefernwälder. Die Moore selbst sind mit baumförmiger *Pinus uliginosa* Neum. bestanden. Alles Weitere über diese Moore ist der älteren Arbeit zu entnehmen. Über das erste Auftreten der Pollenarten sind dort auch bereits Angaben gemacht, doch konnte ich damals Fichten- und Tannepollen noch nicht unterscheiden. Fagus- und Coryluspollen sind dort noch mit Fragezeichen versehen. Das Mengenverhältnis der Pollenkörner, das erst das richtige Bild der Waldentwicklung bringt, wurde damals noch nicht festgestellt.

Das wiedergegebene Diagramm (Nr. 17, Taf. XV) entspricht dem Profil I und I', 1. c. S. 30. Zu unterst liegt hier 1,50 m Riedtorf (*Carex limosa*, *lasiocarpa*, *Equisetum limosum*). Fast der ganze Riedtorf dieses Profils enthält bis nahe seiner Oberkante reichlich Reste von *Betula nana*! In den untersten Schichten ist neben andern Hypnaceen auch reichlich *Hypnum trifarium* vertreten. Dann folgt eine Waldschicht von *Betula* und *Pinus silvestris*, der „Bröseltorf“, dann stark zersetzter Erioph.-Sphagnumtorf (schwarzer oder älterer Moostorf), darüber eine zusammenhängende Wurzelschicht von *Pinus uncinata* (*uliginosa* Neum.) und schließlich in geringer Mächtigkeit jüngerer Moostorf von zerstreuten Wurzelstöcken durchsetzt. Zwischen Probe 10 und 11 fehlen die Zwischenproben, daher wurden die Kurven hier nicht durchgezogen.

Der ganze 1 $\frac{1}{2}$ m mächtige Riedtorf entspricht wieder der Kiefernzzeit! Hier wurde auch *Pinus silvestris* makroskopisch sichergestellt. Die unterste Probe aus dem Tegelgemisch zeigte nur Kiefern- und Birkenpollen. Doch waren die Proben sehr pollenarm (8 Körner p. Präparat), so daß die Probe fraglich ist.

Die folgenden Proben zeigen schon normale Pollendichte (200 bis 700 Körner p. Präparat 18×18 mm). Es erscheinen von nun an schon regelmäßig neben Kiefer und Birke: Weide, Hasel, Fichte, Eiche und Ulme, aber sie bleiben durch fast den ganzen Riedtorf unter 2%! Nur die Haselkurve beginnt in der oberen Hälfte ganz langsam ihren Anstieg. Mit beginnenden Haselanstieg verschwindet auch *Betula nana* aus dem Moor. Diese niedrigen Prozente bei oft großem Pollenreichtum der Proben und ausgezeichneter Erhaltung der Fossilien beweisen wieder ein höchst sporadisches Vorkommen in der Umgebung oder sie beruhen auf Ferntransport aus weiter entfernten Gegenden, vielleicht aus dem Donautal oder aus Innerböhmen. Verglichen mit dem Erzgebirge entspricht also dieser mächtige Riedtorf den dortigen wenig mächtigen Schichten vor dem Haselanstieg. Die Torfbildung muß hier bedeutend früher und näher an die Eiszeit heran begonnen haben. Dafür spricht auch *Betula nana*, die im Erzgebirge fossil nicht gefunden wurde. Es folgt nun die bedauerliche Lücke, in der wir das *Corylusmaximum*, das durch den Haselanstieg schon vorbereitet wurde, und die Fichtenzeit vermuten können. Sie zeigen sich auch tatsächlich in andern Profilen des Moores. Die nächstfolgende Probe aus dem älteren Moostorf, ca. 80 cm höher, zeigt auch noch den Fichtenpollen dominierend, daneben aber auch schon 11% *Fagus* und 12% *Abies* und die letzten Proben aus dem stratigraphischen Äquivalent des Grenzhorizontes und jüngeren Moostorfes gehören schon wieder einer Buchen-Tannenzeit an, denn die dominierenden Kiefernprozentage dürften lokal bedingt sein durch die Moorkiefern, die das Moor dicht bedeckt haben, wie die Wurzelstöcke zeigen. Trotz der Lückenhaftigkeit des Diagramms können wir also auch hier ganz deutlich eine langwährende Kiefern-Birkenzeit mit minimalen Prozenten anderer Arten, eine Fichtenzeit und zum Abschluß wieder eine Buchen-Tannenzeit unterscheiden. Buche, Tanne und *Carpinus* erscheinen auch hier wieder als die letzten in weit vorgeschrittener Zeit der Moorbildung.

Zur Ergänzung der Lücke sind in beistehender Tabelle noch die Pollenspektren aus dem Profil II vom Westrand des Moores (l. c. S. 38) wiedergegeben. Die unterste Probe gehört noch der Kiefernzeit an. Die folgenden 2 Proben aber passen sehr gut in die Lücke herein. Probe 2 zeigt den Übergang von der Kiefern- in die Fichtenzeit, 3 den Höhepunkt der Fichtenzeit und erstes Auftreten der Buche, 4 dann wieder den Anstieg der Tannenkurve vor dem Schnittpunkt mit der Fichtenkurve. Die höchsten *Corylus*prozentage fallen in die Fichtenzeit, ebenso das Maximum des Eichenmischwaldes. Die Riedtorfbildung hat hier länger angehalten als in Profil I und ist teilweise mit dessen älterem Moostorf gleichaltrig. Der Birken-(Brösel-)Torf dieses Profils also wesentlich jünger als der von Profil I (vgl. Fußnote S. 104).

Das Bohrprofil VII (l. c. S. 44) erwies sich als stark verunreinigt. Hier war *Abies*- und *Fagus*-Pollen vereinzelt bis in die Kiefernzeit verschleppt. Daß Verschleppung vorliegt, beweisen

alle andern Profile. Sonst ließen sich auch hier die drei Perioden erkennen. Bohrprofil VI (l. c. S. 43), aus dem wachsenden Urmoor entnommen, beginnt mit dem Ende der Kiefernzzeit, zeigt wieder eine Fichtenzeit und dann eine hierlang ausgezogene Tannenzeit, da hier der Moostorf noch nicht gesackt war. Während dieser Zeit hat die Tanne bedeutend dominiert (bis 40 %), während die Buche wenig über 20 % hinausgeht. Vorübergehend starke Übergipfelung durch die Kiefer (Grenzhorizont?).

Die Torfbildung hat auch im Breiten Moos in den verschiedenen Partien zu sehr ungleicher Zeit eingesetzt. Die Grundschichten sind nicht gleichalt.

Das Hochmoor von Mirochau (l. c. S. 65) ist aus einem Wald hervorgegangen, in dem Erle, Fichte und Birke vorherrschten.

Proben	<i>Pinus</i>	<i>Picea</i>	<i>Taxa</i>	<i>Tilia</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Alnus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Abies</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Corylus</i>	Gezählte Körner	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
Breites Moos b. Köllersdorf Profil II	4. Älterer Moostorf . . .	23,6	5,7	32,0	1,0	—	3,8	2,8	2,8	28,3	—	9,5	116
	3. Oberer Riedtorf . . .	20,0	5,3	47,3	4,7	2,7	8,7	4,7	6,7	—	—	17,3	176
	2. Mittlerer Riedtorf . . .	46,7	11,2	24,3	1,9	—	12,1	2,8	—	—	—	6,5	113
	1. Grundschichte . . .	67,5	31,9	—	—	—	—	0,5	—	—	—	1,0	200
Mirochau Profil II	V. Jüng. Waldtorf . . .	14,7	5,3	7,3	1,3	—	2,0	6,7	15,3	46,7	—	2,7	154
	III. Älterer Waldtorf . . .	9,8	4,9	67,1	4,4	1,0	5,5	4,3	3,0	1,8	—	23,2	202
	II b. Oberer Riedtorf . . .	17,3	12,0	46,7	3,3	—	2,7	4,0	3,3	0,7	—	13,3	170
	II a. Unt. Riedtorf . . .	15,0	12,1	45,1	1,2	3,0	6,0	12,7	1,8	1,8	—	27,7	212
	I b. Betuletum . . .	12,3	38,3	33,3	1,2	1,2	3,7	10,0	—	—	—	41,9	115
	I a. Piceetum (Grund) . . .	10,7	23,0	44,3	4,1	0,8	1,6	13,9	—	0,8	—	12,3	137
Mirochau Profil I	VI. Jüng. Moostorf . . .	20,6	14,8	9,3	—	0,7	—	10,9	18,8	24,2	0,7	7	137
	V. Älterer Moostorf . . .	17,4	—	20,6	1,6	—	—	1,6	11,1	46,0	—	11,1	69
	III. Oberer Riedtorf . . .	15,0	5,0	53,0	3,0	1,0	5,0	3,0	8,0	6,0	—	26,0	126
	II. Bruchtorf . . .	15,1	10,6	54,5	4,5	1,5	4,5	9,0	—	—	—	22,3	81
I. Bruchtorf(Grund)	6,0	5,3	12,0	0,7	3,3	3,3	67,3	—	1,3	—	12,0	168	

Die Moorbildung muß hier also erst in der Fichtenzeit eingesetzt haben, entsprechend beginnen hier auch die Pollendiagramme bereits mit der Fichtenzeit. Die Pollenspektren sind in bestehender Tabelle aufgenommen. Die Bezeichnung der Horizonte ist dieselbe wie in der älteren Arbeit (Profil I, l. c. S. 65, Profil II, l. c. S. 67). In Profil I erreicht der Erlenpollen, lokal bedingt, 67 %, dadurch sind hier die Fichtenprocente erniedrigt. Auf die Fichtenzeit folgt wieder Tannendominanz. Ein höherer *Corylus*gipfel (42 %) fällt in die erste Fichtenzeit. Vor diesem erscheint auch schon vereinzelt Tannenpollen, etwas später Buchenpollen, Ausbreitung in der 2. Hälfte der dortigen Fichtenzeit.

Die wesentlichste Abweichung der südböhmischen Diagramme von denen des Erzgebirges bestehen also nur in der langen Dauer der Kiefernzzeit und weiters darin, daß das *Corylus*maximum hier

mit der ersten Fichtenzeit zusammenfällt. Es können daher *Corylusmaximum* und Fichtenzeit nicht zugleich in beiden Gebieten gleichaltrig sein. Es hat entschieden vielmehr Wahrscheinlichkeit für sich, das *Corylusmaximum* als synchron anzunehmen. Es wäre sonst schwer verständlich, warum die Hasel in der tieferen Lage in den Diagrammen noch keine Ausbreitung anzeigen soll, in einer Zeit, wo sie am Erzgebirgskamm bereits in Masse verbreitet war. Bei dieser Gleichstellung würde dann die Fichte hier früher zur Vorherrschaft gekommen sein, und auch Buche und Tanne wären früher eingewandert und häufiger geworden, was durchaus wahrscheinlich ist und zu erwarten stand. Dieser versuchsweise Altersvergleich wurde auch in dem Vergleichsschema S. 97 dargestellt. Der jüngere Waldtorf (Grenzhorizont) kann sehr gut gleichaltrig sein, da er auch hier nach der Tannenausbreitung fällt.

Auch bei den südböhmischen Hochmooren fallen, wie bei den nordböhmischen, die unerwartet niedrigen Prozente von Buche, Eichenmischwald, Hasel und Hainbuche auf. Trotz der tieferen Lage erreichen sie kaum die Werte von Gottesgab. Die Diagramme haben mehr montanen Charakter, als die des Erzgebirges. Es muß hier auf dem südböhmischen Granitplateau, ähnlich wie bei Zwickau und Niemes, dauernd ein Nadelholzgebiet gewesen sein wie heute, in dem nacheinander Kiefer, Fichte und Tanne dominierten. Eine andere Erklärungsmöglichkeit wäre die, daß die Gegend dauernd waldarm war, so daß der meiste Pollen von Weittransport herrührte, wobei der Nadelholzpollen durch seine leichtere Transportfähigkeit leicht einen Vorsprung gewinnt. Die Erklärung wäre aber für diese Gebiete ganz unwahrscheinlich und stünde zu sehr mit den gegenwärtigen Verhältnissen in Widerspruch. Auch in der Buchen-Tannenzeit hat hier die Tanne meist das Übergewicht, für welche Zeit wir doch schon eine maximale Ausbreitung des Waldes annehmen müssen, denn um alte Kulturgebiete, wo der Wald seit langem künstlich zurückgehalten worden wäre, handelt es sich hier nicht. Das südböhmische Granitplateau zeigt heute noch mehr montanen als Hügellandcharakter und ist ein ausgesprochenes Waldgebiet.

Es sind nun also bereits auch für zwei weit voneinander entfernte Gebiete des böhmischen Hügellandes zwischen 280—490 m die Hauptetappen der Waldentwicklung festgestellt, und es liegt bereits gewissermaßen eine „Linientaxierung“ der Waldgeschichte für ganz Böhmen und für die verschiedensten Höhenlagen vor. Sie zeigt in großen Zügen Übereinstimmung: Am Anfang eine verarmte Waldflora, bestehend aus Kiefer, Birke und Weide, auch im niedern Hügelland, dann Auftreten von Hasel, Fichte, Linde, Ulme, Eiche, Erle und Ausbreitung derselben. Dann eine Zeit der Vorherrschaft der Fichte, sehr späte Einwanderung von Buche, Tanne und Hainbuche, die überall als die Letzten erscheinen, dann im Erzgebirge und Südböhmen Vorherrschaft von Tanne und Buche, schließlich die von der Kultur beeinflussten heutigen Verhältnisse.

VII. Schluß.

Es wäre nun zu überprüfen, wie sich alle diese bisherigen Feststellungen und Schlüsse zu den bisher bekannten Tatsachen und Ansichten über die postglaziale Vegetations- und Klimageschichte stellen. Die Zeit zu einem umfassenden und ins einzelne gehenden Vergleich und zu abschließenden Urteilen ist noch nicht gekommen, und es gilt noch immer und ganz besonders für Mitteleuropa das resignierte Schlußfazit der großen Diskussion über die postglazialen Klimaänderungen auf dem Stockholmer Geologenkongreß von 1910, das Gunnar Andersson gezogen hat: „Wir stehen noch am Anfang der Forschung.“ Es muß erst noch durch weitere Untersuchungen, durch die der große Vorsprung der nordischen Forschung eingeholt werden soll, eine viel breitere Tatsachenbasis geschaffen werden. So kann es sich für uns nur um eine vorläufige Erörterung einiger Probleme handeln, soweit unsere bisherigen Untersuchungsergebnisse etwas dazu zu sagen haben, auf Grund des derzeitigen Standes unserer Erkenntnisse und Erfahrungen und mit allem Vorbehalt späterer Berichtigung durch die weiteren Untersuchungen.

Die erste bemerkenswerte Feststellung war, daß auch in Böhmen in ganz verschiedenen Gegenden und Höhenlagen die postglaziale Waldentwicklung mit einer stark verarmten Waldflora einsetzt. Am Anfange der ältesten Moorbildungen sind nur Kiefer, Birke und Weide nachweisbar, die Kiefer bedeutend dominierend. Das sind dieselben Arten, die auch im ehemals vom Eis vergrabenen Gebiete des nordischen Inlandeises die Waldentwicklung einleiten, zugleich auch dieselben Arten, die heute im westlichen Europa die polare Baumgrenze bilden, nicht aber die Baumgrenze in unsern Gebirgen, und zugleich gehören sie auch zu jenen Baumarten, die im östlichen Rußland und in Sibirien am weitesten gegen die subarktische Hochsteppe vordringen (vgl. Nehring S. 56), die mit der polaren Tundra die große Winterkälte gemeinsam haben bei viel höheren Sommertemperaturen. Der Schluß ist zunächst unausweichlich, daß der Moorbildung eine Zeit vorausgegangen sein muß, die eine tiefgreifende Verarmung der Waldflora bewirkt hat. (Es kann dabei getrost die Frage offen bleiben, ob die andern Baumarten nicht doch noch irgendwo im Lande ein beschränktes Vorkommen hatten.) In erster Linie muß man da natürlich an die Eiszeit denken, und zwar, da die Moore postglazial sind, an die letzte Eiszeit.

Während des Maximalstandes derselben lag der Eisrand des nordischen Inlandeises im Norden von Böhmen nach maximaler Angabe etwa in der Linie Spremberg-Flemming-Dessau-Magdeburg nördlich des alten Urstromtales, das die Oder mit der Elbe verband und zog dann weiterhin bis an die Weser. Die alpinen Gletscher der Ostalpen östlich des Salzachgletschers erreichten nicht mehr das Vorland. Böhmen lag also mitten im eisfrei gebliebenen Gebiet. Unsere Untersuchungsgebiete befanden sich in einem Abstände von mindestens 100 km vom Rande der großen Eis-

decken, so daß von einem unmittelbaren Einfluß der Eisnähe hier nicht mehr gesprochen werden kann, er müßte dann für das gesamte eisfreie Gebiet gelten. Lokale Gletscher dürften in dieser Zeit noch im Riesengebirge bestanden haben, wo Partsch die Lage der Schneegrenze während der zweiten Vereisung auf 1350 m schätzt. Die zweifelhaften Spuren von Gletschern im Erzgebirge bei B. Wiesenthal und Schmiedeberg (siehe Laube) dürften, wenn sie überhaupt Gletscherspuren sind, der Hauptvereisung angehören, ebenso wohl die Gletscher des Böhmerwaldes. Es handelt sich also bei unsern Untersuchungsgebieten um Gebiete, die nicht mehr unter dem lokalen Einfluß der Eisdecke, sondern nur unter dem Einfluß des Allgemeinklimas der letzten Eiszeit standen. Das gibt den Untersuchungsergebnissen ihre besondere, allgemeinere Bedeutung, da aus dem eisfreien Gebiete nur sehr dürftiges Material vorliegt.

Über den Klima- und Vegetationscharakter der Eiszeit in Mitteleuropa gehen die Ansichten bekanntlich noch weit auseinander: Wir haben auf der einen Seite die Ansicht, daß die Eiszeit eine Periode der Temperaturerniedrigung war, daß in dieser Zeit auch in Mitteleuropa ein dem arktischen verwandtes Klima herrschte, daß entsprechend auch die Vegetation im eisfreien Gebiete einen ähnlichen Charakter hatte, wie an der polaren Baumgrenze mit vorherrschender Tundra. Ich will diese Auffassungen mit Brockmann-Jerosch kurz als Nathorst'sche Hypothesen bezeichnen. Ihr steht als anderes Extrem die Auffassung von Brockmann-Jerosch und einiger Monoglazialisten gegenüber, wonach die Eiszeit nur eine Folge extrem vermehrter Niederschläge war. Während dieser Zeit habe ein mildes ozeanisches Klima geherrscht und die mitteleuropäische Waldflora habe im unvereisten Gebiete auch während der Eiszeit fortbestanden. Nur die Buche habe in diesen Wäldern erst später an Ausbreitung gewonnen. Nur unmittelbar am Eisrand habe eine zonenförmige Anordnung der Vegetation bestanden, zu innerst eine Dryasflorenzone, der dann eine Kiefern-Birkenzone usw. folgte. Die im vereisten Gebiete festgestellten Waldperioden sollen nur eine Folge dieser zonenförmigen Anordnung und natürlicher Sukzessionen sein. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es dann noch eine ganze Reihe vermittelnder Anschauungen. Eine solche wurde z. B. von Drude in seinem Vortrage auf dem Wiener Botanikerkongreß 1905 für das mitteleuropäische Berg- und Hügelland, dem auch unser Untersuchungsgebiet angehört, entwickelt. Aus der von Penck für das Riesengebirge errechneten Lage der Schneegrenze in 1300 m Höhe schließt er, daß im Gebiete der Sudeten, des Lausitzer Berg- und Hügellandes und Elbesandsteingebirges (dem Gebiete der untersuchten nordböhmisches Moore) von 200—500 m subalpines Waldland, mit Borstgrasmatten und tundraartigen Mooren bestanden habe, dem von 500—800 m eine alpine Strauchregion (Knieholz) folgte. Die Wälder des Hügellandes in dieser Periode seien aber mehr dem nordischen gemischten Nadelholz- und Kiefern- bzw. Birkenwald ähnlich gewesen, als

dem heutigen Fichtenwald an der Baumgrenze, obwohl die Fichte ihre damalige Grenze zwischen dem Alpeneis und dem baltischen Landeis gehabt haben wird. Auf die Glazialzeit sei dann eine xerotherme Periode und dann die Hauptwaldzeit gefolgt. Die Kiefer habe jedenfalls am Beginne der Postglazialzeit eine größere Rolle gespielt als die Fichte. Er verweist dabei darauf, daß in den Mooren des Erzgebirges und Fichtelgebirges in den tieferen Schichten nur Kiefern-, Espen- und Birkenholz gefunden werden, während Fichtenzapfen erst später erscheinen, eine zutreffende Angabe, die wir von neuem bestätigen konnten. „Wenn Fichte und Kiefer vielleicht gemeinsam (wie in Sibirien und Nordeuropa) in der Glazialperiode den Wald zwischen den Tundren bildeten, so werden Kiefer, Birke und Espe in der xerothermischen Periode die mächtigste Ausbreitung erlangt und ihre Vorherrschaft erst später und allmählich an die andern Waldbäume abgegeben haben.“ (l. c. S. 126.)

Einen noch milderen Charakter schreiben z. B. H o o p s und H a u s r a t h in ihren waldgeschichtlichen Werken, die eine ausgezeichnete Zusammenstellung des bisher über die Geschichte unserer Waldbäume Bekanntesten enthalten, den Wirkungen der Eiszeit im unvereisten Gebiet zu. Bezüglich der Verhältnisse in Böhmen und den angrenzenden Ländern werden sie ganz durch die Angaben von S i t e n s k ý über das frühe Auftreten von Hasel, Buche, Tanne in den untern Schichten der böhmischen Moore beeinflusst. H o o p s schließt daraus z. B., daß die Moorbildung in Böhmen bereits im Interglazial begonnen habe, daß sich Buche und Tanne auch während der Eiszeit in Böhmen in den warmen niedern Lagen erhalten haben und daß Böhmen ein Ausstrahlungszentrum für die Buche im Postglazial gewesen sei. Zu gleichen Schlüssen war früher auch P o d p ě r a auf Grund dieser Angaben gekommen, ebenso auch H a u s r a t h, der die böhmischen Moore für postglazial hält, aber gleichfalls annimmt, daß die Buche sich von Böhmen aus nach Deutschland ausgebreitet habe, wobei besonders die Mährische Pforte, die Senke zwischen Sudeten und Beskiden als Einzugsweg von besonderer Bedeutung gewesen sei. Daß die Fichte erst so spät in Norddeutschland erscheint, habe seinen Grund in der auf die Eiszeit folgenden Trockenperiode, der sie in Mitteldeutschland erlag.

Die Angaben S i t e n s k ý s, die solange die einzige paläontologische Quelle für alle Schlüsse auf Böhmen und Umgebung bildeten, können jetzt endgültig berichtigt bzw. eingeschränkt werden. Wir haben gesehen, daß die Moorbildung in Böhmen zu sehr verschiedenen Zeiten eingesetzt hat, auch innerhalb desselben Moores, bald in der Kiefern-, bald in der Haselzeit oder noch später, so daß es ganz gut möglich ist, daß es Moore und Moorpartien gibt, deren Bildung erst in der Buchen-Tannenzeit begonnen hat. F i r b a s hat auch in Nordböhmen ein solches Moor gefunden. Die Angaben S i t e n s k ý s können also ganz zutreffend sein, aber es handelt sich dann eben um jüngere Moorbildungen. Wir haben niemals makroskopische Buchen- oder

Tannenreste gefunden, überhaupt keine Reste von Bäumen, die nicht auch heute noch auf den Mooren selbst leben, so daß es auch nicht ganz ausgeschlossen ist, daß vielleicht doch eine irrthümliche Bestimmung vorliegt. Die Beweiskraft dieser Funde für die Verhältnisse im Glazial und frühen Postglazial ist jedenfalls erloschen.

Nach Pax würde das Interglazial und Postglazial zu einer Periode der Waldentwicklung zusammenfließen, in der die letzte Eiszeit nur durch den Rückgang in der Verbreitung des Eichenmischwaldes und die Vorherrschaft der Fichte charakterisiert wäre. Er entwickelt diese Auffassung in seiner Ausdeutung der von Hartmann untersuchten fossilen Flora von Ingramsdorf am Westfuß des Riesengebirges, wobei er freilich die Frage noch offen läßt, ob diese Ablagerungen interglazial oder postglazial sind. Dasselbe gilt von fossilen Pflanzenlagern in den Westkarpathen, die ihn zu gleichen Schlüssen führten. Aber auch hier wäre die Buche als die letzte erschienen.

Die Nathorst'sche Hypothese wird besonders entschieden u. a. von C. A. Weber vertreten, der seine Anschauungen neuerdings in seiner Arbeit über die Mammutflora von Borna in Sachsen entwickelt hat. Diese Arbeit sowie die anschließende seines Sohnes Hellmuth Weber über die fossile Flora von Lobstedt bei Borna sind für uns von besonderem Interesse, da diese fossilen Floren in nicht zu ferner Nachbarschaft unseres Untersuchungsgebietes liegen und die Verhältnisse nördlich des Erzgebirges, allerdings bereits in einer Entfernung von etwa 100 km von seinem Kamm, veranschaulichen. Es muß daher noch etwas näher auf dieselben eingegangen werden.

Die fossile Flora von Borna entstammt quartären Tonen, die auch ein Mammutskelett bargen. Nach C. A. und H. Weber ist es noch zweifelhaft, ob sie der Riß- oder Würmeiszeit angehören, während sich Werth für letzteres Alter ausgesprochen hat. Gehören sie der Rißeiszeit an, so kommen sie für unsere Schlüsse weniger in Betracht, da sie dann, ebenso wahrscheinlich wie die bekannte Glazialflora von Deuben bei Dresden, unmittelbar am Rande des großen Landeises der Haupteiszeit gewachsen wären, so daß die Einwände von Brockmann-Jerosch vom lokalen Einfluß des Eises auf sie angewendet werden könnten. Die Flora von Lobstedt aber, demselben Schichtensystem der Flußablagerungen der Wyhra angehörig, kann nur der Würmeiszeit und dem anschließenden Postglazial zugerechnet werden, während der der Eisrand beim maximalen Stande etwa 100 km nördlich bei Magdeburg lag. Ihr kommt also auch bereits eine mitentscheidende Bedeutung für die Beurteilung der Verhältnisse im eisfreien Gebiete zu. In der Mammutflora von Borna fand C. A. Weber eine ganze Reihe arktischer und alpiner Elemente, besonders unter den Moosen, daneben auch u. a. *Salix polaris*, *herbacea*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Potentilla aurea* usw. Daneben fanden sich auch Pflanzen gemäßigten Klimas, welche

nur bedingt in die Arktis und in die alpine Region reichen und eine weitere große Zahl von indifferenten Arten weitester Verbreitung. Außer zwei Pollenkörnern der Kiefer und einem Stück Borke wurde kein einziger Rest einer Waldpflanze gefunden. Er schließt daraus auf Baumlosigkeit in weitester Umgebung.

Die Flora von Lobstedt zeigt in den untersten Schichten überwiegend indifferente Arten, eine arktische Art, *Carex aquatilis*, und zwei Arten gemäßigten Klimas, aber wiederum fast gar keinen Pollen von Waldbäumen (einige Birkenkörner), während die folgenden Schichten dann pollenführend sind, und zwar konnte eine Birkenzeit, eine Kiefernzeit, im Laufe derselben erstes Auftreten von Fichte, Eiche, Erle, dann wieder Verschwinden des Fichtenpollens und schließlich Überwiegen des Eichenpollens, also eine Eichenzeit festgestellt werden. Es folgt dann eine Störung der Ablagerung, so daß die weitere Entwicklung nicht verfolgt werden konnte.

H. Weber hat auch die Schwankungen in der Wasserführung der Wyhra festgestellt. Die erschlossene Kurve des Wasserstandes zeigt ein Minimum in der Hocheiszeit und eine tiefe Senkung in viel späterer Zeit, die nach seiner ausführlichen Begründung der Grenzhorizontzeit entspricht, das Maximum entspräche dem Beginn der jüngeren Sphagnumtorfzeit der norddeutschen Moore. Zwei kleinere Schwankungen im Anstieg der Kurve fallen in den Beginn der dortigen Kiefernzeit und nach der Einwanderung von Fichte und Eiche.

C. A. Weber faßt seine Anschauungen über die Vegetations- und Klimaentwicklung im eisfreien Gebiet Deutschlands in der Borna-Arbeit etwa wie folgt zusammen: Während der Eiszeiten herrschte im nicht vereisten Teil Mitteleuropas ein dem arktischen und alpinen Klima verwandtes, aber infolge der niedern geographischen Breite und Tiefenlage nicht ganz gleiches glaziales Klima, das er als „mitteleuropäisch-glazial“ bezeichnet, von kontinentalem Charakter, ausgezeichnet durch niedere Winter-, verhältnismäßig hohe Sommertemperaturen, geringe Niederschläge, östliche und südöstliche baumfeindliche trockenkalte Winde. In dieser Zeit fehlt auch im nicht vereisten Gebiete Wald oder auch nur ausgedehnter Baumwuchs (vereinzelt Vorkommen von Birke und Kiefer nach H. Weber nicht ausgeschlossen). In den feuchteren Flußtälern herrscht Moostundra, auf den höher gelegenen Landteilen vielleicht Fjöldformation oder subglaziale-glaziale Steppe. Er befindet sich in dieser Auffassung in Übereinstimmung mit Nathorst und Penck. Die Wiederbesiedlung im Postglazial erfolgte dann nach den Gesetzen natürlicher Sukzessionen. Auf die Moostundra und Kältesteppen folgten temperierte Grasfluren, die nur allmählich vom Walde erobert wurden. Die Einwanderungsfolge der Waldbäume ist in erster Linie durch ihre Wanderungsgeschwindigkeit bestimmt. Es ergeben sich dabei natürlich Verschiedenheiten in verschiedenen Teilen Mittel- und Nordeuropas.

Die Zeit der Grasfluren war also nach dieser Auffassung nur eine Übergangszeit in klimatischer Beziehung und in der Vegetationsentwicklung. Die Dauer derselben war nicht so sehr durch das Klima, als durch die Fähigkeit des Waldes in geschlossenen Grasflächen einzudringen, bedingt. Von vielen anderen Seiten wird bekanntlich für das Spätglazial und erste Postglazial eine ausgeprägte Steppenklamazeit angenommen, anfangs kalt, später warm, in der die Ausbreitung der Pferdespringerfauna Nehrings erfolgte. So verlegt, wie erwähnt, Drude die xerotherme Periode in diese Zeit, ebenso auch neuerdings Schustler.

Schustler hat die reiche thermophile Flora Böhmens nach ihrer rezenten Verbreitung und ihren klimatischen Ansprüchen analysiert und in verschiedene Gruppen eingeteilt und kommt dabei zu folgenden klimatischen Perioden, die für die Einwanderung der verschiedenen Gruppen postuliert werden: 1. Die illyrische Periode, prä- oder interglazial. In Böhmen Wälder, ähnlich denen Illyriens mit vielen thermophilen Elementen. Aus dieser Zeit stammen eine Anzahl südlicher Elemente mit stark disjunkter Verbreitung und sehr vereinzelt Vorkommen in Böhmen. Sie hätten die Eiszeit in Böhmen überdauert. 2. Die Glazialperiode. In Böhmen infolge seiner geschützten Lage geringerer Einfluß als in Deutschland. Wälder bis 400 m. In diesen die Zufluchtsstätte thermophiler Elemente, ebenso auf den warmen Kalk- und verwandten Boden. 3. Die sarmatische Periode, trocken-kalt. Einwanderung von Elementen der subarktischen Steppe von Norden her. 4. Die pannonische Periode, wärmer und milder. Einwanderung pontischer und pannonischer Elemente hauptsächlich von Süden her auf dem Donauwege. 6. Atlantische Periode, warm und feucht (Litorinazeit). Einzug westeuropäischer Elemente. 7. Baltische Periode, etwas rauher. Übergang zu den heutigen Verhältnissen. Einschränkung der xerothermen Distrikte.

Gegenüber dieser Annahme einer frühpostglazialen Steppenzeit ist Soergel in seinen neueren Untersuchungen über die Löße zu dem Schlusse gekommen, daß „für eine langandauernde postglaziale Steppe in der Klimaentwicklung weder Raum noch Zeit bleibt“. Er nimmt wie Weber an, daß auf die Tundra als natürliche Sukzession für kurze Zeit die Grassteppe einzog, der bald die Flora des mitteleuropäischen Weidelandes und unter starker Beteiligung der Föhre der offene Wald folgte.

Es wurden hier aus der langen Reihe der Theorien über die Vegetations- und Klimaentwicklung nur einige herausgegriffen, um die Denkmöglichkeiten zu illustrieren, darunter besonders solche, die auf unser Gebiet irgendwie Bezug nehmen. Andere, darunter auch grundlegende, wie die von Gradmann, Schultz fügen sich mehr oder weniger in diesen Rahmen ein¹⁾.

¹⁾ Die neue Arbeit von Gams und Nordhagen über postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa gelangte erst nach Abschluß des Manuskriptes in unsere Hände und konnte nur mehr in einem eingeschobenen Schlußabsatz kurz berücksichtigt werden.

Es seien nun unsere Untersuchungsergebnisse diesen Theorien gegenübergestellt, um sie für unser Gebiet vorläufig zu überprüfen. Die festgestellte weitgehende Verarmung der Waldflora spricht entschieden gegen die Anschauungen von Brockmann - Jerosch. Sie stimmen gut zu dem von Weber und auch etwa noch zu dem von Drude entworfenen Vegetationsbild der Eiszeit. Außer Kiefer, Birke und Weide und allenfalls noch einer oder der andern fossil nicht nachgewiesenen Art (Espe) waren alle andern Gehölze entweder ganz aus dem Lande verschwunden oder doch in ihrer Verbreitung weit unter ihr heutiges Ausmaß eingeschränkt. Von *Fagus*, *Abies* und *Carpinus* konnten wir es mit größter Wahrscheinlichkeit aussprechen, daß sie ganz ausgerottet waren, da sie erst so spät, also wahrscheinlich von fernher kommend, wieder auf der Bildfläche erscheinen, trotz der bereits eingetretenen Wärmezeit. Böhmen kann nach dem bisherigen Stand der Untersuchungen nicht länger mehr als ein Refugium derselben in der Eiszeit angesehen werden, womit auch die vermittelnden Anschauungen von Hoops, Hausrath, früher auch Podpěra usw. entfallen.

Es bleibt uns nur die Entscheidung zwischen den Auffassungen von Nathorst-Weber und Drude. Nach Drude hätte wenigstens die Fichte noch an der Waldbildung während der Hocheiszeit teilgenommen. Sie wäre erst durch die nachfolgende xerothermische Periode in ihrer Verbreitung stark eingeschränkt worden.

Die Verhältnisse von Lobstedt-Borna, die eine baumlose Tundra anzeigen, müssen nicht notwendig auch für das Innere Böhmens Geltung haben. Es könnten hier infolge seiner geschützten, besonders auch gegen die kalten, baumfeindlichen östlichen Winde abgesperrten Lage, in der Tat günstigere Bedingungen geherrscht haben. Waldbildung wäre hier vielleicht noch denkbar, auch wenn sie im offenen norddeutschen Flachland ausgeschlossen war. Es könnte auch eine oder die andere anpassungsfähige wärmeliebende Art in günstiger Lage noch fortbestanden haben, vielleicht sogar Hasel- und Eichenmischwaldelemente. Für allzuvielen Arten werden wir dies freilich nicht annehmen dürfen, sonst hätten die viel in Anspruch genommenen „besonders geschützten Lagen“ eine förmliche Arche Noahs bilden müssen, in der sich eine ungewöhnliche Artenfülle zusammengedrängte, was schon soziologisch unmöglich ist. Wir müssen daher immer wieder die fossilen Zeugen im Lande selbst fragen, wie es wirklich war.

Die Erzgebirgsmoore allein können hier noch keine Entscheidung bringen. Es ist sicher, daß sie nicht bis in die Eiszeit zurückreichen, denn es können unmöglich auf dem Kamme des Erzgebirges günstigere Verhältnisse geherrscht haben, als in seinem nördlichen Vorlande. Es ist nicht auszuschließen, daß der Moorbildung hier zunächst eine trocken-warme Periode voranging und der späte Beginn der Moorbildung das frühe Auftreten

von Hasel usw. könnte sogar dafür sprechen. Das Fehlen der Fichte am Anfang und ihre erst spätere Ausbreitung könnte mit *Drude* durch diese Periode erklärt werden. Von den Gehölzen des wärmeren Hügellandes wie Hasel und Eichenmischwald müßten wir dann annehmen, daß sie trotz bereits wärmeren Klimas noch nicht Zeit gefunden hatten, sich über das ganze Land bis in die Randgebirge auszubreiten.

Eine deutlichere Auskunft über die vorangegangene Periode geben uns die Moore des Hügellandes, die freilich noch in viel größerer Zahl werden untersucht werden müssen. Die Moorbildung reicht hier, wie gezeigt wurde, viel weiter zurück und näher an die Eiszeit heran. Hier trafen wir mächtige Riedtorfschichten, die noch unter dem Einfluß oder der Nachwirkung eines kalten Klimas gebildet worden sein müssen. Denn es fand sich hier, im Breiten Moos, noch reichlich *Betula nana* neben *Hypnum trifarium*. Fichten-, Hasel-, Linden-, Ulmen-, Eichen- und Erlenpollen fehlen noch ganz oder bleiben doch durch lange Zeit in dauernd niedrigen Prozenten. Hier kann eine vorangegangene xerotherme Periode nicht mehr in Betracht kommen, sonst hätte *Betula nana* diese hier 400 m unter ihrer heutigen Verbreitungsgrenze überdauern müssen und es wäre unverständlich, daß die Gehölze des trocken-warmen Hügellandes, Hasel- usw., nicht von Anfang an größere Verbreitung anzeigen, da sie doch schon irgendwo in der Nähe waren, wie die minimalen Prozente vom Breiten Moos angeben. Die Moorbildung schließt hier unmittelbar an die letzte Kälteperiode der Eiszeit an, wenn sie nicht in diese selbst zurückreicht. Diese Moore geben uns daher das Vegetationsbild bald nach, wenn nicht während der Eiszeit selbst, jedenfalls vor der ersten Wärmezeit an, und in diesem Bilde ist die Fichte auch nur minimal vertreten. Das besagt, daß sie nicht erst durch eine nachfolgende trocken-warme Periode, sondern durch das Klima der Eiszeit selbst verdrängt oder in ihrer Verbreitung bedeutend eingeschränkt wurde, daß die etwa vorhandenen Gehölze während oder unmittelbar nach der Eiszeit nur von Kiefern, Birken und Weiden gebildet wurden. Wenn das Klima der Eiszeit hinreichte, auch in Böhmen die Fichte ganz oder fast ganz auszurotten, so wird das um so mehr von andern wärmeliebenderen Arten gelten. Wir nähern uns damit immer mehr den Anschauungen von *Weber*. Das wahrscheinliche Vegetationsbild unmittelbar nach der Eiszeit zeigt auch in Böhmen überwiegend nur Kiefern-, Birken-, Weidengestrüpp, daneben vielleicht noch subarktische Grassteppe und Moore, die aber noch keine heute dem Lande fehlende hochnordische Art ergeben haben. Ob dieses Vegetationsbild auch für die Hocheiszeit gilt, muß noch dahingestellt bleiben.

Eine allfällige xerotherme Periode müßte also noch innerhalb der böhmischen Moorbildungszeit fallen, da diese, wie eben erschlossen wurde, von der Kältezeit bis in die warme Waldzeit und in die Gegenwart hineinreicht.

Diese xerotherme Periode, die warme Steppenzeit, bildet ein bekanntes Postulat der Pflanzengeographie und der Prähistorie (Gradmann usw.). Auch über diese Steppenfrage gehen die Meinungen noch weit auseinander und jene, welche eine warme Steppenzeit annehmen, sind noch uneins darüber, wann sie zu datieren sei. Unsere Untersuchungsergebnisse zeigen zunächst wieder, daß eine interglaziale Trocken-Wärmezeit zur Erklärung der heutigen Verhältnisse nicht herangezogen werden kann, da sich der Einfluß der Eiszeit auch in einem so begünstigten Lande wie Böhmen als tiefgreifend erwiesen hat; sie könnte nur postglazial gewesen sein.

Der Wärmeanstieg zeigt sich in unsern Mooren erst durch den Haselanstieg an, das ist bei den Mooren des Hügellandes verhältnismäßig spät. Er kann immerhin etwas früher datiert werden, da es längere Zeit gebraucht haben wird, ehe sich die Ausbreitung der anspruchsvolleren Gehölze in den Diagrammen bemerkbar macht. Er führt dann rasch, wie nun wieder die Moore hoher Lagen besser anzeigen, zu einer Erhöhung der Temperatur über das heutige Maß hinaus, zu einer postglazialen Wärmezeit. Damit ist wenigstens einem Teil des Postulates Bestätigung gegeben. Diese postglaziale Wärmezeit, wärmer als heute, die nun für Böhmen wohl endgültig bestätigt ist, wurde schon von Sittenský und Schreiber erschlossen. Wettstein fand gleichfalls Anzeichen dafür in der ehemals größeren Verbreitung von *Trapa natans* in Böhmen, die fossil sehr reichlich in den Ablagerungen des Kummerner Sees bei Brüx zu finden ist, während sie heute nur wenige Reliktstandorte in Süd- und Ostböhmen hat. Eine pollenanalytische Untersuchung dieser Ablagerungen ist bereits in Angriff genommen. Für Nordeuropa ist diese Wärmezeit seit langem sicher gestellt und wir werden über die Datierung und den zeitlichen Vergleich mit der unsern noch später zu referieren haben. Für Deutschland lagen bei der Stockholmer Diskussion noch verhältnismäßig wenig Angaben darüber vor. Immerhin fehlt es auch hier nicht an Anzeichen, die z. B. bei Hoops und Hausrath übersichtlich zusammengestellt sind. Ich verweise nur auf die schon 1743 gemachten Funde von Haselnüssen, Eichenstöcken, Kiefern im Harz in 1044 m Höhe, hoch über ihrer heutigen Verbreitungsgrenze. Im Schwarzwald fand P. Stark *Phragmites* fossil in hohen Lagen, wo es heute nicht mehr vorkommt, auffällig hohe Lindenpollenprozentage. Er schreibt diesen Feststellungen freilich selbst keine Beweiskraft für ein Klimaoptimum zu, was für den Schwarzwald vielleicht zutreffen mag. Die ehemalige größere Verbreitung von *Trapa natans* in Deutschland wird von Wahnschaffe als Zeuge geführt. Vielleicht gehören auch die fossilen Funde von *Acer tataricum* bei Ingramsdorf in Schlesien (B. Hartmann, Pax) hierher, wenn diese Ablagerungen nicht zur Gänze interglazial sind. Wir konnten von dieser Arbeit bisher leider nur aus dem Referate von Pax Kenntnis nehmen.

Es wird nach alledem immer wahrscheinlicher, daß auch die postglaziale Wärmezeit ein einheitliches Phänomen darstellt, dessen Wirkung sich auf ganz Nord- und Mitteleuropa erstreckte.

Eine andere Frage ist nun die, ob diese Wärmezeit auch gleichzeitig eine Trockenzeit war, also eine xerotherme Periode. Abgesehen vom Grenzhorizont, der aber schon in die vorgeschrittene Wald- und Kulturzeit (Bronzezeit) fällt und daher mit Gradmanns vorneolithischer Steppenzeit nichts zu tun haben kann, fanden wir keinen unverkennbaren Beweis für eine ausgeprägte Trockenzeit in den Mooren.

Im Breiten Moos bildete sich allerdings gerade beim Beginn der Wärmezeit, beim ersten Haselanstieg der ältere Waldtorf in Profil I und unter diesem konnte sogar eine Brandschicht festgestellt werden. Er kann aber ebenso gut seiner Lage nach ein natürliches Sukzessionsglied sein, ein Zwischenmoorwald, und dafür spricht gerade hier mit großer Deutlichkeit, daß wir dieselbe Sukzession Riedtorf, älterer Waldtorf, älterer Moostorf in andern Profilen desselben Moores und im Mirochauer Moor zu ganz anderer Zeit wiederfanden (s. S. 104, Fußnote). Er kann also in keiner Weise als beweiskräftig angesehen werden.

Im Erzgebirge deutet der Beginn der Wärmezeit in der Haselzeit eher auf zunehmende als abnehmende Vernässung (S. 101). Dann folgen allerdings eine oder mehrere Perioden, für die wir die Möglichkeit offen gelassen haben, daß damals das Klima etwas trockener war als vorher und nachher. Ihre Wirkung erwies sich aber als wenig durchgreifend in den Mooren. Große Moore, bereits im Hochmoorstadium, wie die Reißzeche, bleiben gänzlich ungestört, und hier entwickeln sich gerade in dieser Zeit ausgedehnte Scheuchzerieten. In diese Zeit fällt auch die Hauptverbreitung der Fichte und die Einwanderung der Buche. Das spricht alles nicht für einen sehr ausgeprägten Steppenklimateilnehmer der Wärmezeit in irgend einem früheren Abschnitt derselben.

Aber es ist fraglich, wie schon mehrfach gegen die Hypothese vorgebracht wurde, ob es überhaupt notwendig ist, eine solche Trockenperiode von mehr weniger ausgeprägtem Steppenklimateilnehmer während der Wärmezeit vorauszusetzen. Das Postulat wurde auch für Böhmen aufgestellt, um die Einwanderung der Steppenpflanzenvereine über die heute bewaldeten Wasserscheiden der Randgebirge hinweg nach Innerböhmen zu erklären und um die Ansiedlung der Neolithiker über die heutigen Steppenpflanzeninseln hinaus ohne die unwahrscheinliche Rodung verständlich zu machen. All dieses setzt nur eine geringere ehemalige Ausbreitung des Waldes voraus — das notwendige wärmere Klima für die Zuwanderung der thermophilen Pflanzen war gegeben —. Diese kann aber vom Klima auch unabhängig in der historischen Entwicklung der Pflanzensukzessionen gegeben gewesen sein, wie schon die Ausführungen von Weber nahelegten, da der Wald auch bei günstigem Klima geraume Zeit gebraucht haben wird, ehe er die ganze ihm zukommende Fläche besetzte und die Gras-

fluren, die wir als erstes Sukzessionsglied nach der Eiszeit annehmen können, verdrängte. Hausrath verweist (2, S. 15) auf Nordamerika, wo die Wälder die künstlich ausgedehnte Prärie nicht wieder zu erobern vermögen. Die Ausbreitung des Waldes kann in den feuchteren Lagen rascher vor sich gegangen sein als in trockneren. So werden in den heutigen Steppengebieten des Landes am längsten größere Waldlücken bestanden haben. Solche Waldlücken kann es aber auch in den niederen Senken der Randgebirge noch längere Zeit gegeben haben, die den thermophilen Elementen die Einwanderung aus den Nachbarländern gestatteten, ohne Durchquerung oder Überspringung eines Waldgürtels. So wurde von Hassinger das Bestehen einer solchen Waldlücke in der Senke zwischen dem böhmisch-mährischen Hügelland und den Sudeten, dem oberen Zwittawatal und der Boskowitz Furche während des Neolithikums aus der Besiedlungsgeschichte erschlossen, deren Bestehen er selbst allerdings im Anschluß an Gradmann aus einem trockneren Klima erklärt. Sie konnte die wahrscheinlichste Wanderstraße für Steppenpflanzen aus Mähren nach Böhmen bilden. Die Wärmezeit begann sehr früh und reichte sehr wahrscheinlich über das Neolithikum zurück (siehe unten), so daß auch diese Pflanzenwanderungen in einen frühen Abschnitt des Postglazials verlegt werden können, wo die Waldausbreitung noch nicht vollendet war. Das kann auch die Zeit der südlicheren Steppentiere gewesen sein, deren Reste ja auch in Böhmen so reichlich gefunden wurden (Zuslawitz). Freilich sind das auch nur Vermutungen. Die weiteren Untersuchungen, insonderheit der Moore tiefer Lage und anderer Ablagerungen, sollen hier noch größere Klarheit bringen.

Auffällig ist es, daß in der Waldentwicklung, anscheinend allgemein von Böhmen bis gegen den Norden, zuerst die Bäume von größerer östlicher Verbreitung erscheinen, die am weitesten an die Steppengebiete Osteuropas heranrücken, Hasel, Eiche, Linde und bei uns auch die Fichte, und viel später erst die von mehr westeuropäischer Verbreitung, Buche, Tanne, Hainbuche. Daraus zu schließen, daß die ganze erste Hälfte der Moorbildungszeit bis zur Einwanderung und Ausbreitung dieser westlichen Elemente mehr kontinentalen Charakter hatte, als die folgende, stünde mit der Tatsache der Moorbildung in dieser Zeit selbst und mit den Verhältnissen in der nachfolgenden Grenzhorizontzeit in keinem guten Einklang. Wahrscheinlicher ist es, vorläufig anzunehmen, daß das Refugium der mehr kontinentalen Gehölze näher lag, als das der atlantischen, was nur wieder für den kontinentalen Charakter der Eiszeit selbst spricht. Gegen eine rein sukzessionsbiologische Erklärung (Licht —→ Schattenarten) spricht die lange Dauer der Perioden, die man nicht mit der Entwicklung eines Holzschlages vergleichen kann.

Wir haben dann aber eine ausgeprägte Trockenzeit im Grenzhorizont als wahrscheinlich erkannt, die die Entwicklung aller Moore beeinflußt hat. Daß sie gleichaltrig ist mit der Grenzhorizontzeit Norddeutschlands und des Nordens, ist sehr wahr-

scheinlich und wird auch noch aus dem folgenden Vergleich der Einwanderungsfolgen hervorgehen. Danach fiel sie in die Bronzezeit. Sie hat sich weit verbreitet in Europa geltend gemacht, wie die weite Verbreitung des Grenzhorizontes und seiner Äquivalente beweist. Neuerdings hat G a m s mitgeteilt, daß diese Trockenzeit auch im Alpengebiet allgemein nachweisbar ist durch Grenzhorizonte in den Mooren, Verwitterungsschichten in den Tuffen, Senkung von Seespiegeln usw. In vielen Fällen konnte die Gleichaltrigkeit dieser Erscheinungen untereinander und mit den Grenzhorizonten Norddeutschlands und der subborealen Periode des Nordens archäologisch festgestellt werden. Diese Zeitbestimmung führte gleichfalls auf die Bronzezeit (Ende des Neolithikums bis Hallstattzeit). Wir konnten aber bisher nur feststellen, daß sie relativ trockener war, als die vorangegangene und nachfolgende Periode. Daß sie auch trockener war als heute, ist für unser Gebiet nicht eindeutig erweisbar (S. 100). Ihr Einfluß auf die Waldentwicklung auf dem Erzgebirgskamm und auch im südböhmischen Hügelland hat sich als gering erwiesen, da gerade in diese Zeit die erste maximale Ausbreitung der atlantischen Tanne fällt. In Nordböhmen dagegen könnte die erneute stärkere Ausbreitung der Kiefer auf Kosten der Buche, Tanne und Fichte für eine größere Wirkung sprechen. Es erscheint doch recht unwahrscheinlich, in diese späte Zeit erst die „Steppenzeit“ zu verlegen und eine bedeutende Einschränkung der Wälder und Einwanderung der Steppenflora anzunehmen. Auch W e b e r schreibt ihr keine solche Bedeutung zu. An eine Verkleinerung der Waldinseln im Innern Böhmens und Ausdehnung der Steppenbezirke kann immerhin gedacht werden.

Dafür, daß in dieser Zeit noch eine höhere Temperatur herrschte, fanden wir keinen sichern Beleg (S. 115), es ist aber auch nicht auszuschließen.

Dann folgt die niederschlagsreichere Zeit des jüngeren Moostorfes. Auch für diese „subatlantische Klimaverschlechterung“ finden sich durch ganz Mittel- und Nordeuropa Belege, wie die weite Verbreitung der jüngeren Moostorfbildung. Nach S e r n a n d e r u. a. war das Feuchterwerden des Klimas auch mit einer Temperaturerniedrigung verbunden. Wir fanden keine Anhaltspunkte für eine Abschätzung. Es ist möglich, daß gerade hier das Ende der Wärmezeit liegt. Wenigstens verschwindet mit dem Grenzhorizont der letzte Zeuge wärmeren Klimas (*Phragmites*) aus den Erzgebirgsmooren (S. 115). Eine Erniedrigung der Temperatur wesentlich unter das heutige Maß ist unwahrscheinlich (S. 117). Für diesen Klimawechsel liegen aus den Sudetenländern auch archäologische Zeugnisse vor. In einer interessanten, nach dem bewährten Vorbild G r a d m a n n s durchgeführten siedlungsgeschichtlichen Arbeit über das Gebiet der „mährischen Pforte“ (der Odersenke zwischen Sudeten und Beskiden) und ihre Nachbargebiete konnte H a s s i n g e r nachweisen, daß die Siedlungsfläche zwischen den großen Urwaldgebieten am Ende des Neolithikums und in der Bronzezeit das

Maximum ihrer Ausdehnung in vorgeschichtlicher Zeit erreichte, daß aber dann beim Übergang von der Bronzezeit in die frühslawische Zeit wieder ein Vorstoß des Waldes erfolgt sein muß, der nach seiner Meinung der Ausdruck eines verschärften mitteleuropäischen Waldklimas gewesen sein muß. Die mährische Pforte wie auch die Übergänge aus dem Olmützer Becken und dem Zwitawatal nach Böhmen, die während der jüngeren Steinzeit und der Bronzezeit offene und teilweise besiedelte Durchgangswege waren, wurden in dieser Zeit zu waldbedeckten Einöden, die erst wieder in der mittelalterlichen Kolonisationszeit durch Rodung geöffnet wurden. Ähnliche Feststellungen, daß in der Eisenzeit eine Einschränkung des Besiedlungsraumes der vorangegangenen Steinzeit und Bronzezeit erfolgte, die durch Ausdehnung des Waldes erklärt wird, wurden auch in andern Ländern gemacht, so in Schlesien und Holstein (siehe T o d e). Dieser Waldvorstoß würde nach der Datierung des Grenzhorizontes der jüngeren Moostorfzeit entsprechen.

Die heutige neuerliche Bewaldung und Verheidung der Moore dürfte natürlich bedingt sein (siehe S. 103). Ob durch eine gegenwärtige trockenere Klimaperiode oder nur durch den Alterszustand der Moore, kann in einem Gebiete allein nicht entschieden werden.

Wir kommen in Zusammenfassung unseres Vergleiches zu dem Ergebnis, daß die bisher ermittelten Tatsachen in Böhmen am besten und widerspruchslos mit den von C. A. W e b e r entwickelten Vorstellungen in Einklang stehen. Wir haben nur noch die neuerliche Feststellung der Wärmezeit hinzuzufügen, die sich naturgemäß in Mooren des Flachlandes Mitteleuropas nicht so leicht zu erkennen gibt.

Der wahrscheinliche Entwicklungsgang von Klima und Vegetation in Böhmen wäre zusammenfassend: die letzte Eiszeit, kalt und trocken, hat auch die Vegetation Böhmens tiefgreifend beeinflußt. Buche, Tanne und Hainbuche (*Carpinus*) sind ganz aus dem Lande verschwunden. Fichte, Eiche, Linde, Ulme, Hasel wahrscheinlich gleichfalls, oder sind doch in ihrer Verbreitung bedeutend eingeschränkt. Die Gehölzbestände der Eiszeit oder auch erst der nachmaximalen Eiszeit werden überwiegend von Kiefer, Birke und Weide gebildet. Welche Ausdehnung sie hatten, wissen wir noch nicht. Wir werden aber ohne Widerspruch mit den Tatsachen mit W e b e r annehmen dürfen, daß auch hier zuerst subarktische Steppe und dann in der Übergangszeit temperierte Grasfluren vorherrschten, die erst allmählich vom Walde verdrängt werden. Im Walde ergab sich in den Untersuchungsgebieten die Vorherrschaftsfolge Kiefer, dann ausgedehnte Haselbestände neben der Kiefer im Erzgebirge, dann Fichte und Eichenmischwald, dann Fichte und Buche, Buche und Tanne, in Nordböhmen auf Sandstein statt derer wieder die Kiefer. Diese Entwicklung des Waldes vollzieht sich bei rasch steigender Temperatur, die zu einer Wärmezeit führt, entsprechend der postglazialen Wärmezeit des Nordens. Eine deutlichere Trockenzeit

wird erst bei Beginn der Buchen-Tannenzeit ersichtlich. Sie entspricht der Grenzhorizontzeit Deutschlands, der subborealen Zeit des Nordens — Bronzezeit. Sie hat aber auf die Waldentwicklung in den Randgebirgen keinen merklichen Einfluß gehabt. Als ausgeprägte Steppenzeit kann sie nicht angesprochen werden. Geringere Schwankungen zwischen trockneren und feuchteren Perioden kann es auch schon früher gegeben haben, doch ist ein ausgesprochenes Steppenklima auch für keinen älteren Abschnitt des Postglazials erweisbar.

Es erübrigt nun noch, die Einwanderungs- und Vorherrschaftsfolge sowie die Einwanderungszeiten der Waldbäume mit andern Ländern zu vergleichen. Den Vergleich ins einzelne durchzuführen, wäre heute noch vorzeitig, da uns mangels archäologischer Funde in unsern Mooren außer dem Grenzhorizont noch kein anderer Fixpunkt für den Vergleich zur Verfügung steht. Pollendiagramme aus den Nachbarländern, die Altersvergleiche ermöglichen könnten, liegen noch nicht vor. Die zahlreichen Pollendiagramme aus Schweden und Dänemark laden allerdings schon zu näherem Vergleich ein, aber der Abstand der Gebiete ist noch zu groß, um sichere Konnektionen vorzunehmen. Es wäre sehr wünschenswert, daß die Lücken bald ausgefüllt würden. Ein Netz von Pollendiagrammen über ganz Mitteleuropa ausgespannt, würde, schrittweise, sichere Vergleiche schließlich auch mit den entferntesten Gebieten ermöglichen. Dann würde es auch möglich sein, die gebietsweisen Unterschiede der postglazialen Wald- und Klimaentwicklung ins einzelne zu verfolgen, die heute nur in dunklen Umrissen erkennbar werden. Wir haben diese Arbeit zunächst für unser Land selbst noch zu leisten.

Es kann sich also vorläufig nur um einen ganz oberflächlichen und skizzenhaften Vergleich als Arbeitshypothese handeln. Zunächst die Einwanderungs- und Vorherrschaftsfolge in Mittel- und Norddeutschland. In Borna-Lobstedt, im nördlichen Vorlande des Erzgebirges, wurden von H. Weber festgestellt: Eine baumlose Tundra, eine Birken-, eine Kiefern-Birkenzeit, in dieser Einwanderung von Fichte, Eiche und Erle, und schließlich Vorherrschaft der Eiche. Dann folgt die fossilleere Schichtenserie, für deren Bildungszeit Weber im Vergleich mit den norddeutschen Mooren eine Buchenzeit annimmt. Demgegenüber sind in Böhmen die baumlose Tundra und die Birkenzeit noch nicht nachgewiesen. Wie eben ausgeführt, bleibt es fraglich, ob eine solche für Böhmen anzunehmen ist. Die weitere Einwanderungsfolge ist im wesentlichen dieselbe wie bei uns, aber der Vorherrschaft der Eiche in Lobstedt entspricht in der Reihenfolge unsere Fichtenzeit. Die Fichte ist dort nur vorübergehend aufgetreten, aber bald wieder verschwunden und nach H. Weber überhaupt nicht mehr im Postglazial dort erschienen. In der Tat liegt Lobstedt nach den Verbreitungsangaben von R. Beck heute bereits außerhalb der lokalen Nordgrenze der Fichte in Sachsen.

In Norddeutschland werden bekanntlich folgende Perioden: Dryaszeit, Birken-Kiefernzeit, Eichenzeit, Buchenzeit unter-

schieden, dieselben wie in Nordeuropa. Auch hier muß der Eichenzeit unsere Fichtenzeit entsprechen. Die Fichte erscheint an der Nordküste Deutschlands erst knapp unter dem Grenzhorizont, in Hannover (Gifthorner Moor) in der untern Hälfte des älteren Sphagnumtorfes, also sicher später als bei uns. C. A. Weber hat in einer Anmerkung zur Arbeit seines Sohnes (S. 255) bereits eine Erklärung für das späte Auftreten in Norddeutschland gegeben. Die Fichte soll danach von Südosten nach Deutschland eingewandert sein. Als feuchtigkeitsbedürftiger Baum ist sie hierher aber nicht auf geradem Wege wie die Eiche gelangt, sondern auf dem Umwege über die Gebirge, Erzgebirge, Thüringer Wald, Harz usw. Ihre Wanderungsgeschwindigkeit ist dadurch gegenüber der Eiche verzögert worden.

Es treten übrigens auch bei uns in der ersten Hälfte der Fichtenzeit maximale Eichenmischwaldprocente auf, und wir erwähnten schon, daß die Fichte sicher die Vorherrschaft nicht in dem hohen Maße innegehabt hat, wie die Diagramme anzeigen, weil sie überrepräsentiert ist (S. 108). In den Diagrammabschnitten der schwedischen Eichenmischwaldzeit wird übrigens auch die Kurve des Eichenmischwaldes von der Birken- und Kiefernkurve überlagert. Sie erreicht im Durchschnittsdiagramm von Post auch nur 20 %, also nicht viel mehr als bei uns, in den Einzeldiagrammen allerdings bis 50 %. Es ist auch ohne weiteres verständlich, daß die Eiche dort größere Verbreitung gewinnen konnte, wo die Konkurrenz der Fichte noch fehlte. Überraschend war es, daß auch in den tieferen Lagen Böhmens bisher keine höheren Procente der Gehölze des heutigen warmen Hügellandes gefunden wurden, eher niedrigere als im Erzgebirge. Auch hier kann die Konkurrenz der Fichte zur Erklärung der bisherigen Fälle mit herangezogen werden. Für Nordböhmen käme auch noch die Nährstoffarmut des Sandsteinbodens als Erklärungsgrund in Betracht. Eine andere Denkmöglichkeit wurde S. 125 erörtert, daß Waldarmut der nächsten Umgebung dem Nadelholzpollen einen Vorsprung gegeben haben könne, aber als unwahrscheinlich für die Untersuchungsgebiete zurückgewiesen. Die Scheidung in Laub- und Nadelholzgebiete in Mitteleuropa, wie sie z. B. Hausrath (2) in einer Karte für die Zeit um 1300 einzeichnet, bestand wahrscheinlich schon in viel früherer Zeit. In dieser Karte wird Böhmen auch noch von einem Nadelholzgebiet umrahmt, das noch auf das Vorland der Gebirge übergreift. Diese Scheidung der Gebiete fände in der früheren Einwanderung der Fichte und Tanne und den dadurch geänderten Konkurrenzverhältnissen zum Teil seine historische Erklärung.

Die frühere Vorherrschaft der Fichte und später auch der Tanne, die das norddeutsche Flachland überhaupt nie erreichte, bildet also den einzigen wesentlichen Unterschied gegenüber Mittel- und Norddeutschland. Dasselbe gilt auch für Nordeuropa. Der ehemaligen starken Ausbreitung der Hasel in unsern Gebirgen stehen noch keine entsprechenden Angaben aus Norddeutschland gegenüber, vielleicht aber nur, weil noch keine umfassenden

quantitativen Pollenanalysen von dort vorliegen, denn in Nord-europa ist sie auch bereits erwiesen. Aber auch im Harz ging sie ehemals über ihre heutige Höhengrenze weit hinaus.

Mit dieser sonstigen Übereinstimmung in der Einwanderungs- und Vorherrschaftsfolge ist freilich noch nichts über die Gleichzeitigkeit der entsprechenden Waldperioden gesagt. H. Weber hat in seiner Arbeit einen solchen zeitlichen Vergleich der Ausbreitung der Waldbäume über Deutschland bis Nordschweden versucht, die Angaben der Literatur und auch zahlreiche neue Feststellungen seines Vaters verwertend. Er geht in seinem Vergleich in erster Linie von der Stratigraphie der Moore aus, in dem er den Grenzhorizont, wo er nach kritischer Beurteilung als solcher erkennbar ist, wegen seiner klimatischen Bedingtheit als gleichaltrig annimmt. Er entspricht nach jetziger allgemeinerer Annahme der trockneren subborealen Zeit des Nordens, der jüngere Sphagnumtorf dann der subatlantischen, der ältere als letztes Glied der atlantischen feuchteren Klimaperiode Sernanders. Nach Sernander wird dann auch wieder der häufige ältere Waldtorf unter dem älteren Sphagnumtorf einer trockneren borealen Zeit zugeschrieben (so auch Schreiber). Weber stellt es aber auch als fraglich hin, ob er als klimatische Bildung aufgefaßt werden muß. Er könne ebensogut noch zur atlantischen Zeit gehören, so daß ein sicher gleichaltriger stratigraphischer Horizont zur weiteren Abgrenzung der Perioden fehlt. Er bezeichnet daher nur im geologischen, nicht klimatischen Sinne als boreal das Zeitalter, in dem sich der Übergang vom glazialen Zeitalter zum atlantischen vollendete. Dem Boreal gehören dann also tiefere Schichten der norddeutschen Profile an. Die vorangehende Periode ist dann die Landeiszeit, die wieder in einen nachmaximalen, maximalen und vormaximalen Abschnitt eingeteilt wird. Je nachdem nun, ob die Reste einer Baumart oberhalb oder unterhalb des Grenzhorizontes, in tieferen oder höheren Lagen im älteren oder jüngeren Sphagnumtorf erscheinen, wird das Früher oder Später im ersten Auftreten zeitlich bestimmt. Dieser stratigraphische Vergleich wird dann noch weitgehend durch prähistorische Daten und andere geologische Ereignisse (Schwankungen des Ostseespiegels) ergänzt und gestützt. Er kommt dadurch zu dem Einwanderungsschema der Waldbäume für das Gebiet von Mitteldeutschland bis Nordschweden, das umstehend mit einigen kleinen, besonders bezeichneten Abänderungen und Ergänzung durch die Kolonnen für Südböhmen und das Erzgebirge wiedergegeben ist.

Ein Vergleich dieses Schemas mit einer chronologischen Tabelle von Jessen für Dänemark und mit den chronologischen Angaben von Post und Erdtman zeigt, daß das Schema in großen Zügen auch für Nordeuropa zutreffend ist. Nur wären nach den neueren pollenanalytischen Untersuchungen, welche die ungefähre Lage der empirischen Pollengrenzen in den nordischen Diagrammen andeuten, die Einwanderungszeiten der Arten etwas tiefer anzusetzen, was von mir durch die

gestrichelten Linien angedeutet wurde. Auf diesen Unterschied wird in Webers Arbeit selbst schon hingewiesen. Das Schema bringt nicht so sehr die allererste Einwanderung als wie die beginnende Ausbreitung zum Ausdruck.

Eine größere Unstimmigkeit scheint mir aber in der Einzeichnung der Landeiskurve im Verhältnis zum Yoldiamaximum vorzuliegen. Nach der Chronologie von Munthe in Jessens Schema umfaßt die finiglaziale Zeit, das ist die Zeit, in der sich das Landeis von Mittelschweden bis zur Zweiteilung an der Eisscheide zurückzog (nach dem Referat von Credner), noch die ganze Yoldiazeit und reicht bis in die Ancyluszeit. Süd-

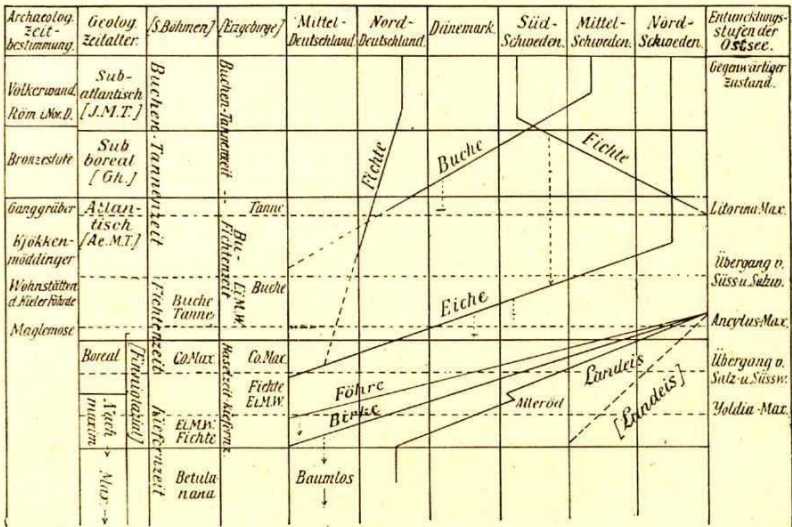


Fig. 6. Schema der Ausbreitung der Waldbäume nach H. Weber.

Eigene Ergänzungen in [] oder punktiert. Eingeschoben die Kolonnen Südböhmen und Erzgebirge. J.M.T. = Jüngerer Moostorf, Gh. = Grenzhorizont, Ae.M.T. = Älterer Moostorf, Ei. M. W. = Eichenmischwald, Co. Max. = Corylusmaximum.

schweden war also zur Zeit des Yoldiamaximums bereits eisfrei. Dasselbe zeigt auch die von G. Andersson in seinem Wiener Vortrag wiedergegebene Karte De Geers von Skandinavien während des höchsten Standes des spätglazialen Meeres. Auch hier ist die Eisgrenze beim Yoldiamaximum bereits in der Höhe von Stockholm eingezeichnet, während nach Webers Kurve Südschweden in dieser Zeit noch eisbedeckt anzunehmen wäre. Die Lage des Yoldiamaximums im Schema steht in gutem Einklang mit den andern Chronologien. Ich habe daher die Landeiskurve in das Schema gestrichelt etwas abgeändert, neu eingezeichnet neben Webers Kurve. Entsprechend dieser Abänderung wäre dann auch der nachmaximale usw. Abschnitt Webers und die zugehörigen Vegetationsperioden Mitteldeutschlands viel

tiefer anzusetzen, was gleichfalls durch Pfeile angedeutet wurde. Der boreale Abschnitt wäre nach unten auszudehnen. Ich habe daneben den Ausdruck „finiglazial“ nach Muntze-Jessens Chronologie eingesetzt. Die boreale Zeit der nordischen Autoren reicht nach Jessens Tabelle und nach den Diagrammen von Post und Erdtman noch über das Ancyclusmaximum hinaus. Nach Webers Definition ist sie aber eben nur eine relative Übergangszeit, die für verschiedene Länder verschiedene Ausdehnung haben kann, da ein einheitlicher klimatischer Charakter derselben noch nicht sichergestellt ist.

Ich habe nun den Versuch gemacht, in dieses etwas abgeänderte Schema Webers unsere böhmischen Waldperioden einzureihen. Als Fixpunkt für den Vergleich nahm auch ich den Grenzhorizont an, der also der subborealen Zeit entspricht, unser jüngerer Moostorf dann der subatlantischen, die unmittelbar unter dem Grenzhorizont liegenden Schichten der atlantischen Zeit, die auch wir als relativ feuchter erschlossen. Nach unten hin wird dann der Vergleich immer unsicherer. Als Grenze zwischen atlantischer und borealer Zeit nahm ich willkürlich den Beginn der Fichtenzeit an (Schnittpunkt Fichten-Kiefernkurve), da in diesem Horizont wenigstens in vielen Profilen (siehe das Schema S. 97) auch gerade der Übergang vom Flachmoor- in den Hochmoortorf und mehrfach ältere Waldtorfe fallen, er also stratigraphisch der ungefähren boreal-atlantischen Grenzschichte Webers im norddeutschen Normalprofil am besten entspricht. Die Gleichaltrigkeit ist hier natürlich sehr unsicher und stellt nur eine versuchsweise Annahme dar. Jedenfalls können wir annehmen, daß die unteren Schichten des Durchschnittsdiagrammes vom Erzgebirge der borealen Zeit Webers entsprechen. In den Kolonnen bezeichnen dann die Namen der Baumarten die ungefähre Lage der rationellen Pollengrenzen (Beginn der Ausbreitung) des Durchschnittsdiagrammes im Verhältnis zu diesen Leithorizonten.

Die Ausbreitung der Tanne beginnt im Erzgebirge unmittelbar mit dem Grenzhorizont. Wir haben ja die Grenzhorizontzeit pollenanalytisch mit dem Tannenanstieg nach unten abgegrenzt. Sie fehlt in Norddeutschland.

Die Buche erscheint knapp vor der Mitte der atlantischen Zeit in der obigen Abgrenzung, jedenfalls weit unter dem Grenzhorizont, während sie in Norddeutschland (Nusse, Essinger Moor usw., siehe Weber) erst knapp unter dem Grenzhorizont auftritt.

Die Fichte beginnt schon in den unteren Schichten ihre Ausbreitung, in Norddeutschland (Gifthorner Moor in Hannover) erst in der unteren Hälfte des älteren Sphagnumtorfes, im Augstumalmoor erst kurz vor dem Litorinamaximum.

Die Eiche erscheint, bei uns gleichzeitig mit der Fichte, beiderseits schon in den unteren borealen Schichten.

Kiefer und Birke sind bei uns von Anfang an schon da. Über ihr Alter im Gebiet konnte nichts ausgesagt werden.

Der Vergleich auf stratigraphischer Grundlage mit Norddeutschland — mit Mitteldeutschland (Lobstedt) ist ein solcher Vergleich wegen Verschiedenheit der Ablagerungen nicht durchzuführen — ergibt also die frühere Einwanderung der Buche und der Fichte, ungefähr in dem eingezeichneten Verhältnis. Das entspricht aber ganz der Wahrscheinlichkeit, wenn wir eine Ausbreitung der Waldbäume in der Hauptsache von Süden nach Norden annehmen. Die Verlängerung der Kurven Webers nach unten hin führt zu den Einwanderungszeiten für Böhmen. Diese Übereinstimmung darf freilich noch nicht als ein Beweis für die Richtigkeit der Einstellung angesehen werden. Dazu ist die stratigraphische Vergleichsmethode doch viel zu unsicher. Das Haselmaximum fällt nach dieser Einstellung in die boreale Zeit Webers. Es gehört ja in der Tat den untern Schichten unserer Moore an und liegt weit vor dem Grenzhorizont, nahe dem allgemeinen Beginn der Moorbildung.

Die Eintragungen für Südböhmen sind viel unsicherer, da noch keine vollständigen Diagramme vorliegen und Konnektionen selbst mit dem Erzgebirge noch unsicher sind. Es wurde das Corylusmaximum in beiden Gebieten als gleichzeitig angenommen, wie schon S. 125 begründet wurde. Danach fallen Ausbreitung der Fichte und ebenso der Buche und Tanne hier noch früher, was gleichfalls wahrscheinlich ist.

Wir haben die Wahrscheinlichkeit unserer Einstellung nun noch an den Verhältnissen in Dänemark und Schweden zu überprüfen. Hier ist ein eingehenderer Vergleich möglich, da beiderseits Diagramme in größerer Zahl vorliegen. Ein etwas ausführlicheres Referat über einige wichtige neuere Arbeiten der nordischen Forscher dürfte gerechtfertigt sein, da die Arbeiten bei uns oft schwerer zugänglich und in den Landessprachen abgefaßt sind, dabei aber eine Fülle wertvoller Feststellungen und Anregungen enthalten.

Jessen hat vor kurzem eine Anzahl Moore im nordöstlichen Seeland nach allen modernen Methoden untersucht, darunter einige von historischer Bedeutung, wie jene, in denen Steenstrup zuerst die Waldperioden erschloß und das Maglemose, die Fundstelle einer der ältesten frühneolithischen Wohnstätten der „Mullerup-Kultur“. Fast alle von ihm untersuchten Moore umfassen auch die Allerödschwankung Dänemarks. Die archäologischen Funde gestatteten mehrfach sichere Altersbestimmungen.

Die Moore werden größtenteils unterlagert von einem Dryaston, auf dem dann eine Gyttja oder Mullschicht folgt mit Birken- und Kiefernresten, die Allerödschicht, dann wieder ein jüngerer Dryaston, dann folgen meist Verlandungsrien. Die untersten Schichten dieser lassen eine Kiefernzeit erkennen, die sich wieder in drei Abschnitte gliedern läßt. Zuerst herrschen Kiefer, Birke, daneben nur noch Weide. Im zweiten Abschnitt erscheint bereits die Hasel und erreicht schon hohe Prozente, im dritten Abschnitt be-

reits der Eichenmischwald. Diesem Abschnitt gehört die Mullerup-Kulturschichte an. Ein Pollenspektrum aus diesem Kulturlager — entsprechend dem Horizont Maglemose in Webers Schema — als Beispiel: *Salix* 1 %, *Betula* 32 %, *Alnus* 3 %, *Pinus* 52 %, *Ulmus* 10 %, *Tilia* 1 %, *Quercus* 1 %, *Corylus* 55 %. Dieses Pollenspektrum erinnert ganz an den ersten Teil unserer Haselzeit im Erzgebirge. Es entspricht aber wohl ganz der Wahrscheinlichkeit, wenn diese im Schema etwas früher angesetzt ist, da die Hasel in südlicherer Breite früher zur Ausbreitung gekommen sein wird. (Jessen charakterisiert das Mullerupspektrum durch die Proportion Eichenmischwaldpollen : Kiefernpollen 0,2 : 0,5. Diese Proportion berechnet er für alle Horizonte und konstruiert daraus Proportionskurven, die er dann für Synchronisierungen verwendet, ebenso die Proportion Buche : Eichenmischwald.) Die Kiefernzeit war die Haupteinwanderungszeit für Dänemark. Sie fällt in die Ancycluszeit (Landverbindung mit dem Festlande). Der Eichenmischwald gewinnt sehr rasch an Ausbreitung. Daneben noch Kiefer und Birke: die Eichenmischwaldzeit. Sie reicht bis in die subboreale Periode. Wie in Böhmen kommen auch hier zuerst Ulme und Linde und später erst die Eiche zum Maximum. Die Einwanderung der Buche erfolgt in der subborealen Periode, ihre Ausbreitung in der subatlantischen Zeit: Buchenzeit. Erstes Auftreten in der Ganggräberzeit. Der jüngere Dryaston über der Allerödschichte fällt nach Jessen bereits in die finiglaziale Zeit, sonst gute Übereinstimmung mit Webers Schema.

Das Pollendiagramm des Warmings' Moores sei als Beispiel kurz beschrieben. Ein Pollenspektrum der Allerödschichte aus dem Warmings-Moor zeigt *Betula* 72 %, *Pinus* 24 %, *Salix* 4 %, darüber folgt der pollenleere Dryaston, dann Detritusgyttja. In der untersten Schichte derselben nur Birke, Kiefer und Weide. 15 cm darüber bereits 42 % Hasel, 2 % *Ulmus* und sporadisch Eiche. Die Eichenmischwaldkurve steigt dann im Diagramm dieses Moores rasch bis auf 40 %. Ihre Gipfel wechseln mit denen der Hasel und Birke. Der Buchenanstieg beginnt knapp unter dem subatlantischen Kontakt. In der subatlantischen Zeit steigt dann die Buchenkurve hoch über alle andern Kurven und behält die Dominanz bis in die Gegenwart. Die Kurve der Kiefer ist bereits in der subatlantischen Zeit auf ein Minimum gesunken. Heute zeigt sie nur mehr Reliktorkommen in Dänemark. Fichte und Tanne erscheinen in den dänischen Diagrammen überhaupt nicht. Es werden nur von einigen Proben in den Zählprotokollen sporadische Fichtenkörner angegeben. Die Fichte hat hier dauernd gefehlt, ebenso natürlich die Tanne. Ferntransport aus Deutschland scheint danach keine große Rolle gespielt zu haben.

Es zeigt sich so eine deutliche regionale Verschiedenheit in den Diagrammen, die ganz den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Auch hier ist unsere Fichtenzeit durch die Eichenmischwaldzeit vertreten, die zeitlich größtenteils zusammenfallen.

Unsere Haselzeit entspräche der eigentlichen Birken-Kiefernzeit ohne südliche Gehölze in Dänemark, die aber dann dort sehr rasch nachfolgen.

Stratigraphisch konnte Jessen den subborealen Austrocknungshorizont in den meisten Mooren nachweisen und seine Gleichaltrigkeit pollenanalytisch durch seine Proportionskurven nachweisen. Oft ließ sich ein gleichzeitiges Sinken der Seespiegel erschließen. Dagegen hat er für einen klimatisch bedingten borealen Austrocknungshorizont keine sicheren Beweise gefunden, dasselbe Resultat, zu dem Weber und wir kamen. Eine postglaziale Wärmezeit ist hier gleichfalls sichergestellt. Sie beginnt etwa mit der Maglemose-Kultur (Ausbreitung der Hasel) und reicht bis zum Beginn der subatlantischen Zeit. Sie ist durch die rapide Ausbreitung der wärmeliebenden Gehölze und anderer Pflanzen, wie *Cladium*, *Trapa*, charakterisiert und auch faunistisch belegt.

Wir kommen nun in unserm Vergleich zu Schweden, dem klassischen Lande der Moorforschung und auch der pollenanalytischen Methode. Die Vegetationsgeschichte des Landes wurde bereits früher vor allem von Gunnar Andersson in großen Zügen und in viele Einzelheiten hinein entworfen. Danach hätten wir in Schweden zu unterscheiden: eine Dryas-, Birken-, Kiefer-, Eichen-, Buchenzeit. Einwanderung im allgemeinen von Süden her, nur die Fichte wäre von Osten gekommen und hätte sich in Schweden von Norden nach Süden ausgebreitet, was noch an ihrer heutigen Verbreitungsgrenze erkenntlich ist. An diesem bisher geläufigen Bilde der Vegetationsentwicklung Schwedens hat Post einige Veränderungen vorgenommen, die noch zu erwähnen sein werden. Hier wurde auch zum erstenmal das Klimaoptimum aus der Pflanzen- und Tierverbreitung nachgewiesen. Die Lage des Maximums der Temperaturerhöhung ist noch umstritten (nach Sernander subboreal, nach G. Andersson früher, atlantisch), auf jeden Fall kann man aber von einer längerwährenden Wärmezeit, wärmer als heute, sprechen. Nach v. Post (2, S. 232) reichte diese schwedische postarktische Wärmezeit von der finiglazialen Klimaverbesserung kurz vor dem Ankylusmaximum bis zur subatlantischen Klimaverschlechterung am Schlusse der Bronzezeit. Sie steht nach Post in Zusammenhang mit dem rapiden Rückgang des Eises in der finiglazialen Zeit von den mittelschwedisch-finschen Endmoränen, wo längerer Stillstand gewesen war, bis zur Zweiteilung an der Eisscheide in dem kurzen Zeitraum von 2000 Jahren. Von Sernander wird für Schweden eine boreale und eine subboreale Trockenzeit angenommen, von denen aber nur die letztere zu allgemeinerer Anerkennung kam. Die Gleichaltrigkeit des Kontaktes zwischen älteren und jüngeren Sphagnumtorf (Grenzhorizont) wurde auch hier von Post und Erdtman pollenanalytisch festgestellt. Für die Existenz einer besonderen spätquartären Trockenzeit (spätquartäre

Steppenzeit) ergab sich weder in den schwedischen noch in den dänischen Mooren ein Anhaltspunkt. Sie zeigen vielmehr einen allmählichen Übergang von glazialen Verhältnissen in die Wärmezeit (wie das Breite Moos in Böhmen).

Post (1) gibt uns ein Durchschnittsdiagramm von einer großen Reihe von Mooren, die längs einer von Süden nach Norden laufenden Linie von Schonen bis Närke, also von Süd- bis Mittelschweden verteilt sind. Das Durchschnittsdiagramm läßt eine reine Birken- und Kieferzeit nicht erkennen. Es erscheinen vielmehr bereits von Anfang an neben dominierender Birke und Kiefer niedere Prozente von Eichenmischwald und Erle und etwas höhere von Hasel. Eine Anzahl von Einzeldiagrammen, z. B. von Erdtman, läßt aber doch gleich wie in Dänemark deutlich einen präborealen Abschnitt ohne wärmeliebende Elemente hervortreten, in dem zuerst Birke, dann Kiefer dominieren, daneben nur Weide. Die Eichenmischwaldkurve steigt dann im Diagramm rasch an und erreicht ihr Maximum im oberen Drittel der präsubatlantischen Schichten. Sie bleibt meist von der Birken- und Kieferkurve überlagert, in den Einzeldiagrammen übergipfelt sie dieselben aber mehrfach. Ebenso verläuft im Durchschnitt die Haselkurve. Die hohen Prozente des Eichenmischwaldes und der Hasel charakterisieren die Eichenmischwaldzeit und zugleich die Wärmezeit, die den ganzen Zeitraum von Beginn der Moorbildungen bis zum subatlantischen Kontakt umfaßt. Mit Beginn der subatlantischen Zeit beginnt dann auch der rasche Anstieg der Buchen- und Fichtenkurve bei gleichzeitigem Sinken der Eichenmischwald- und Haselkurve. Je nach den Gebieten hat die Buche oder die Fichte die Oberhand in den Einzeldiagrammen. Die Birken- und Kieferkurve liegt aber immer obenauf. Besonders zum Schluß zeigt die Kieferkurve regelmäßig einen neuen starken Anstieg, ein Gegenstück zu dem Übergang von der Buchen-Tannenzeit in die kulturell bedingte rezente Fichtenzeit in unsern Diagrammen.

Post unterscheidet auf Grund dieses Durchschnittsdiagrammes für Schweden nur eine Eichenmischwald- und eine Buchen-Fichtenzeit nach der Dryaszeit. Die Tatsache, daß Pollen der wärmeliebenderen Gehölze Hasel, Linde, Ulme und Erle bereits in den ältesten Schichten vieler Moore gefunden wurden und daher auch im Durchschnittsdiagramm von Anfang an erscheinen, führte ihn zu dem Schlusse, daß es eine eigentliche Birken- oder Kieferzeit ohne südliche Elemente in Schweden überhaupt nicht gegeben habe, wenn auch Birke und Kiefer anfangs stark dominierten. Der glazialen Flora sei sofort eine Waldflora gefolgt, welche auch wärmeliebende Elemente enthielt. Diese merkwürdige pflanzengeographische Anomalie erkläre sich eben durch eine rasche Klimaverbesserung, die bereits von De Geer für die finiglaziale Zeit angenommen wurde und die er daher als die finiglaziale Klimaverbesserung bezeichnete. Deswegen bezeichnet er die Wärmezeit auch nicht als postglazial, sondern als post-

arktisch, weil sie noch in einer Zeit begann, wo der Rückzug des Eises in Schweden noch lange nicht vollendet war. Die untere Pollengrenze von Ulme, Linde, Hasel liegt noch vor dem *Ancylus*-maximum, die der Eiche kurz nach demselben. Diese gänzliche Streichung der reinen Birken-Kiefernzeit aus den Waldperioden Schwedens scheint allerdings noch sehr umstritten zu sein (Frage des Ferntransportes). Jedenfalls ist aber ein auffällig frühes Auftreten wärmeliebender Gehölze nach den glazialen Verhältnissen festzustellen, das auch für unsern Vergleich wichtig ist.

Innerhalb des Eichenmischwaldes ergab sich in der Einwanderung und Vorherrschaft die Reihenfolge: Ulme, Linde, Eiche, die dann wieder endgültig die Oberhand behält. Post gibt auch eine Erklärung für diese Reihenfolge, die wenigstens bezüglich der ersten Vorherrschaft mit unsern Verhältnissen übereinstimmt (S. 93, 106). Ulme, Linde und Erle erreichen heute in Rußland nach Köppen ihre Nordgrenze gemeinsam bei einer Augustisotherme von 14—15° C. Die Eiche bleibt weiter im Süden zurück bei einer solchen von 16° C. Sie ist also etwas wärmebedürftiger.

Buchen- und Fichtenpollen erscheint sporadisch in den Diagrammen schon sehr lange vor dem Anstieg ihrer Kurven. Besonders Fichtenpollen findet sich schon kurz nach Beginn der Eichenmischwaldzeit. Post ist auch hier nicht geneigt, diese weit zurückreichenden kontinuierlichen niedrigen Prozente auf Ferntransport zurückzuführen, sondern er nimmt mit ausführlicher Begründung eine sehr frühe Einwanderung der beiden in Schweden lange vor der Buchen-Fichtenzeit an. Die Fichte sei gleich der Buche entgegen den bisherigen Vorstellungen von Süden nach Schweden gekommen. Beide hätten lange Zeit ein sporadisches Dasein in Schweden geführt, zurückgehalten von der Konkurrenz des Eichenmischwaldes, bis ein ihnen zusagender Klimatyp eintrat, der durch die subatlantische Klimaverschlechterung gegeben gewesen sei. (Gegen die Einwanderung der Fichte von Süden scheinen allerdings die Befunde von Jessen zu sprechen, der nur selten sporadischen Fichtenpollen fand. Die Fichte hätte doch auf ihrem Einzugsweg von Süden her Seeland passieren müssen.) Daß sich die Buche hauptsächlich im Süden, die Fichte im Norden ausbreitete, so daß sich eine scheinbare Südgrenze der Fichtenwanderung ergibt, sei durch gewisse Klimaverschiedenheiten der Gebiete bestimmt. Nach dieser Vorstellung wäre also die Vorherrschaftsfolge Buche—Fichte nach Eichenmischwald nicht so sehr durch die Einwanderungszeiten bedingt als durch den Klimawechsel. Auf unsere Waldperioden ließe sich eine derartige Vorstellung kaum übertragen, da bei uns Fichte und Eichenmischwald gleichzeitig zum Maximum kommen, der Übergang von der Fichten- in die Buchen-Tannenzeit noch während der atlantischen Zeit einsetzt und sich ganz ungestört durch die relativ trocknere Grenzhorizontzeit in die subatlantische Zeit fortsetzt. Danach scheint hier die Einwanderungsfolge in

erster Linie maßgebend gewesen zu sein. Für die niedrigen Fichten-, Hasel- usw. Prozente, die sich im „Breiten Moos“ solange vor ihrem Anstieg zeigen, wurde die Möglichkeit sporadischen Vorkommens in der Nähe bereits offen gelassen. Hier wäre die klimatische Deutung der späten Ausbreitung möglich.

Eine besondere referierende Besprechung verdient dann noch das Verhalten der Hasel in Schweden. Sie zeigt hier große gebietsweise Verschiedenheiten im Grade ihres Auftretens. In den Mooren eines bestimmten Gebietes, das ungefähr mit dem heutigen, unter atlantischen Klimaeinfluß stehenden Buchengebiet Südschwedens zusammenfällt, erreicht *Corylus* ganz auffallend hohe Prozente in einer Zeit, die dem Übergang des Ancylussees in das Litorinameer entspricht. Post (2) bestimmt das Verhältnis Eichenmischwald + Erlenpollen: Haselpollen als *Corylus*-Index. Dieser *Corylus*-Index liegt im allgemeinen zwischen 0,5 und 1, in den Mooren der erwähnten Gegend aber zwischen 40 und 50 (in Sebastiansberg im *Corylus*-Maximum 5,3)! Er schließt daraus auf das Bestehen eigener Haselhaine, welche der Ausbreitung des Eichenmischwaldes vorausgingen, denn die Hasel hat in diesen Gebieten auch immer einen Vorsprung in ihrer Ausbreitung vor dem Eichenmischwald. Die Nordgrenze der Hasel fällt im kontinentalen Rußland mit der der Eiche zusammen, an der atlantischen norwegischen Küste aber gehen Hasel und Ulme um 7 Breitengrade über die Eiche nach Norden hinaus. Es scheint also ein maritimes Klima ihre größere Verbreitung zu begünstigen. Das erklärt auch das Zusammenfallen des Gebietes mit hohem *Corylus*-Index mit dem heutigen mehr atlantischen Buchengebiet Schwedens. Aus der früheren Verbreitung der Hasel und Ulme vor der Eiche, ferner aus dem früheren quantitativen Auftreten und der heutigen Verbreitung von *Cladium* (heutige Verbreitung maritim, Maximum des Auftretens boreal) und *Trapa* (mehr kontinental, Maximum subboreal) schließt er dann weiter, daß die erste Periode der Wärmezeit, der boreale Abschnitt, ein maritimes Klima hatte, und zwar mit milden niederschlagsreichen Wintern und trockneren Sommern, ähnlich dem mediterranen Klima. Die subboreale Zeit war kontinental. Die atlantische Zeit stellt dabei eine Übergangszeit dar mit der Tendenz zunehmender Trockenheit. Das ist eine Umkehr der Anschauungen Sernanders. Sernanders boreale Trockenhorizonte erklärt er mit lokaler Beeinflussung durch trocken-kalte Winde vom Eisrest her. Von einem besonderen Klimaoptimum innerhalb der Wärmezeit könne man daher nicht sprechen, höchstens von einem Temperaturmaximum. Daß die boreale Trockenzeit Sernanders so wenig allgemeine Anerkennung gefunden habe (Dänemark, Norddeutschland, siehe auch S. 100), erkläre sich gerade durch diesen maritimen Charakter der borealen Zeit, die nun lokal trockener war.

Diese Ausführungen sind sehr anregend auch für die Beurteilung unserer Verhältnisse. Es wäre zu erwägen, ob nicht auch

unser *Corylus*-Maximum durch einen solchen Klimatyp seine Erklärung fände, zumal wir für die erste Haselzeit eher zunehmende Vernässung der Moore feststellten. Daß am Gebirgskamm dieses Maximum schärfer ausgeprägt ist als im Hügelland, könnte auch mit dem feuchteren Lokalklima der Gebirgslage in Verbindung gebracht werden, allerdings haben wir hier auch die früher einsetzende Konkurrenz der Fichte zur Erklärung. Zu endgültigen Schlüssen können diese Anregungen jetzt freilich noch nicht ausgebaut werden.

Direkte Konnektionen zwischen den schwedischen Diagrammen und den unsern sind heute noch schwer durchführbar. Wollte man etwa pollenanalytisch das Haselmaximum in den beiden Durchschnittsdiagrammen als gleichaltrig ansehen, so käme man zu dem absurden Schluß, daß die wärmeliebenderen Elemente bei uns später eingezogen sind als im Norden. Das schwedische *Corylus*-Maximum zeigt übrigens verschiedene Lage in den Einzeldiagrammen, z. B. bei Erdtmann, ist also nicht durchwegs synchron. Das Haselmaximum kann daher auch nicht als bezeichnend für das Optimum der Wärmezeit angesehen werden. Es ist bei uns nur das sicherste Anzeichen derselben. Als Fixpunkt für einen direkten Vergleich der Diagramme kann vorläufig auch nur wieder der Grenzhorizont dienen. Im Vergleich zu diesem ergibt sich auch hier wieder klar, daß die Buche bei uns früher zur Vorherrschaft gekommen ist als in Schweden und noch viel früher die Fichte. Die Buche verdrängt bei uns bereits den Eichenmischwald zu einer Zeit, wo sie in Schweden höchstens vereinzelt vorkam. Unsere Fichtenzeit entspricht auch hier wieder der Eichenmischwaldzeit, kann aber auch noch über diese zurückreichen. Das steht wieder mit unsern bisherigen Vorstellungen von der Wanderung der Fichte in gutem Einklang.

Unser *Corylus*-Maximum und der Beginn der Wärmezeit würde nach dem Schema einer Zeit entsprechen, wo in Süd- oder wenigstens in Mittelschweden noch die Dryasflora herrschte und das Eis noch nicht lange seinen Rückzug aus dem Gebiete vollzogen hatte. Auch das ist durchaus nicht unwahrscheinlich und stimmt gut zu den eben referierten Schlüssen von Post, daß dort auf die arktische Flora sehr rasch auch wärmeliebende Elemente nachfolgten. Die Wärmezeit der finiglazialen Periode, die finiglaziale Klimaverbesserung, die den raschen Rückzug des Eises bewirkte, wird sich in unserer Vegetationsentwicklung in viel südlicherer Breite viel früher geltend gemacht haben als in Süd- und Mittelschweden, die noch unter dem Einfluß des schwindenden Eises standen. Die Moorbildung könnte im Erzgebirge etwa mit Beginn der finiglazialen Zeit eingesetzt haben. Das würde auch die kurze Dauer der reinen Kiefernzeit in diesem Gebiete, den raschen Anstieg der Haselkurve, das Fehlen nordischer Arten in diesen Mooren erklären, wenn wir den Beginn der Wärmezeit bis in den Beginn dieser Periode zurückdatieren.

In den Mooren des Hügellandes hat die Moorbildung viel früher begonnen. Sie könnte noch in die gotiglaziale Zeit zurückreichen, in der sich das Eis nach dem baltischen Vorstoß von Norddeutschland bis Mittelschweden zurückzog. Ganz entsprechend haben wir im Breiten Moos eine viel längere eigentliche Kiefernzeit vor dem Hasel- und Fichtenanstieg und in dieser *Betula nana* 400 m unter ihrer heutigen unteren Grenze. Wir fanden aber auch hier schon fast von Anfang an dauernd niedrige Prozente von Hasel, Fichte, Ulme, Erle. Diese Arten müssen also schon in einem frühen Abschnitt der nachmaximalen Zeit sozusagen vor den Toren von Böhmen gestanden haben, wenn sie nicht überhaupt hier auf wenigen Reliktstandorten die Eiszeit überdauert haben. Von Birke und Kiefer kann dies ohne weiteres angenommen werden.

Unsere versuchsweise Einstellung der böhmischen Waldperioden in Webers Schema erweist sich also im Vergleich mit den Ländern nördlich Böhmens als ganz der Wahrscheinlichkeit entsprechend und steht mit der Annahme einer Ausbreitung der Waldbäume von Süd nach Nord in gutem Einklang. Vielleicht könnten die Differenzen im ersten Auftreten der Hasel, Eichenmischwaldbildner und vielleicht auch der Buche noch zu gering erscheinen, um eine schrittweise Wanderung von Süden nach Norden anzunehmen. Es wäre auch noch die Vorstellung möglich, daß Hasel und Eichenmischwald in breiter Front von Osten her, etwa aus einem südrussischen Refugium, nach Deutschland einzogen, so daß sie verschiedene Breitengrade fast zu gleicher Zeit erreichten. Dem ganzen Gebiete ist das frühzeitige Auftreten dieser Elemente gemeinsam und gibt den Pollendiagrammen in ihren älteren Teilen ihre Verwandtschaft. Für die Buche könnte auch eine Einwanderung von Westen her längs der atlantischen Küste in Erwägung gezogen werden.

Der Grenzhorizont hat sich in unserm Vergleich als Fixpunkt gut bewährt und zu einem wahrscheinlichen Bild der Waldentwicklung von Böhmen bis Nordeuropa geführt. Das spricht nun wieder umgekehrt für die Gleichaltrigkeit des Grenzhorizontes und für die Richtigkeit dieser Voraussetzung. Ein pollenanalytischer Altersvergleich kann sich bisher nur auf diese Wahrscheinlichkeit stützen, denn übereinstimmende Pollenspektren sind natürlich bei den großen Entfernungen nicht zu erwarten und würden eher gegen die Gleichaltrigkeit sprechen. Wir müssen es als wahrscheinlich erwarten, daß Buche und Fichte bei uns viel tiefer unter dem Grenzhorizont erscheinen, und daß dies tatsächlich der Fall ist, spricht dafür, daß unsere Grenzhorizontzeit annähernd synchron ist mit der von Norddeutschland und der subborealen Periode des Nordens.

Aus dem übrigen Mitteldeutschland und aus Süddeutschland und den Alpenländern liegen bisher so wenig klare Daten vor, daß ein Vergleich der Waldentwicklung noch kaum durchführbar erscheint. Die wenigen bisherigen Angaben sind auch bei H. Weber

zusammengestellt, aber sie sind noch schwer unter einen Hut zu bringen. Nach Abschluß des Manuskriptes empfangen wir die neue Arbeit von G a m s und N o r d h a g e n über postglaziale Klimaänderungen in Mitteleuropa. Einzelne Bogen seines Manuskriptes hatte uns G a m s schon vorher freundlich zugeschickt. Einen eingehenderen Vergleich mit den Untersuchungsergebnissen der Verfasser müssen wir einer späteren Arbeit vorbehalten. Es dürfte auch nicht ohne Wert und Interesse sein, wenn gerade gänzlich unabhängig voneinander und unbeeinflußt gewonnene Untersuchungsergebnisse aus näher benachbarten Gebieten einander gegenüber treten. In den Hauptzügen der von den Verfassern entwickelten Klimageschichte ergibt sich auch hier wieder Übereinstimmung. Es wird auch von ihnen eine postglaziale Wärmezeit anerkannt, welche die boreale, atlantische und subboreale Zeit umfaßt. Das Optimum derselben wird mit S e r n a n d e r in die subboreale Zeit verlegt. Wir konnten die Lage des Temperaturmaximums nicht sicher ermitteln. Auszuschließen ist die Annahme auch für unser Gebiet nicht, doch liegen sicherere Beweise für die Wärmezeit bei uns nur aus der borealen und frühatlantischen Zeit (in obiger Umgrenzung S. 143) vor. Die Feststellung der allgemeinen Verbreitung der subborealen Austrocknungshorizonte in den Alpenländern wurde schon oben auf Grund der ersten Mitteilung von G a m s erwähnt. Sie konnten ihre Existenz auch für die Schweiz bestätigen, wo sie bisher bestritten waren. Die Verfasser nehmen auch für die boreale Zeit ein trockenes Klima an. Demgegenüber fanden wir keine unzweideutigen Zeugen für eine ausgeprägte ältere Trockenzeit, wenn auch geringere Schwankungen möglich sind. Die Parallele S c h r e i b e r s: älterer Moostorf = Gschnitzstadium, jüngerer Moostorf = Daunstadium wird neuerdings als möglich bezeichnet und in die Vergleichstabelle eingetragen. Danach fällt aber das Gschnitzstadium mitten in die auch von den Verfassern angenommene Wärmezeit, in die „feuchtwarme“ atlantische Periode, in der z. B. am Pilatus die Tannengrenze höher lag als heute (l. c. S. 120, 125). Danach müßte das Gschnitzstadium allerdings einen ganz andern Charakter gehabt haben, als ihm von P e n c k und B r ü c k n e r zugeschrieben wurde (siehe hierzu S. 117). Es müßte dann im Sinne der Monoglazialisten allein durch die vermehrten Niederschläge bei höherer oder gleich hoher Temperatur, wie heute, verursacht gewesen sein.

Ein eingehenderer Vergleich der Waldentwicklung ist auch auf Grund dieser neueren Arbeit noch nicht möglich, da nur stichprobenweise Pollenspektren aus einer Anzahl von Mooren gegeben werden, keine dichte Probenserie oder ein Diagramm. Soweit man aus vereinzelt Proben Schlüsse ziehen kann, ergäbe sich nach der zusammenfassenden Darstellung der Verfasser, daß auch in den Alpenländern und im Vorlande derselben auf eine baumlose Dryaszeit und eine kurze Birkenzeit (Krutzelried) zunächst Vorherrschaft der Föhre, *Pinus silvestris*, folgte, frühzeitig aber auch Einwanderung der Fichte und Hasel, dann der Eiche und

Linde. Auf die Kiefernzzeit wäre dann in der atlantischen Zeit, entsprechend unserer Fichtenzeit und der Eichenzeit im Norden, eine Weißtannenzeit (*Abies alba*) am Alpenrand und in den Vor-alpen gefolgt. Die Tanne wäre hier also früher zur Vorherrschaft gekommen als im Erzgebirge. Die südböhmischen Moore bilden aber einen Übergang, da auch hier die Tannenvorherrschaft schon länger vor dem Grenzhorizont einsetzt und die Tanne auch weiterhin größtenteils entschiedenes Übergewicht über Buche und Fichte hat (in andern südböhmischen Diagrammen ausgeprägter als in Nr. 17). Die Verfasser erklären die starke Ausbreitung der Tanne mit dem atlantischen Klima. Die subboreale Grenzhorizontzeit wäre durch die maximale Ausbreitung der Eiche gekennzeichnet, während in der subatlantischen Zeit die Buche ihre größte Häufigkeit erreicht habe. Es würden sich also nicht unbeträchtliche regionale Verschiedenheiten im Vergleich mit Böhmen ergeben, aber keine Widersprüche. Buche und Tanne erscheinen auch hier als die letzten, wenn auch noch früher als in Böhmen.

Der damit kursorisch durchgeführte Vergleich ergibt, daß sich unsere Feststellungen und Schlüsse gut mit den Untersuchungsergebnissen in andern Ländern in Einklang bringen lassen. Er zeigt aber auch die großen Lücken der Forschung, die noch auszufüllen sind besonders in dem rückständigen „eisfreien Gebiete“. Hoffentlich liegt recht bald ein größeres Tatsachenmaterial aus den Nachbarländern für eingehendere Vergleiche vor.

Unser Arbeitsprogramm für die nächste Zeit wird sein, das Netz der Untersuchungen immer weiter über Böhmen auszuspannen und immer dichter zu gestalten, um unsere Schlüsse weiter zu überprüfen und zu ergänzen und auch die gebietsweisen Unterschiede zu ermitteln. Eine Serie gründlich durchgeführter Einzeluntersuchungen auf engerem Gebiete dürfte bei dem gegenwärtigen Stande der Forschung den sichersten Fortschritt gewährleisten. Die brennendsten Fragen knüpfen sich für uns zunächst an die tieferen Lagen des Landes, besonders an das Gebiet der thermophilen Flora in Böhmen, dem in den Hypothesen viel gebrauchten Refugium der wärmeliebenderen Elemente in der Eiszeit. Nicht weniger interessante Aufklärungen sind dann als Gegenstück von den Hochmooren des Riesengebirges über der Baumgrenze zu erwarten, wie überhaupt alle Randgebirge noch zum Vergleich herangezogen werden müssen. Diese weiteren Untersuchungen sollen dann erst die hinreichende Tatsachenbasis für ein zusammenfassendes Schlußfazit abgeben.

Die Hauptergebnisse.

Wir wiederholen hier nur die wichtigsten Ergebnisse und Schlüsse.

Auf pollenanalytischem Wege wurden folgende Perioden der Waldentwicklung in Böhmen festgestellt:

Erzgebirge: 1. Kiefernzeit mit Birke und Weide, andere Gehölze nicht nachweisbar. 2. Kiefern-Haselzeit: Massenausbreitung der Hasel auf dem Kamm des Erzgebirges, beginnende bis maximale Ausbreitung des Eichenmischwaldes (Ulme, Linde, Eiche), beginnende Ausbreitung der Fichte. 3. Eichenmischwald-Fichtenzeit: Vorherrschaft der Fichte, daneben starke Ausbreitung des Eichenmischwaldes, höchstwahrscheinlich auch auf dem Kamme, Einwanderung von Buche und Hainbuche (*Carpinus*). 4. Buchen-Fichtenzeit. Ausbreitung der Buche bei anfangs noch vorherrschender Fichte. Rückgang des Eichenmischwaldes und der Hasel, Einwanderung der Tanne (*Abies alba*), zum Schluß Ausbreitung derselben (Grenzhorizontzeit). 5. Buchen-Tannenzeit: Vorherrschaft von Buche und Tanne auf dem Kamme, daneben Fichte, aber untergeordnet. 6. Rezent Fichtenzeit: Neuerliche Ausbreitung der Fichte, bedeutender Rückgang von Buche und Tanne, durch die Kultur bedingt.

Böhmisches Hügelland, nach den bisherigen Untersuchungen in Nordböhmen bei Zwickau-Niemes, 300 m S. H., und Südböhmen (Köblersdorf-Mirochau, 500 m): 1. Kiefernzeit: Bei langandauernder bedeutender Vorherrschaft der Kiefer anfangs nur Birke und Weide, später Fichte, Hasel, Eichenmischwald, aber durch lange Zeit ganz sporadisch (sehr vereinzelt Vorkommen in der Nähe oder Ferntransport des Pollens), *Betula nana* in Südböhmen, 400 m tiefer als heute. 2. Fichtenzeit: Vorherrschaft der Fichte, während dieser Zeit mehrfach stärkere Ausbreitung der Hasel, Einwanderung von *Fagus*, *Abies*, *Carpinus*. 3. In Nordböhmen: Neuerliche Vorherrschaft der Kiefer, Schluß der Torfbildung wahrscheinlich in der Grenzhorizontzeit. — In Südböhmen: Tannen-Buchenzeit: Überwiegen der Tanne.

Es wurde daraus geschlossen: Die Eiszeit (nicht erst eine nachfolgende Trockenzeit) hat auch in Böhmen eine tiefgreifende Verarmung der Flora bewirkt, auch in den tieferen Lagen des Landes. Buche, Tanne und Hainbuche sind gänzlich aus dem Lande verschwunden. Hasel, Fichte, Ulme, Linde, Eiche, Erle dürften auch erst im frühen Postglazial wieder zugewandert sein, zum mindesten waren sie in ihrer Verbreitung sehr bedeutend eingeschränkt. Die Gehölzbestände nach der Eiszeit bestanden auch hier überwiegend nur aus Kiefer, daneben Birke und Weide.

Aus der ehemaligen größeren Verbreitung besonders der Hasel (Massenverbreitung am Gebirgskamm, 400 m über der heutigen mittleren Höhengrenze im Erzgebirge), ferner von Linde, Ulme, Eiche, Erle, *Phragmites* u. a. über ihre heutige vertikale Verbreitung hinaus, wird eine postglaziale Wärmezeit, wärmer als heute, erschlossen, welche rasch auf die subglazialen Verhältnisse der reinen Kiefernzeit folgte. Sichere Anzeichen liegen vor aus der Hasel- und Eichenmischwald-Fichtenzeit des Erzgebirges im älteren Teil der Moorbildung (boreal bis atlantisch). Eine gut

begründete Abgrenzung der Wärmezeit konnte noch nicht vorgenommen werden. Sie dürfte der postglazialen Wärmezeit des Nordens entsprechen, welche von der finiglazialen Klimaverbesserung bis über die subboreale Zeit (Bronzezeit) reicht. Die Lage des Temperaturmaximums ist noch nicht zu erschließen.

Eine Trockenzeit macht sich in den bisher untersuchten Mooren Böhmens allgemein nur am Beginn der Buchen-Tannenzeit des Erzgebirges, im späteren Teil der Moorbildung geltend. Es ist höchstwahrscheinlich (auch pollenanalytisch), daß sie der Grenzhorizontzeit Mittel- und Nordeuropas (subboreale Periode-Bronzezeit) entspricht. Eine ausgeprägte ältere Trockenzeit ist nicht sicher nachweisbar. Nur einige, meist kleinere Moore zeigen Schwankungen zwischen trockenen und nassen Phasen von der Haselzeit bis in die Mitte der Fichtenzeit des Erzgebirges, die einer oder mehreren Perioden zugeordnet werden könnten, doch ist ihre klimatische Bedingtheit durchaus nicht eindeutig. Eben- sowenig ist eine längere spätquartäre warme Steppenklimateit, etwa vor Beginn der Moorbildungen, nach der letzten Kältezeit zu erkennen. Unmittelbar vor und nach der Grenzhorizontzeit zeigen die Moore überwiegend nasse Phasen der Entwicklung, das Klima dürfte hier relativ feucht gewesen sein (atlantische und subatlantische Periode, subatlantische Klimaverschlechterung). Ein Temperaturabfall in dieser Zeit unter das heutige Maß ist nach dem Verhalten im Erzgebirge für Böhmen unwahrscheinlich.

Prag, im Juli 1923.

Botanisches Institut der Deutschen
Universität.

Übersicht über die fossilen Pflanzenreste,

die von den Verfassern bisher in den böhmischen Mooren
gefunden wurden.

Abkürzungen:

S = Samen, F = Frucht, H = Holz, W = Wurzel, R = Rhizom, P = Pollen, Z = Zapfen, Bl = Blatt, N = Nadel, Rt = Riedtorf, Szt = Scheuchzerietumtorf, ES = Eriophoreto-Sphagnetumtorf, Go = Gottesgab, Gw = Grünwalder Heide, Sg = Sebastiansberg, K = Köblersdorf, M = Mirochau. Der Fundort wurde nur bei vereinzelttem Vorkommen angegeben. Arten, die heute im Gebiete fehlen oder selten sind, mit Ausrufzeichen. Die horizontalen Striche bezeichnen allgemeines Vorkommen in den betreffenden Perioden, gestrichelt, wenn Fortbestand bis in die Gegenwart wahrscheinlich, aber nicht belegt ist. Nicht sicher identifizierte Reste mit cf. bezeichnet.

Name	Organ	Torfart	Kiefernzeit	Haarzeit	Fichtenzeit	Buchen-Tannenzeit	Anmerkung
<i>Scenedesmus</i> sp.	—	Rt.	K.	—	—	—	Diatomeen in der Regel nur in der mineralischen Grundsicht der Torflager erhalten.
<i>Staurastrum</i> sp.	—	Rt.	Gw.	—	—	—	
<i>Pinnularia</i> cf. <i>nobilis</i> Ehrbg.	—	Rt.	—	—	M.	—	
„ „ <i>viridis</i> Ehrbg.	—	Rt.	—	—	M.	—	
<i>Epithemia</i> sp.	—	Rt.	K.	—	—	—	
<i>Melosira</i> sp.	—	Rt.	K.	—	—	—	
<i>Cymbella</i> sp.	—	—	—	—	M.	—	
Pilzreste: Hyphen, Sporen, Fruchtkörper v. Erysibaceen usw.							
<i>Paludella squarrosa</i>	Bl.	Rt.	Gw.	—	—	—	
<i>Meesea longiseta</i>	Bl.Stg.	—	—	—	Sg.	—	
<i>Aulacomnium palustre</i> (L.) Schwagr.	Bl.Stg.	Rt.	K.	—	—	—	
<i>Polytrichum commune</i>	Bl.Stg.	Rt.	—	—	K.M.	—	
<i>Camptothecium nitens</i> (Schreb.) Schimp.	Bl.Stg.	Rt.	K.	—	—	—	
<i>Drepanocladus fluitans</i>	—	Rt.	Gw.	—	—	—	
<i>Hypnum trijarium</i> Weber u. Mohr	Bl.Stg.	Rt.	K.	—	—	—	Heute selten.
„ <i>giganteum</i> Schimp.	Bl.Stg.	Rt.	K.	—	—	—	
„ <i>stellatum</i> Schreb.	Bl.Stg.	Rt.	K.	—	—	—	
<i>Scorpidium scorpioides</i> (L.)	Bl.Stg.	Rt.	K.	—	—	—	
<i>Sphagnum palustre</i> L.	Bl.Stg.	—	—	—	—	—	
„ <i>medium</i> Limpr.	Bl.Stg.	—	—	—	—	—	
„ <i>cuspidatum</i> Ehr.	Bl.Stg.	—	K.	—	—	—	
„ <i>brevifolium</i> Röhl	Bl.Stg.	—	K.	—	—	K.	
„ <i>Wilsoni</i> Röhl	Bl.Stg.	—	—	—	K.	—	
<i>Equisetum palustre</i> L.	R.	—	K.	—	—	—	
„ <i>limosum</i> L.	R.	Rt.	—	—	—	—	
<i>Pinus</i> cf. <i>silvestris</i>	P.	—	—	—	—	—	Pollen und Holz der beiden Kiefernarten nicht unterscheidbar.
„ <i>silvestris</i> L.	H.Z.	—	—	—	—	—	
„ <i>montana</i> Mill.	Z.N.	—	—	—	—	K.	
<i>Picea excelsa</i> (Lam.) Lk.	P.H.	—	—	—	—	—	
<i>Abies alba</i> Mill.	N.S.	—	—	—	—	—	
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.!	P.	—	—	—	—	—	
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.!	R.S.	Szt.	—	—	—	—	Heute Seltenheit im Erzgebirge. Fehlt heute am Kamm des Erzgebirges.
<i>Phragmites communis</i> Trin.!	R.W.	Rt.Szt.	—	—	—	—	
<i>Molinia coerulea</i> (L.) Mneh.	R.	Rt.	—	—	K.	—	
<i>Eriophorum vaginatum</i> B.	B.R.F.	Rt.u.E.S.	—	—	—	—	
<i>Scirpus silvaticus</i> L.	F.	Rt.	—	Go.	Sg.	—	Heute nur in tieferen Lagen.
cf. <i>Heleocharis palustris</i> (L.) R. Br.	—	Rt.	—	Gr.	K.	—	
<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl	F.	Rt.Szt.	—	K.M.	K.M.	K.M.	
<i>Carex limosa</i> L.	R.F.	Rt.u.E.S.	—	—	—	—	
„ <i>lasiocarpa</i> Ehr.!	R.F.	Rt.	—	—	—	—	Heute im Erzgebirge selten.
„ <i>rostrata</i> Stokes	F.	Szt.	—	—	Sg.	—	

Name	Organ	Torfart	Kiefernzeit	Häselzeit	Fichtenzeit	Buchen-Tannenzeit	Anmerkung
<i>Iris pseudacorus</i> L.!	R.	Rt.	—	Go.	—	—	Fehlt heute auf dem Kamm des Erzgebirges.
<i>Salix</i> sp.	P.H.	Rt.	—	—	—	—	Nüsse von Sitenský, Schreiber u. a. angegeben. Fehlt heute auf dem Kamm des Erzgebirges.
<i>Carpinus Cetulus</i> L.	P.	—	—	—	—	—	
<i>Corylus avellana</i> L.!	P.	—	—	—	—	—	
<i>Betula</i> cf. <i>pubescens</i>	H.	—	—	—	—	—	Nicht selten auch die Mykorrhiza gefunden.
„ <i>pubescens</i> Ehrh.	F.Bl.	—	—	—	K.Sg.	—	
„ <i>alba</i>	F.	—	—	—	—	—	
„ <i>nana</i> L.	F.Bl.H.	Rt.	K.	—	—	—	
<i>Alnus</i> sp.	P.H.	—	—	—	—	—	
„ <i>glutinosa</i> (L.) Gärtn.	F.	—	—	—	M.	—	Nicht selten auch die Mykorrhiza gefunden.
<i>Fagus sylvatica</i> L.	P.	—	—	—	—	—	
<i>Quercus</i> sp.	P.	—	—	—	—	—	
<i>Ulmus</i> sp.	P.	—	—	—	—	—	
<i>Rubus fruticosus</i> sp.	S.	Rt.	—	Sg.	—	—	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Hampe	F.	—	—	Sg.	K.Sg.	—	
„ <i>palustris</i> (L.) Scop.	F.R.	Rt.Szt.	—	—	—	—	
<i>Rhamnus frangula</i> L.	S.H.	—	—	—	M.	—	
<i>Tilia</i> sp.	P.	—	—	—	—	—	
<i>Viola palustris</i> L.	S.	Rt.	—	—	—	—	
cf. <i>Cicuta virosa</i> L.	F.	Rt.	—	Gw.	—	—	
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	H.S.	Rt.u.E.S.	—	—	—	Gw.	
„ <i>myrtillus</i> L.	H.	E.S.	—	—	—	Gw.	
„ <i>oxycoccos</i> L.	H.Bl.	Rt.E.S.	—	—	—	—	
<i>Andromeda polifolia</i> L.	H.Bl.S.	E.S.	—	—	—	—	
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) H.	H.	E.S.	—	—	Sg.	Gw.	
cf. <i>Fraxinus excelsior</i> L.	P.	R.	—	—	—	—	
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	S.R.	—	—	—	—	—	
cf. <i>Symphytum officinale</i> L.	F.	Rt.	Gw.	Gw.	—	—	Fehlt heute am Kamm des Erzgebirges.
cf. <i>Stachys palustris</i> L.	S.	—	—	—	K.	—	Fehlt heute am Kamm des Erzgebirges.
<i>Solanum dulcamara</i> L.	S.	—	—	—	M.	—	
<i>Sambucus nigra</i> L.	S.	Rt.	—	—	M.	—	
„ <i>racemosa</i> L.	S.	Rt.	—	Sg.	—	—	
cf. <i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	F.	Rt.	—	Gw.	—	—	

Erklärung zu den Tafeln:

Tafel III—XVI:

Pollendiagramme der untersuchten Profile.

Auf der Ordinate das Profil im beigesetzten Maßstabe, auf den Abszissen die Pollenprocente. Signaturen siehe Tafel III. Beim Sphagnumtorf zeigt die Dichte der Schraffierung ungefähr den Zersetzungsgrad an. *Eriophorum vaginatum* ist nur bei auffällig häufigen Auftreten besonders eingezeichnet. Die rezente Vegetation (bewaldet oder nicht, Knieholz oder Fichte) ist an der Spitze der Profile angedeutet. Baumsignaturen in den Profilen deuten auf die gefundenen Hölzer. Weiteres im Texte und auf den Tafeln.

Zitierte Literatur.

(Nur aus Referaten bekannte Arbeiten in Klammer.)

- Andersson, Gunnar, 1. Die Geschichte der Vegetation Schwedens. (Engl. Bot. Jahrb. 22. 1896.)
- 2. Die Entwicklungsgeschichte der skandinavischen Flora. (Wissensch. Ergebn. d. int. botan. Kongresses Wien 1905. Jena 1906.)
- 3. Das spätquartäre Klima, eine zusammenfassende Übersicht. (In „Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit“. [Int. Geol. Kongreß Stockholm 1910.]
- 4. Swedish climate in the late-quaternary period. (Ebenda.)
- [Augustin, Temperaturverhältnisse der Sudetenländer. (Sitzungsber. böhm. Ges. d. Wiss. mn. Kl. 1899. 1900.)]
- Beck, R., Die Verbreitung der Hauptholzarten im Königreich Sachsen. (Tharandter Forstl. Jahrb. 49. 1899.)
- Blytt, Axel, Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate. (Engl. Bot. Jahrb. II. 1882.)
- Brockmann-Jerosch, J., 1. Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn und ihre Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. (Jahrb. St. Galln. natw. Ges. 1909.)
- 2. Die Änderungen des Klimas seit der größten Ausdehnung der Eiszeit in der Schweiz. (In „Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit“. [Int. Geol. Kongreß Stockholm 1910.]
- 3. Baumgrenze und Klimacharakter. (Pflanzengeogr. Sekt. d. schweiz. natf. Ges. Beitr. z. geobot. Landesaufn. 6. 1919.)
- 4. Weitere Gesichtspunkte zur Beurteilung der Dryasflora. (Vierteljahrssch. d. natf. Ges. Zürich 64. 1919. [Heim-Festschr.]
- Brückner, E., Postglaziale Klimaänderungen und Klimaschwankungen im Bereiche der Alpen. (In „Änderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit“. [Int. Geol. Kongreß Stockholm 1910.]
- Cajander, A. K., Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der europäischen Moore. (Fennia 22. 3. Helsingfors 1905.)
- Credner, W., De Geer's Chronologie der Spät- und Postglazialzeit. (Referat.) (51. Ber. Senkenberg. natf. Ges. Frankfurt 1921.)

- De Geer, G., A thermographical record of the late-quaternary climate. (In „Änderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit.“ [Int. Geol. Kongreß Stockholm 1910.]
- Domin, K., Das böhmische Erzgebirge und sein Vorland. Phytogeographische Studie. (Arch. f. natw. Landesdurchforsch. v. Böhmen XII. 5. 1905.)
- Drude, O., 1. Der herzynische Florenbezirk. (Veg. d. Erde. VI. 1902.)
 — 2. Entwicklung der Flora des mitteldeutschen Gebirgs- und Hügellandes. (Wissensch. Ergebn. d. int. botan. Kongresses Wien 1905. Jena 1906.)
 — 3. Die kartographische Darstellung mitteldeutscher Vegetationsformationen. (Engl. Bot. Jahrb. XL. Beibl. 83.)
- Erdtman, O. Gunnar E., Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. (Ark. f. Bot. 17. 1921.)
- Gams, H., Über Grenzhorizonte in den Mooren des Alpengebietes und ihre Äquivalente in andern Ablagerungen. (Verh. schweiz. natf. Ges. Bern 1922.)
- Gams, H., und Nordhagen, R., Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. (Landeskundl. Forsch. Hgb. v. d. geogr. Ges. München. H. 25. 1923.)
- Gradmann, R., 1. Das mitteleuropäische Landschaftsbild nach seiner geschichtlichen Entwicklung. (Geogr. Zeitschr. 7. 1901.)
 — 2. Beziehungen zwischen Pflanzengeographie und Siedlungsgeschichte. (Ebenda 12. 1906.)
- Hahne, H., Die geologische Lagerung der Moorleichen und Moorbrücken als Beitrag zur Erforschung der erdgeschichtlichen Vorgänge der Nach-eiszeit. (Veröffentlgn. d. Prov.-Museum Halle. I. 1. 1918.)
- [Härtmann, Die fossile Flora von Ingramsdorf. (Breslau 1907.)]
- Hassinger, Hugo, Die Mährische Pforte und ihre benachbarten Landschaften. (Abh. geogr. Ges. Wien XI. 1914.)
- Häusler, E., Beitrag zur Kenntnis der Höhengrenze der Buche, *Fagus sylvatica* L., in Mitteleuropa. (Ber. d. natw. Ver. z. Zerst. 1922.)
- Hausrath, H., 1. Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. (Wissenschaft u. Hypothese XIII. 1911.)
 — 2. Der deutsche Wald. (Aus Natur- u. Geisteswelt 153. 1914.)
- Hazard, J., Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreich Sachsen; Sektion Kühnhaide. (Sebastiansberg 1887.)
- Hesselmann, H., Om Pollenregn på hafvet och fjärtransport af barrträdspollen. (Vortrag m. Diskussion v. L. v. Post u. Halden.) (Geol. Fören. Förh. 41. 1919.)
- Hoops, J., Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. (Straßburg 1905.)
- Jessen, Knut, 1. Moseundersøgelse i det nordøstlige Sjælland. (Danmarks Geol. Unders. II. Række. Nr. 34. 1920.)
 — 2. Et Profil gennem en Torvemose paa Faerørne. (Ebenda IV. R. Nr. 13. 1922.)
- Köhler, Die Seen des Erzgebirges. („Glückauf“. 1. Jg. 1881.)
- [Koštka, Beiträge zur Forststatistik in Böhmen. 1885.]
- [Lagerheim, Methoden für pollenundersökning. (Bot. Notiser. 1902.)]

- Laube, G., Geologie des böhmischen Erzgebirges. (Arch. f. natw. Landesdurchforschg. Böhmens. III/3. 1876. VI. 1887.)
- [Malmström, C., Om den pollenanalytiska metoden för åldersbestämning ov torvmossalager och des biologiska törntsättningar. (Geol. Fören. Förh. 42. 1920.)]
- Männel, Die Moore des Erzgebirges. (Forstl. natw. Zeitschr. 5. München 1896.)
- Martin, Die Abnahme der Buche im Erzgebirge und Vogtlande. (Tharandter Forstl. Jahrb. 1922.)
- Mikolatschek, K., Die Niederschläge und die Abflußverhältnisse im Egergebiete. (Arb. d. geograph. Inst. d. deutsch. Univ. Prag. N. F. H. I. 1921.)
- [Nathorst, A. G., Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen. (Bihang till K. Svenska Vet.-Ak. Hand. XVI. Afd. III. 5. 1892.)] — [Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen und einige darauf besonders für Mitteldeutschland basierte Schlußfolgerungen. (Stockholm Geol. Fören. XXXVI. 1914.)]
- Naumann, A., Das Kranichseemoor bei Carlsfeld im Erzgebirge, ein Naturschutzpark Sachsens. (10. Flugschrift d. sächs. Landesver. „Heimatschutz“. 1913.)
- Nehring, Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. 1890.
- [Nilsson, A., Några drag ur des venska växtsamhällellas utvecklings historia. (Botan. Notiser 1899.)]
- Partsch, J., Die Vergletscherung des Riesengebirges zur Eiszeit. (Forschgn. z. deutsch. Landes- u. Volkskde. VIII. 1894.)
- Pax, F., Schlesiens Pflanzenwelt. Jena, 1915.
- Penck, A., u. Brückner, E., Die Alpen im Eiszeitalter. 1909.
- Penck, A., Die Entwicklung Europas seit der Tertiärzeit. (Wissensch. Ergebn. d. int. botan. Kongresses Wien 1905.)
- Podpěra, J., Vvoj a zeměpisné rozšíření květeny v zeměch českých. (Knihovna přírody a školy, Mähr.-Ostrau 1906.)
- Potonié, H., Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. (Preuß. geol. Landesanst. 1908—1912.)
- Post, Lennart v., 1. Skogstrådpollen i sydsvenska torvemossalagerföldjer. (Forh. ved. 16. Skand. naturforsker-mote 1916.)
- 2. Postarktiska klimattyper i sødra Sverige. (Geol. Fören. Förh. 42. 1920.)
- Ramann, E., Beziehungen zwischen Klima und dem Aufbau der Moore. (Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. 62. 1910.)
- Rudolph, Karl, Untersuchungen über den Aufbau böhmischer Moore I, Aufbau und Entwicklungsgeschichte südböhmischer Hochmoore. (Abh. d. zool. bot. Ges. Wien IX. H. 4. 1917.)
- Rudolph, Karl, und Firbas, Franz, Pollenanalytische Untersuchungen böhmischer Moore. (Vorläufige Mitteilung.) (Ber. d. deutsch. bot. Ges. XL. 1922.)
- Schmidt, W., Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. (Österr. bot. Zeitschr. 67. 1918.)

- Schreiber, Hans, I. Österr. Moorzeitschrift. Staab. bis 1914.
- 2. Jahresberichte der Moorkulturstation Sebastiansberg. Staab. 1900—1913.
- 3. Vergletscherung und Moorbildung in Salzburg, mit Hinweisen auf das Moorkommen und das nacheiszeitliche Klima in Europa. (Österr. Moorzeitschr. Staab. 1911—1912.)
- 4. Die Moore Salzburgs in naturwissenschaftlicher, landwirtschaftlicher und technischer Beziehung. (Verlag d. deutsch-österr. Moorvereins Staab b. Pilsen 1913.)
- 5. Das Moorwesen Sebastiansberg. (Ebenda 1913.)
- 6. Die Moore und die Torfgewinnung im Erzgebirge. (Arb. d. deutsch. Sekt. d. Landeskulturrates f. Böhmen. H. 28. 1921.)
- 7. Auen und Filze des Böhmerwaldes. (Böhmerwälder Dorfbücher. 6. H. 1922.)
- Schreiber, Paul, Klimatographie des Königreich Sachsen. (Forschgn. z. deutsch. Landes- und Volkskunde. 8. 1894.)
- Schustler, F., Xerothermni květena ve vývoji vegetace české. (Selbstverlag. Prag 1918.) — Engl. Resumé: The importance of the xerophytic flora for the evolution of the vegetation in Bohemia. (Ebenda 1922.)
- Sernander, Rutger, I. On the evidences of Postglacial changes of climate furnished by the Peat Mosses of Northern Europa. (Geol. Fören. XXX. Stockholm 1908.)
- 2. Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen. (In „Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit“. [Int. Geol. Kongreß Stockholm 1910.])
- Sitenský, F., Über die Torfmoore Böhmens in naturwissenschaftlicher und nationalökonomischer Beziehung. (Arch. d. naturw. Landesdurchforschung v. Böhmen. VI. 1891.)
- Soergel, W., Löße, Eiszeiten und paläolithische Kulturen, eine Gliederung und Altersbestimmung der Löße. (Jena 1919.)
- Stark, Peter, Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna Badens. (Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br. XIX. 1912.)
- Stoller, J., Die Beziehungen der nordwestdeutschen Moore zum nacheiszeitlichen Klima. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 62. 1910.)
- Straube, O., Die höchsten Siedlungen des sächsisch-böhmischen Erzgebirges. (Dissertation.) Leipzig 1906.
- Studnička, F. J., Grundzüge einer Hyetographie des Königreich Böhmen. (Arch. f. naturw. Landesdurchforsch. v. Böhmen. VI. Nr. 3.)
- Tode, Das vorgeschichtliche Landschafts- und Siedlungsbild Ostholsteins. Vortragsreferat. (Mannus, Zeitschr. f. Vorgesch. 1922.)
- Wahnschaffe, F., Anzeichen für die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit im norddeutschen Flachlande. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 62. 1910.)
- Weber, C. A., I. Die fossile Flora von Honerdingen. (Abh. naturw. Verein Bremen. XIII. 1896.)
- 2. Über die Vegetation und die Entstehung des Hochmoores von Augstmal im Memeldelta. Berlin 1902.
- 3. Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. (Engl. Bot. Jahrb. 40. Beibl. 90. 1902.)

- Weber, C. A., 4. Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Flachlandes seit der Tertiärzeit. (Wissensch. Ergebn. d. int. botan. Kongresses Wien 1905. Jena 1906.)
- 5. Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 62. 1910.)
- 6. Die Mammutflora von Borna. (Abh. naturw. Verein Bremen. XXIII. 1914.)
- Weber, Hellmuth Albert, Über spät- und postglaziale lakustrine und fluviatile Ablagerungen in der Wyhraniederung bei Lobstedt und Borna und die Chronologie der Postglazialzeit Mitteleuropas (mit Anmerkungen von C. A. Weber). (Abh. d. natw. Verein Bremen. 29. 1918.)
- Weißbach, F., Wirtschaftsgeographische Verhältnisse, Ansiedlungen und Bevölkerungsverteilung im mittleren Teile des sächsischen Erzgebirges. (Forschungen z. deutsch. Landes- u. Volkskunde. XVII. 1908.)
- Werth, E., Die Mammutflora von Borna. (Naturw. Wochenschr. 1914.)
- Wettstein, R. v., Über ein subfossiles Vorkommen von *Trapa natans* in Böhmen. („Lotos“, Sitzungsber. Prag 1896.)
- Willkomm, M., Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. 1887.
- Zailler, V., Entstehungsgeschichte der Moore im Flußgebiete der Enns. (Zeitschr. f. Moorkultur u. Torfverwertung. Wien 1910.)



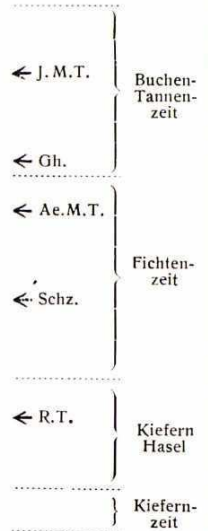
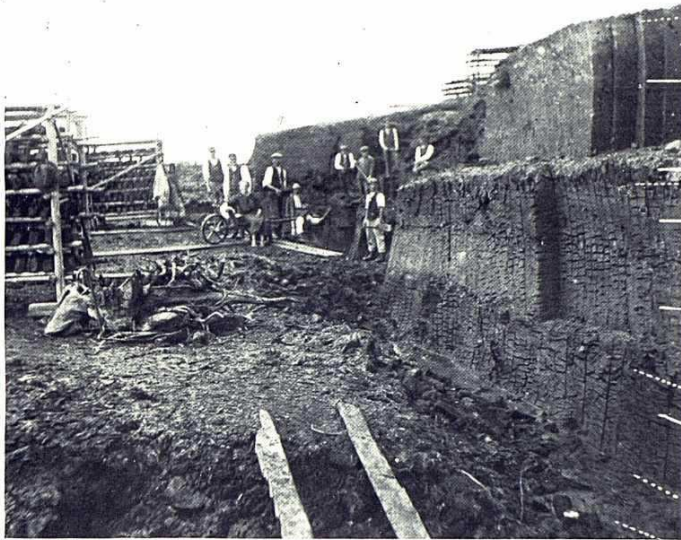


Fig. 1. Profil I.

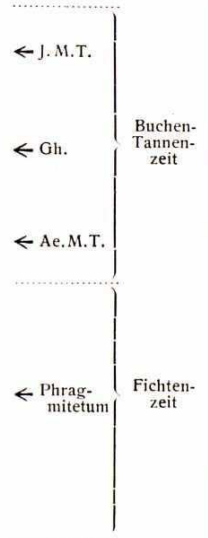
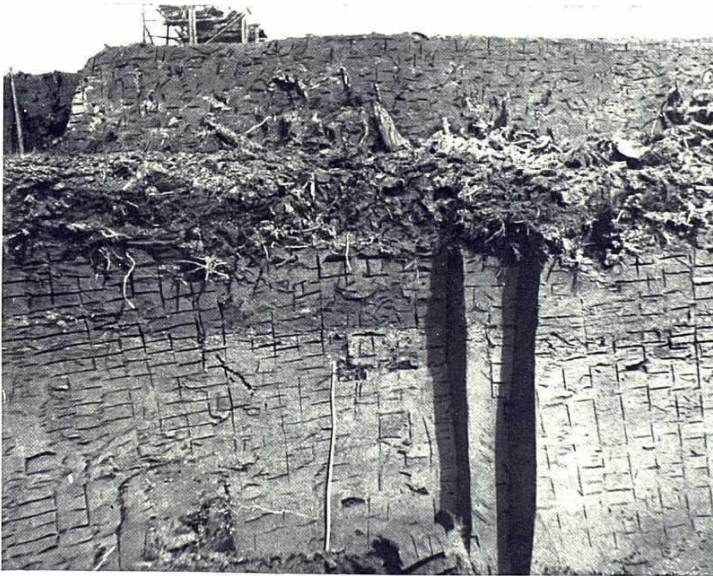


Fig. 2. Profil II. „Sebastiansberger Heide.“

J. M. T. = Jüngerer Moostorf, Gh. = Grenzhorizont, Ae. M. T. = Älterer Moostorf,
 Schz. = Scheuchzerietum, R. T. = Riedtorf.
 Der Maßstab = 1 m.