

Ueber spät- und postglaziale lakustrine und fluviatile Ablagerungen in der Wyhra- niederung bei Lobstädt und Borna und die Chronologie der Postglazialzeit Mitteleuropas.

Von Hellmuth Albert Weber.

(Mit 2 Textbildern, 2 Übersichten, einer Texttafel und 2 Schlußtafeln.)

Vorwort des Herausgebers.

Die nachgelassene Arbeit meines Sohnes Hellmuth Albert Weber, die ich hiermit veröffentliche, wurde von ihm zum größten Teile im Sommer 1914 zu München, wo er Naturwissenschaften und besonders Geologie studierte, niedergeschrieben. Am Tage der Kriegserklärung eilte er nach Bremen, um sich mit seinem jüngeren, ebenfalls in München studierenden Bruder beim 75. Hanseatischen Infanterie-Regimente als Freiwilliger zu stellen. Erst als er im Frühjahr 1915 aus dem Lazarett entlassen wurde, in das ihn eine Typhuserkrankung in Frankreich geführt hatte, und er einige Monate im väterlichen Hause weilte, konnte er die einschlägige Literatur, soweit es nicht in München geschehen war, durcharbeiten. Allein er fand nur zum Teil die Ruhe, sie in seiner Arbeit zu verwerten, da er es für seine vaterländische Pflicht gehalten hatte, sich, noch bevor er von der nach seiner Krankheit zurückgebliebenen Herzneurose gänzlich geheilt war, wieder als felddienstfähig zu melden. Er wurde bald darauf zu einem Offiziersaspirantenkursus befohlen. Nachdem er Weihnachten 1915 zum Leutnant d. R. ernannt worden war, wurde er eine Zeitlang in Bremen bei seinem Regimente im Garnisondienste beschäftigt und bemühte sich, währenddes seine Arbeit zu beenden. Er erkannte aber bald, daß die wissenschaftliche Tätigkeit neben seinen militärischen Pflichten nicht in der gewünschten Weise zu gedeihen vermochte. Er beschloß daher, die Handschrift vorläufig abzuschließen und bis nach dem Kriege ruhen zu lassen, zumal er hoffte, dann durch Vollendung einer im Sommer 1914 begonnenen Untersuchung süddeutscher Moore und Quelltuffablagerungen, an die sich eine solche thüringischer knüpfen sollte, eine lebhaft empfundene Lücke der postglazialen Chronologie und der Wanderungsgeschichte der Waldbäume einigermaßen zu schließen, insbesondere auch gewisse Beziehungen zu dem Penck-Brücknerschen System der spät- und postglazialen Klimaschwankungen zu verfolgen. Seine Hoffnung sollte sich nicht erfüllen. Er wurde anfangs August dem 31. Infanterie-Regimente überwiesen und ist am 6. September 1916 unweit der Römerstraße westlich von

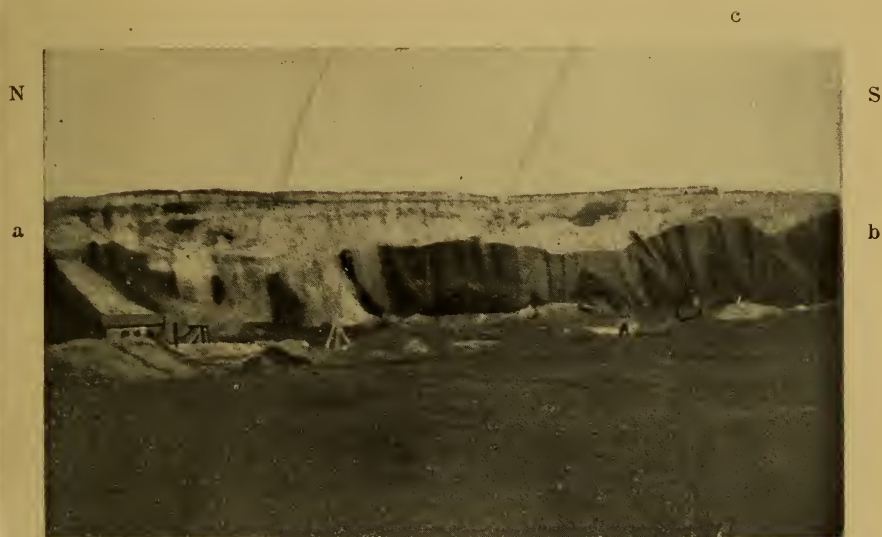


Abb. 1. Ostwand des Tagebaus »Victoria«.



Abb. 2. Geschiebelehm-Einpressung in die Braunkohle.

SW



NE

Abb. 3. Profil durch die
südliche Flanke des südlichen Moorbeckens.

NE



SW
8

7
6
5
4
3
2
1c
1b
1a

Abb. 4. Mitte des südlichen Moorbeckens.

Berny en Santerre in der Schlacht an der Somme bei der Verteidigung eines vorgeschobenen Postens an der Spitze seines Zuges tapfer kämpfend gefallen, nachdem er kurz vorher das Glück gehabt hatte, eine bereits verlorene Stellung durch Umsicht und kühne Entschlossenheit zurückzugewinnen, deutsche Gefangene zu befreien und wertvolle Aufklärung zu verschaffen. Eine hohe Auszeichnung stand ihm dafür in Aussicht, als der Tod ihn traf. Seine Leiche fiel in Feindeshand. Ob und wo er bestattet wurde, ist unbekannt. Auch so ist sein letzter den Eltern ausgesprochener Wunsch, ihn nicht heimzuholen, wenn er fallen sollte, sondern ihn bei seinen toten Kameraden zu lassen, erfüllt worden.

Ich fühlte nunmehr die Pflicht, seine ihm lieb gewordene Arbeit zu vollenden. Das erste Kapitel lag bis auf mehrere pflanzengeographische Angaben, die ich nachtrug, indem ich den Stoff zugleich hier und da etwas zweckmäßiger ordnete, fertig vor, ebenso das zweite. Die beiden anderen Kapitel hatte mein Sohn die Absicht, gemäß den Anschauungen, die er sich nach eigener Kenntnisaufnahme der Literatur gebildet hatte, umzuarbeiten. Die Art, wie er es gedachte, hat er mit mir eingehend besprochen, durch Eintragungen in die Handschrift angedeutet und an mehreren Stellen bereits ausgeführt. Ich habe mich bemüht, die Umarbeitung getreulich in seinem Sinne zu vollenden und dabei den vorliegenden Text so weit wie irgend möglich verwendet. Leider konnte ich mich nur nach der botanischen Seite ergänzend und vollendend betätigen. Mein Sohn hatte die Absicht, sich noch über die auf den Binnenmollusken beruhende Chronologie der Postglazialzeit zu verbreiten. Ihn auf diesem Gebiete zu vertreten, fühlte ich mich außer stande, zumal er hierüber nur unzusammenhängende Bemerkungen und Literaturauszüge hinterlassen hatte.

Ich habe der Arbeit eine Anzahl von Anmerkungen angefügt, die teils der Erläuterung dienen sollen, teils einige sich anknüpfende Gedanken enthalten, die ich in dem vorliegenden Texte nicht unterbringen wollte und konnte.

Möge die Arbeit meinem Sohne ein ehrendes Andenken in der Wissenschaft gewähren, der er sich mit jugendlicher Begeisterung und Hingabe widmete.

Hellmuth Weber war durch Neigung und Begabung zum Naturforscher hervorragend befähigt. Anschauen und Denken standen bei ihm im glücklichsten Gleichgewichte. Er war ein ernster, nüchterner und gewissenhafter guter Beobachter, ein geschickter und fleißiger Arbeiter, von rascher Auffassung, im Urtheil besonnen, wenn auch nicht ohne Kühnheit und von oft überraschend weitem Blick darin. Er besaß einen ausgezeichneten Formensinn und ebensolches Formengedächtnis, eine besondere Fähigkeit für klare wissenschaftliche Fragestellung und war erfinderisch in der Aufstellung geeigneter Methoden zu ihrer Beantwortung. Seine kritische Veranlagung wendete er mit größter Strenge auf sich selber an, machte aber trotz aller göthischer Ehrfurcht, die ihm im reichsten Maße zu theil geworden war, und bei aller Achtung, die er vor jeder andern ehrlichen Ueberzeugung

bescheiden empfand, damit vor keiner Autorität Halt. Rastlos war er bemüht, seine Kenntnis und Einsicht und damit seine Urteilsfähigkeit zu erweitern und zu vertiefen. Die Zeit, während deren er unter meiner Leitung arbeitete, war für mich eine solche reinster Freude und vielseitiger Anregung, aber auch hoher Erwartung. Ein von hehren Idealen erfüllter, von den höchsten sittlichen Ideen beseelter Geist, eine edle, tatenfreudige Jünglingsgestalt, ein vornehmer, offener und zuverlässiger, ernst-fröhlicher Charakter, dem in allen Lebenslagen bei rascher Entschlossenheit Pflichtgefühl und Treue Leisterne waren, hätte er sich in jeder Hinsicht, auch in seiner Wissenschaft, zu einem tüchtigen Manne entwickelt.

Doch ihm war ein höheres Loos beschieden. Er ward gewürdigt, für sein Land zu sterben.

Bremen, im Februar 1918.

C. A. Weber.

Einleitung.

Als ich bei der Untersuchung der Mammutfundstätte von Borna meinem Vater C. A. Weber im August 1913 Assistentendienste leistete, wurden wir auf Moorablagerungen aufmerksam, die sich in dem durch den Tagebau der Braunkohlengrube Victoria links der Wyhra zwischen Borna und Lobstädt geschaffenen Aufschlüssen unter den jüngsten postglazialen Absätzen des Flusses fanden. Damals konnte diesen Moorbildungen nur wenig Zeit gewidmet werden. Ich entnahm ihnen aber mehrere Serien von Schichtproben und habe diese während meiner Ferien im botanischen Laboratorium der Moor-Versuchs-Station zu Bremen selbständig untersucht, wobei ich mich bei der Bestimmung mehrerer Pflanzenreste, zumal der Moose, der Unterstützung meines Vaters erfreute. Ich habe darauf im März 1914 die Fundstätte noch einmal im Felde mit mehr Zeit und Ruhe untersucht. Da die Kenntnis grade der Flußablagerungen künftig für die Quartärgeologie von besonderer Wichtigkeit sein wird, scheint es mir nicht ohne Interesse, das Ergebnis meiner Studien hiermit der Öffentlichkeit zu übergeben.

Die allgemeinen geologischen Verhältnisse der Gegend, um die es sich handelt, werden durch die Sektion Borna-Lobstädt der geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen erläutert und sind, soweit sie die Wyhrafurche angehen, in der Arbeit von C. A. Weber über die Mammutflora von Borna eingehend erörtert worden. Indem ich auf diese verweise, sei hier nur hervorgehoben, daß das Quartär im allgemeinen in dieser Gegend nur eine dünne Decke bildet, unter der überall das Tertiär ansteht. In der Wyhrafurche sind es meist die allerjüngsten quartären Bildungen, die jenen unmittelbar aufgelagert sind.

Diesem allgemeinen Bilde entspricht auch das der Aufschlüsse, die ich in der Victoriagrube beobachtet habe. Ich bemerke noch, daß sich meine Beschreibung auf die im Frühjahr 1914 eingehend

untersuchten beschränkt. Die von C. A. Weber auf Seite 4 seiner Mammutflora gelieferte bezieht sich z. T. auf solche, die durch den weitem Abbau der Braunkohlen damals bereits zerstört waren.

Zu Dank verpflichtet fühle ich mich den Herren Prof. Dr. E. Wüst in Kiel für die bereitwillige Durchsicht und Bestimmung der Konchylienfauna und Prof. Dr. G. Bitter, Direktor des botanischen Gartens zu Bremen, bei dem ich Gelegenheit hatte, mich mit der Anatomie der Pflanzen, insbesondere der des Holzes zu beschäftigen. Ganz besonderen Dank schulde ich vor allen meinem Vater und Lehrer Prof. Dr. C. A. Weber.

Kap. 1.

Beschreibung des statigraphischen Profils und der Lagerungsverhältnisse in dem Tagebau der Gewerkschaft Victoria.

I. Tertiär.

Das Liegende bildet in dem Aufschluß des Tagebaus Victoria die Braunkohle, die nach den Erläuterungen zu dem Blatte Bornalobstädt dem Unter-Oligocän zuzurechnen ist. Sie gehört dem Hauptbraunkohlenflöz der großen Leipziger Oligocänmulde an. Die größte Mächtigkeit betrug in dem Aufschluß nach Aussage des Obersteigers ungefähr 22 m. Die Braunkohle wurde fast bis zur Sohle abgebaut, doch ihr Liegendes war nirgends aufgeschlossen (Taf. 1, Abb. 1). Eine deutliche Schichtung, hervorgerufen durch abwechselnde Lagen von dunkler, bröckelig-erdiger, in kleine scharfeckige Würfel zerfallender Kohle, die im frischen Zustande weich und leicht schneidbar war, und einer etwas helleren, mehr krümelig-erdigen Kohle zeigte sich in allen Horizonten. Die Grenzen dieser Lagen waren manchmal scharf, manchmal verwischt. Ihre Mächtigkeit schwankte zwischen 0,15 und 1,00 m. Holzstücke (Wurzeln) fanden sich häufig, ganze Stämme seltener, immer liegend und ohne bestimmte Orientierung, meist stark mit Schwefelkies überzogen und durchsetzt. Ein großer Stamm (*Cupressinoxylon* Gothan) von 7,50 m Länge und 0,60 m Dicke war zur Zeit meines Besuchs grade durch einen Bagger bloßgelegt worden. Die Stämme und größeren Stöcke beobachtete ich nur in den dunkleren, grobbrockigen Lagen.¹⁾

Infolge einer schon prädiluvialen Erosion einerseits und anderseits infolge der mechanischen Wirkungen des Inlandeises und seiner Schmelzwässer zeigte die Oberfläche der Kohle eine sehr unregelmäßig wellige Beschaffenheit. Die Schichten der ganzen oberen Hälfte des Flözes sind durch das Eis gebogen und gefaltet. Die Schmelzwässer wühlten tiefe Strudellöcher hinein. Daß es nicht durch Faltung entstandene Vertiefungen waren, bewies der Umstand, daß die Schichtung

¹⁾ Anmerkung 1.

an den Rändern des Loches abbrach und weder den Seiten noch dem Boden parallel lief. In diesen Löchern fanden sich besonders häufig große Geschiebe. Am Südrande des Tagebaus war ein großer Moränenfetzen weit in die Kohle hineingepreßt (Taf. 1, Abb. 2).¹⁾

II. Das Diluvium.

a. Die Grundmoräne.

Auf dem Braunkohlenflöz ist unmittelbar, freilich teilweise mit einer geringmächtigen Zwischenlage von aufgearbeiteter Braunkohle, die Grundmoräne aufgelagert. Es fehlen die weiteren Glieder des Unteroligocäns, vor allem das obere Braunkohlenflöz, das marine Mittel- und Ober-Oligocän und das terrestre Miocän. Das obere Flöz ist noch in der Grube „Marie“ nördlich von Borna auf dem rechten Wyhrauer aufgeschlossen. Die marinen Bildungen keilen sich schon im nördlichen Teile der Sektion aus, sind deshalb auch nicht hier zu erwarten. Das Miocän läßt sich nur dann abtrennen, wenn die marinen Bildungen vorhanden sind.

Den Geschiebelehm konnte ich nur in der oben erwähnten Einquetschung beobachten. Er war vollständig entkalkt, im frischen Anschnitt hellgrau. An der Ostwand des Tagebaus, die schon ziemlich weit in der Wyhraniederung liegt, waren als Zeugen der einstigen Moräne große, geschliffene Geschiebe nordischen Ursprungs übrig geblieben, die teils unmittelbar auf der Braunkohle, teils 1—2 m darüber in den Sanden und Kiesen lagen. Geschiebe, die einen geringeren Durchmesser als 0,30 m besaßen, habe ich nicht bemerkt.

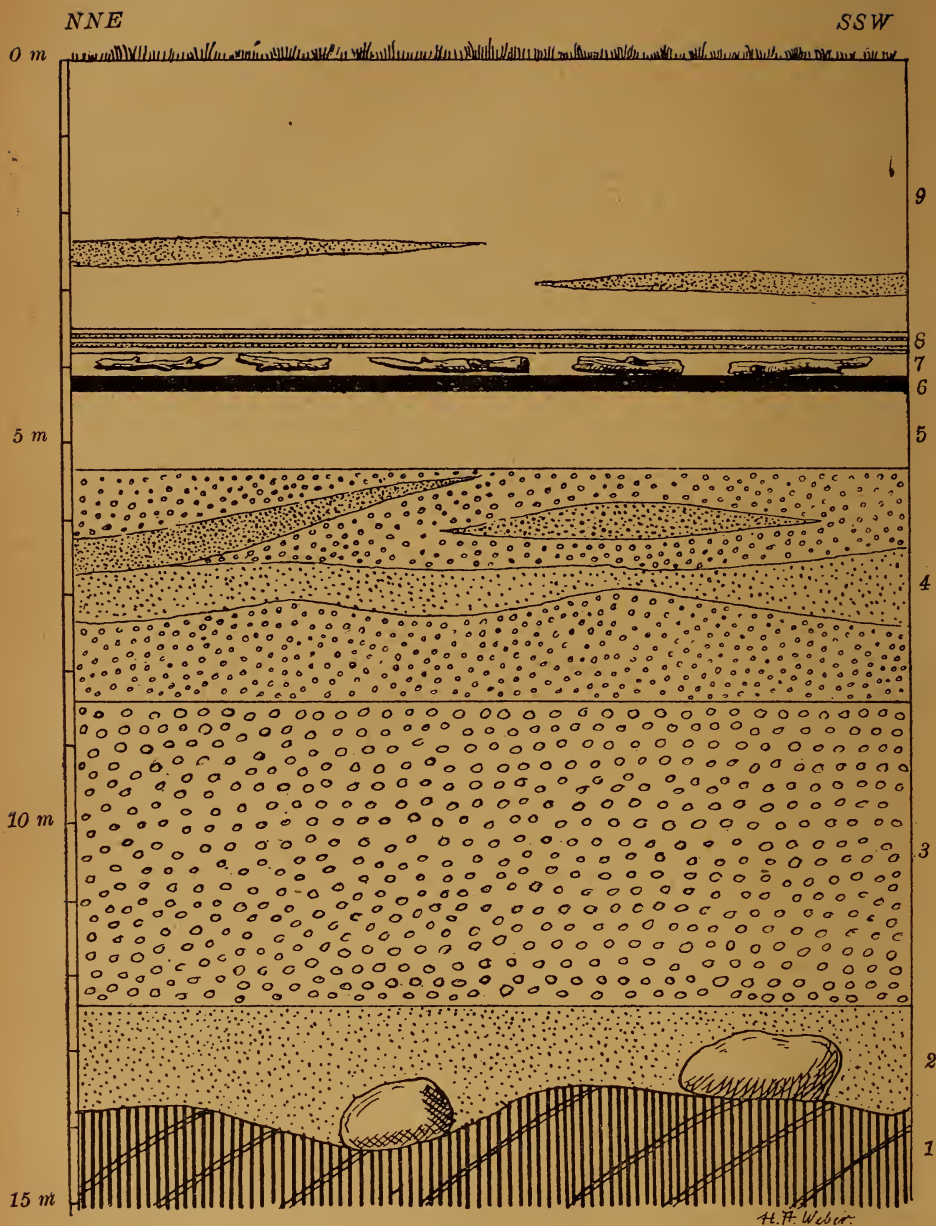
b. Die Schotterbildungen.

Leider war wegen starker Verschüttung an der Nord- und Südseite des Tagebaues kein Profil durch die Flußablagerungen und den Talhang zu sehen. Nur die Ostseite bot einen guten Einblick. Dort lagen auf der Braunkohle diskordant mächtige Sand- und Kiesablagerungen. Sand, Kiese, zum Teil verlehmt, besonders in den oberen Horizonten, wechselten ganz unregelmäßig ab. Zuunterst, zumeist auch in den Strudellöchern, lagen hellweiße feine Sande, die Ähnlichkeit hatten mit den oligocänen Sanden im Hangenden des obren Braunkohlenflözes, wie sie auf dem rechten Wyhrauer aufgeschlossen waren. Hier zeigte der Sand deutliche Flußstruktur und war vielfach durch Beimengung von Braunkohlentrümmern dunkel gefärbt. Auch wechselten zuweilen dunkle und helle Schichten von geringer Mächtigkeit ab.

Ueber diesem Sande folgte eine 4 m mächtige, fast einheitliche Kiesablagerung mit stark abgerundetem, bis faustgroßem Material, das sich in der Hauptsache aus milchigen Quarzen zusammensetzte. Daneben traten aber auch recht häufig Quarzporphyre auf, ferner hin und wieder Kieselschiefer und gelbe Feuersteine.

¹⁾ Ähnliches beobachteten L. Siegert und W. Weissermel sowie Fr. Raefler an den Braunkohlenflözen des Saalegebietes.

Abb. 1.



Profil durch den oberen Teil der Ostwand des Tagebaus
der Victoriagrube bei Lobstädt und des mittleren Randbeckens
am 12. März 1914.

Dem Kiese aufgelagert waren häufig miteinander wechsellagernde Schichten von Sand verschiedenster Korngröße und Kiese mit langgestreckten Tonlinsen. Sie wurden in ihrer Gesamtheit bis 3 m mächtig.

Ein schönes Profil bot sich ungefähr in der Mitte der Ostwand, nördlich von der Treppe, die in die Grube hineinführte, nämlich von unten nach oben (s. den Profilriß Abb. 1 auf Seite 194):

1.	Braunkohle.		
2.	Weißer Sande mit aufgearbeiteter Braunkohle und großen Geschieben	rd.	1,50 m
3.	Kiesschotter		4,00 "
4.	{ Lehmiger Sand	}	3,00 "
	{ Feiner heller Sand		
	{ Kies, wallnußgroß		
	{ Grober Sand (Linsen)		
	{ Kies, wallnußgroß		
5.	Gelbgrauer sandiger Lehm		1,00 "
6.	Schilftorf		0,20 "
7.	Feiner tonig-humoser Kies mit Holz		0,30 "
8.	Feiner Sand und lehmiger Sand wechsellagernd ..		0,30 "
9.	Aulehm, unten mit Sandlinsen		3,50 "

Die Schotter der dritten Schicht zeigten ein gewisses, mit den jüngeren diluvialen Flußschottern, die das Liegende des Mammuttons bei Borna bilden, übereinstimmendes Individualgepräge, und es ist daher nicht undenkbar, daß sie mit diesen identisch sind. Sollte das zutreffen, so würden erst die in der vierten Schicht zusammengefaßten Sande und Kiese den „alluvialen Schottern“ der Darstellung C. A. Webers (Mammutflora Seite 5) entsprechen.¹⁾

Die Oberfläche dieser Kiese und Sandschichten hatte eine sehr unregelmäßige Gestalt, die, wie mir scheint, sekundär durch Wasser bewirkt worden ist, das seitwärts in das Tal hinabrann. Denn in dem Schotter eingeschnitten waren mehrere z. T. sehr schmale rinnenartige Becken, die alle mit allmählicher Vertiefung senkrecht zur Wyhra verliefen und einen mehr oder weniger deutlich zungenartigen Umriß erkennen ließen. Das tiefste und zugleich schmalste Becken befand sich an dem Südende der Ostwand des Tagebaues, ein flaches in der Mitte und ein wieder tieferes am Nordende. Die Becken wurden erfüllt und eingeebnet durch Mudden und ganzpflanzige Torfarten, die in dem südlichen Becken, wo sie am besten aufgeschlossen waren, einen mannigfaltigen Bau zeigten und eine Mächtigkeit von fast 4 m, in der Mitte des Lagers gemessen, besaßen. Die Breite dieses Beckens betrug 44 m. Den Moorbildungen war in allen dreien unter Zwischenschaltung einer Schicht, die durch die Aufnahme der Reste zerstörter phytogener Bildungen gekennzeichnet wurde, der Aulehm aufgelagert, der mit seiner Oberkante in die Höhenlage der heutigen Wyhratalsohle reichte.

¹⁾ Anmerkung 2.

c. Die Stellung der Beckenbildungen zu den Flußablagerungen.

Diese Moorbildungen sind es, die den Hauptgegenstand meiner eingehenden Untersuchung bildeten, worüber ich nunmehr berichten werde.

Ihre Entstehung begann zu einer Zeit, als die Wyhra sich mit einer breiten und tiefen Furche in die älteren Bildungen eingegraben, namentlich die älteren diluvialen Ablagerungen bis auf geringe Reste wie den, in dem die Mammutschicht bei Borna angetroffen wurde, abgetragen und die geschaffene Aushöhlung wieder mit mächtigen Schottermassen mehrere Meter hoch ausgefüllt hatte. Damals muß in der Aufhäufungstätigkeit des Flusses ein Stillstand oder wenigstens eine sehr starke Abschwächung eingetreten sein. Jedenfalls gelangten seine Hochwasser lange Zeit hindurch nicht mehr bis zu den Becken, wo die Moorbildung sich vielmehr ungestört vollzog.

Die landschaftliche Lage war um jene Zeit folgende. Die Schotter bildeten die Oberfläche der Talsohle und stellten einen flachen, der Talrichtung folgenden Rücken dar, in den der Fluß sich wieder eingegraben hatte. Der westliche Talrand muß etwas tiefer gelegen haben als der Teil der Schotterterrasse, der sich zwischen ihm und dem damaligen Hochwasserbette des Flusses befand. Die Talgehänge waren von Regenschluchten durchschnitten, an deren unteren Enden das herabstürzende Niederschlagswasser öfters tiefe Auskolkungen geschaffen hatte, wie sie uns in unsern drei Becken entgegentraten.¹⁾ In den hier dauernd vorhandenen Teichen siedelten sich Pflanzen nebst Tieren an und leiteten die Moorbildung ein.

Am schönsten aufgeschlossen fand ich, wie schon bemerkt, das südlichste der drei Becken (Taf. 2, Abb. 3 u. 4) und zwar nach verschiedenen Richtungen, so daß es eine besonders günstige Gelegenheit zur Untersuchung darbot. Die hier angetroffenen Schichten waren von oben nach unten:

			Flußabla- gerungen	Allgemeine Talbildungen
			Moor- bildungen insgesamt rd. 4 m	Becken- bildung des südlichen Beckens
Alluvi- um	Aulehm	3,50 m		
	Tonmudde	0,30 "		
	Obere Lebermudde	0,20—0,25 "		
	Waldtorf	0,50 "		
	Obere Torfmudde	0,60 "		
	Hypnumtorf	0,35 "		
	Untere Lebermudde	0,45 "		
Diluvi- um	Untere Torfmudde	0,10 "		
	Kalkmudde	2,00 "		
	Schwarze Schicht.	0,15—0,20 "		
	Schotterterrasse	6—7 "	Übergangsbildung	
			Flußablagerung	Allgem. Talbildung

¹⁾ Bei dem Besuch im Sommer 1913 trat unter dem damaligen Aufschluß der limnischen Bildungen des südlichen Beckens anscheinend Geschiebelehm zu Tage, der durch den ferneren Abbau beseitigt worden und 1914 nicht mehr vorhanden war. Es handelte sich aber vermutlich nicht um eine primäre, sondern höchstens um eine Abrutschmasse, wenn nicht gar um eine stark verlehnte Lage der unterteufenden Schotter. Ich halte letzteres für das Wahrscheinlichste. Doch besteht auch die Möglichkeit, daß ein Rest der „altalluvialen“ Terrasse,

Von diesen Schichten gehören der Aulehm samt der Tonmudde im Hangenden und die Schotter im Liegenden den allgemeinen Talbildungen an. Zu den Beckenbildungen gehören allein die Moorbildungen samt ihrem Uebergange zu den allgemeinen Talbildungen im Liegenden. Aus später zu erörternden Gründen zähle ich die schwarze Schicht nebst der Kalk- und unteren Torfmudde noch zum Diluvium, zu dem ich auch mit C. A. Weber die Schotterterrasse rechne, und handle sie daher unter diesem ab.

d. Diluviale Muddebildungen.

1. Die schwarze Schicht.

Die liegendste Schicht der Moorbildungen, die erste Sedimentausfüllung des südlichen Beckens, wird von einer 15—20 cm mächtigen Ablagerung von fast schwarzer, fettglänzender Färbung gebildet. Angefüllt war sie mit unregelmäßig angeordneten, ein wenig abgerollten Steinen bis zu Faustgröße; die größeren waren Porphyre der südlich anstehenden Decke, die kleineren zumeist milchige Quarze. Daneben fand sich ein wenig Kieselschiefer und gelber Feuerstein. Die Ablagerung bedeckte den Boden des Beckens in der Mitte in größter, nach den Flanken hin abnehmender Mächtigkeit. An der nördlichen Flanke wurde das Auskeilen in einer Höhe von 0,70 m über der tiefsten Stelle des Beckens festgestellt. Die Grenze zwischen dieser dunklen Schicht und dem darunter liegenden Flußschotter war scharf, einmal hervortretend durch die verschiedene Färbung, dann auch durch verschiedene Größe des Geröllmaterials, die in dem angrenzenden Teile des Schotters höchstens die einer Wallnuß erreichte.

Die Schlämmung der mitgenommenen Probe ergab nur eine Menge von Wurzelfäserchen und sehr viele abgerollte Braunkohlentrümmer; außerdem wurde noch ein beblätterter ziemlich gut erhaltener Ast eines Mooses gefunden, das als *Sphagnum recurvum* Palis. bestimmt werden konnte. Diese cirkumpolare Art ist gegenwärtig in der ganzen nördlichen gemäßigten Zone verbreitet, ebenso im ganzen subarktischen Gebiete. Auch auf Grönland kommt sie vor (Meddelelser om Grönland 3, 2). In den Alpen steigt sie bis 2200 m über dem Meere empor (C. Warnstorf). C. A. Weber beobachtete sie, allerdings mit unsicherer Artbestimmung, in dem glazialen Feinsande des präglazialen Torfflöz von Lüneburg. Das nahe verwandte *Sphagnum cuspidatum* Ehrh., das eine ähnliche Verbreitung hat, wurde in der Mammutschicht von Borna festgestellt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fand ich ein Pollenkorn von *Betula*, viele kleine Insekteneier und Chitinreste. Pollen von *Pinus* zeigten sich nirgends, obwohl ich eine große Anzahl von Präparaten eigens daraufhin sorgfältig durchsah.

die in den Wasserdurchrissen gewöhnlich reich an Geschieben ist, vorlag. Nach der geologischen Karte befand sich diese Terrasse nahe dem jetzigen Aufschluß, bevor sie durch den Braunkohlentagebau beseitigt wurde.

Zweifellos haben wir es hier mit einem zusammengeschwemmten Materiale zu tun, dessen Ursprung am westlichen Ende des Beckens zu suchen ist. Von den Flanken mögen die Steine herabgerollt sein. Aus der ungleichmäßigen Zusammenschwemmung erklärt sich wohl auch die auffallend unregelmäßige Anordnung des Materiales. Die starke Verlehmung, die ich wahrnahm, ist wohl erst nach Auflagerung der nächsten Schicht eingetreten, aus der auch die Wurzelfasern anscheinend eingedrungen sind. Die Dunkelfärbung der Schicht ist hauptsächlich den Braunkohlentrümmern zuzuschreiben.

2. Die Kalkmudde.

Unter diesem Namen fasse ich zwei Facies dieser Ablagerung zusammen, einmal die untere von gelblicher Farbe mit reichlicher Beimengung von feinem Sande und vereinzelt kleinen Steinchen bis zu einer Größe von 1,5 cm im Durchmesser, dann die obere Kalkmudde von hellgrauer, scheckiger Färbung, die mehr den Charakter eines Tons trug; Sand war hier in weit geringerem Maße vorhanden als in der unteren Kalkmudde. Abgerollte bis zu 1 cm im Durchmesser betragende Braunkohlentrümmer waren durch die ganze Schicht verteilt. Der Kalkgehalt war in beiden Abteilungen recht beträchtlich. Die Gesamtmächtigkeit betrug in der Mitte des Beckens annähernd 2,00 m; genau konnte sie nicht gemessen werden, da die Schicht an dieser Stelle in ihrem Liegenden arg verschüttet war. Nach den Flanken zu hoben sich beide Schichtteile und nahmen, besonders die untere, bedeutend an Mächtigkeit ab. Am Süden des Aufschlusses (s. die Photographie Taf. 2, Abb. 3) maß ich nur noch eine Gesamtmächtigkeit von 0,40 m. Auch in faunistisch-floristischer Beziehung bestand ein scharfer Gegensatz zwischen den beiden Schichtteilen. Die untere Abteilung führte — allerdings nur in der Mitte des Zungenbeckens — eine z. T. sehr individuenreiche Konchylienfauna, während ich in der oberen Kalkmudde vergebens danach gesucht habe.

In der Mitte des Beckens konnte man wiederum in der unteren Kalkmudde zwei Stufen unterscheiden. Denn einerseits fanden sich in der untersten weit mehr Konchylien als in der oberen Stufe, andererseits war letztere reich an eingeschwemmten Moosen, die dem Ganzen ein geschichtetes Aussehen verliehen. In der unteren Stufe habe ich im Felde gar keine Moose entdeckt; erst durch die Schlämmung des mitgenommenen Materials im Laboratorium wurden einige Blätter und Äste von solchen zu Tage gebracht. Auch hatte ich den Eindruck, als ob im allgemeinen die Größe der Konchylien im untern Teile geringer war als im obern. Dies war besonders bei *Planorbis (Tropidiscus) marginatus* Drap. der Fall, der in der oberen Stufe einen größten Durchmesser von 13 mm erreichte, dagegen in der unteren nur einen solchen von 10 mm. Bei den Limnäen traf das allerdings nicht zu. Der Konchylienbestand setzte sich aus 12 Süßwasserarten und einer Landart zusammen, nämlich nach Herrn Prof. E. Wüsts Durchsicht und Ergänzung meiner Bestimmungen aus den folgenden:

Zonitoides nitida Müller, ein zerbrochenes Stück.

Limnaea (*Gulnaria*) *auricularia* L., mehrere junge und zerbrochene Stücke, von denen die meisten sicher dieser Art, einige vielleicht zu *L. (Gulnaria) ovata* Drap. gehören.

Limnaea (*Gulnaria*) *peregra* Müll., mehrere Stücke.

Planorbis (*Coretus*) *corneus* L., ein junges Stück.

Planorbis (*Tropidiscus*) *planorbis* L. (= *umbilicatus* Müll., = *marginatus* Drap.), mehrere Stücke.

Planorbis (*Gyraulus*) *arcticus* Beck. (Texttafel S. 200, Abb. 7), vier Exemplare, übereinstimmend mit dem *P. arcticus* aus postglazialen Wiesenkalk von Alt-Karin bei Kröpelin in Mecklenburg (vergl. hierüber U. Steusloff, Archiv d. Ver. d. Fr. d. Naturgesch. in Mecklenburg, Bd. 65, 1911, S. 51, Taf. III, Fig. 1—8, 27—28). Hess von Wichdorff stellte diese hochnordische Art in der spätglazialen Ablagerung von Orlowen in Ostpreußen fest (mitgeteilt von H. Menzel in Ztschr. d. D. Geol. Ges., Bd. 62, 1910, S. 214).

Planorbis (*Gyraulus*) *sibiricus* Duncker (Texttafel S. 200, Abb. 6), vier Stücke, übereinstimmend mit dem von Steusloff a. a. O. S. 52 ff., Taf. III, Fig. 17—26, aus postglazialen Ablagerungen Mecklenburgs beschriebenen *P. sibiricus*.

Planorbis (*Hippeutis*) *complanatus* L., wenige Stücke.

Planorbis (*Segmentina*) *nitidus* Müll., wenige Stücke.

Valvata cristata Müll., zwei Stücke.

Sphaerium corneum L., ein Schälchen.

Pisidium (*Fossarina*) *milius* Held., zwei Schälchen.

Pisidium (*Fossarina*) *Lindstroemii* Cless. Herr Prof. Wüst bemerkt dazu: „*P. Lindstroemii* Cless. ist von Clessin in Übersicht af Kongl. Vet.-Ak. Förhandl., 1888, Nr. 5, S. 339 ff., aus Dryastonen Schonens beschrieben. Weitere Literaturangaben über die Art sind mir nicht bekannt. Ich habe die Art auch in holsteinischen Dryastonen gefunden. In wie weit sie in anderen unserer postglazialen Ablagerungen vorhanden ist, kann ich noch nicht bestimmt sagen.“

Herr Prof. Wüst. hatte ferner die Güte, folgende Gegenüberstellung der Konchylienfunde aus der Kalkmulde des südlichen Zungenbeckens bei der Viktoriagrube unweit Borna mit den Vorkommen in Dänemark mitzuteilen.¹⁾

¹⁾ Anmerkung 3.



1. Fruchtschuppe von *Betula nana*. 2. Fruchtschuppe von *Betula intermedia*, Unterseite. 3. Andere Fruchtschuppe derselben Art, Oberseite. 4. Frucht von *Betula intermedia*. 5. Balg von *Carex aquatilis*. 6. Schale von *Gyraulus sibiricus*. 7. Desgl. von *G. arcticus*. 8. Ei mit naupliusartigem Embryo.

Arten	Kalkmulde von Borna (untere Abteilung)		Ablagerungen in Dänemark nach A. C. Johansen ¹⁾				
	Tiefste Stufe	Höhere Stufe	Dryaszeit	Allerödzeit	Birken- Espanzeit	Föhrenzeit	Eichenzeit
<i>Zonitoides nitidus</i> Müll.	—	+ ²⁾	—	—	—	+	+
<i>Limnaea (Gulnaria) auricularia</i> L. ...	+	+	—	—	—	+	+
„ „ <i>peregra</i> Müll.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Planorbis (Coretus) corneus</i> L.	—	+	—	—	—	—	+
„ „ <i>(Tropidiscus) planorbis</i> L. ..	+	+	—	—	+	+	+
„ „ <i>(Gyraulus) arcticus</i> Beck. ..	+	—	—	—	—	—	—
„ „ <i>sibiricus</i> Dunker.	+	—	—	—	—	—	—
„ „ <i>(Hippeutis) complanatus</i> L. .	+	—	—	+	+	+	+
„ „ <i>(Segmentina) nitidus</i> Müll. ..	+	+	—	—	—	—	+
<i>Valvata cristata</i> Müll.	+	—	—	+	+	+	+
<i>Sphaerium corneum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pisidium (Fossarina) milium</i> Held....	} + ³⁾ } + ³⁾		—	—	—	—	—
„ „ „ <i>Lindstroemii</i> Cless.			—	—	—	—	—

Herr Prof. Wüst bemerkt dazu: „Was aus Deutschland an einigermaßen einwandfreien Beobachtungen über die Verteilung der Mollusken auf die verschiedenen Abschnitte der Spät- und Postglazialzeit bekannt ist, ordnet sich Johansens Angaben unter, auch die von Menzel (Ztschr. d. D. Geol. Ges. 62. 1910) anders gruppierten und gedachten Beobachtungen. *Pisidium Lindströmii* und *Gyraulus arcticus* und *sibiricus* dürften von Johansen mit nahestehenden Arten vereinigt worden sein. *Gyraulus arcticus* kenne ich aus Deutschland nur von Alt-Karin in Mecklenburg (s. Steusloff a. a. O.). Der Konchylienbestand, in dem er hier auftritt, stimmt gut mit dem Konchylienbestande überein, den Johansen für die Birken-Espanzeit angibt. Das gleiche gilt für einen Konchylienbestand mit *Gyraulus arcticus* den Dr. Wetzel im letzten Winter (1915/16) in einer Seekreide bei Nowo-Alexandrowsk bei Dünaburg gesammelt und mir geschickt hat; nur enthielt er auch die nach Johansen erst in der Föhrenzeit auftretende *Bithynia tentaculata* L. — *Gyraulus sibiricus* reicht in Norddeutschland nach Steusloffs und meinen Beobachtungen von der Birken-Espanzeit bis in die Eichenzeit hinein. Ich betone ausdrücklich, daß ich in den von mir untersuchten holsteinischen Dryastonen nie etwas von den beiden hier erörterten Gyraulen gesehen habe.“

¹⁾ A. C. Johansen, 1904.

²⁾ »Nach Angabe von Hellmuth Weber »wahrscheinlich« aus der höheren Stufe der unteren Abteilung der Kalkmulde.«

³⁾ »Diese waren in einem Glase vereinigt, und es war nicht zu erkennen, welche Stücke und damit welche Arten aus der tieferen und welche aus der höheren Stufe stammen.«

„Im ganzen scheint mir der ältere Konchylienbestand von Borna der Birken-Espenzeit in Dänemark und durchaus gleich zusammengesetzten Beständen in Norddeutschland am nächsten zu kommen. Der jüngere Konchylienbestand von Borna enthielt zwar schon den für die Eichenzeit in Norddeutschland und Dänemark so bezeichnenden *Planorbis corneus*, doch treten in dieser Zeit in den genannten Gebieten noch eine Reihe von Wassermollusken neu auf, die in Borna nicht gefunden sind.“

Von anderen tierischen Resten wurden in den beiden Abteilungen der Kalkmudde weiterhin ziemlich zahlreiche Ostrakodenschalen (*Cypris* sp.) gefunden, aber nicht näher bestimmt; ferner wurden *Oribates* sp. mehrere Male und zahlreiche winzige Eier von Würmern und Kokons von Planarien nebst einigen unbestimmbaren Bruchstücken von Insekten angetroffen.

An Pflanzen wurden in der Kalkmudde folgende beobachtet:

Nitella flexilis Ag. Sporenkerne 380—450 μ lang, fast rund, mit 6 kräftigen, stumpfen Leisten. In der oberen Abteilung der Kalkmudde. Diese in Europa von Oberitalien bis in das subarktische Gebiet Skandinaviens verbreitete Art fehlt dem arktischen Gebiete. Dagegen ist sie in Dryastonen Dänemarks und Schleswig-Holsteins festgestellt worden. C. A. Weber gibt sie aus dem Mammutton von Borna an, sowie in der glazialen Region des Rabutzer Beckentons; N. Hartz aus 2 glazialen Ablagerungen Dänemarks, A. G. Nathorst aus der von Projensdorf bei Kiel.

Chara contraria A. Br. Die bis 600—700 μ langen, eiförmigen, ellipsoidischen oder fast walzenförmigen, 11—13 Umgänge enthaltenden, braunen, mit starker Kalkhülle versehenen Sporen fanden sich in ungeheurer Menge zusammen mit kalkigen Chararöhrchen in der unteren Abteilung, während sie in der oberen nur spärlich vorkamen. Die gegenwärtige Verbreitung dieser Art ähnelt der der vorigen. N. Hartz stellte sie in dem Dryashorizont von Alleröd sowie dem zweier anderer Fundstellen in Dänemark fest, A. G. Nathorst in der von Projensdorf.

Chara fragilis Desv. Sporenkerne 550—680 μ lang, eiförmig bis walzenförmig mit 11—14 Umgängen der nur wenig hervortretenden Schraubenleiste, ohne Kalkhülle. In der oberen Abteilung. Eine jetzt durch ganz Europa verbreitete Art.

Sphagnum papillosum Lindb. und

Sphagnum cymbifolium Ehrh.

Diese beiden Moose fanden sich immer in ziemlich festen, fast kugeligen Bällchen von einem Durchmesser bis zu 2 cm zusammen in beiden Teilen der Kalkmudde. Es handelte sich offenbar um Torfbröckchen, die vom Ufer her eingeschwemmt wurden; dort müssen sich schon damals kleine Hochmoorbildungen befunden haben, die durch die spätere Flußerosion gänzlich beseitigt worden sind und auf deren Gegenwart schon der Fund von *Sphagnum recurvum* in der unterlagernden Schicht hinweist.]

Beide *Sphagnum*-arten sind cirkumpolar und aus der gemäßigten Zone bis in das arktische Gebiet verbreitet, *S. papillosum* bis 71° n. Br. In den Alpen gehen sie bis über die Baumgrenze, bis ca 2200 m. *S. papillosum* fand sich auch in dem Mammutton von Borna.

Hypnum giganteum Schimp. Die Moosbänke in der obern Stufe der unteren Abteilung der Kalkmulde, werden ausschließlich von dieser Art gebildet; auch die Moosreste der unteren Stufe dieser Abteilung gehören ihr an.

Dieses Moos ist von den Ebenen der gemäßigten Zone bis in die Alpenregion verbreitet und ist ebenfalls im arktischen Gebiete häufig.

Mooskapseldeckel, zuweilen mit Resten der Kapsel, wahrscheinlich einem *Hypnum* angehörig fanden sich besonders häufig in der südlichen Flankenzone der Kalkmulde.

Potamogeton filiformis Pers. Mehrere Steinkerne in der oberen Abteilung. Dieses Laichkraut ist vom nördlichen Mittelmeergebiet bis Island und Grönland (70° n. Br.) ins arktische Gebiet hinein verbreitet. In den bayrischen Alpen nach F. Vollmann bis 1802 m beobachtet. Fossil in der Mammutschicht von Borna sowie in glazialen Ablagerungen Dänemarks und Schwedens.

Potamogeton obtusifolius M. K. Gleichfalls in mehreren Steinkernen in der oberen Abteilung angetroffen. Diese Art ist gegenwärtig im gemäßigten Teile Europas bis zum östlichen Finnland (67° 25' n. Br.) und Norrland verbreitet, fehlt aber sonst dem arktischen Gebiete wie den Hochalpen. N. Hartz stellte sie in drei glazialen Ablagerungen Dänemarks, Zmuda in der von Krakau fest.

Graminee, ein Halm- oder Rhizomdiaphragma einer kleineren Art, etwa von der Größe der *Poa pratensis*.

Scirpus tabernaemontani Gm. eine vorzüglich erhaltene (bistigmate) Nuß mit abgebrochenen Perigonborsten aus dem oberen Teile der Kalkmulde. Diese von manchen nur als eine Abart von *S. lacustris* betrachtete Art zeigt in Europa gegenwärtig eine ähnliche Verbreitung wie *Potamogeton obtusifolius*, reicht aber weiter in das Mittelmeergebiet und erreicht nirgends das arktische Gebiet, indem sie nach Nyman auf der skandinavischen Halbinsel nur bis in das südliche Norwegen und Schweden und in den südwestlichen Teil Finnlands reicht. Ebenso fehlt sie höheren Gebirgslagen der Alpen, während die Hauptart *S. lacustris* L. nach Palla in den Gebirgen Mitteleuropas bis 1400 m emporsteigt. N. Hartz stellte sie in 2 glazialen Ablagerungen Dänemarks fest.

Carex aquatilis Wahlenb. Ein kleiner elliptischer, plankonvexer, nicht aufgeblasener, 2 mm langer, 1,4 mm breiter Balg mit ganz kurzem, gerade abgeschnittenem Schnabel, ohne deutliche Adern, mit purpurnen schwach warzigen Flecken fein gesprenkelt (Texttafel S. 200, Abb. 5), die Nuß etwa $\frac{3}{4}$ des Innern ausfüllend.

In der oberen Abteilung. Meines Erachtens käme nur noch *Carex rigida* Good. in Frage, deren Bälge aber meist stärker gewölbt sind und bei der sich die schwarzpurpurne Färbung im obersten Drittel des Balges zusammendrängt. — *Carex aquatilis* ist eine arktische Pflanze, auch im subarktischen Gebiet heimisch und von da mit vorgeschobenen Posten in das nördliche gemäßigte Gebiet ragend, in Europa südwärts bis Reval und Mittelschweden (Kükenthal 1909).

Carex sp., ein kleiner 3 mm langer, 1,4 mm breiter, dreikantiger, spindelartiger Balg, außer den 2 Randnerven nervenlos, Nuß klein, das Innere etwa zu $\frac{2}{5}$ ausfüllend, Spitze des Balges etwas beschädigt. Vielleicht *Carex glauca* Murr.?

Carex sect. *Carex* Beauv. et Rehb., mehrere große dreikantige Nüsse, eine mit Resten eines dünnhäutigen Balges. Vielleicht *Carex rostrata* Stokes.

Batrachium sp., die Art läßt sich aus den Früchtchen nicht bestimmen; das einzige in der oberen Abteilung der Kalkmulde gefundene war überdies stark zerdrückt. Fossil wurden *Batrachium*früchte in zahlreichen glazialen und jüngeren Ablagerungen Europas angetroffen.

Myrophylloides spicatum L., mehrere Steinkerne in dem obern Teile der Kalkmulde. Es hat seine Hauptverbreitung im gemäßigten Klima, in Europa bis Finnland und Lappland, ferner auf Island (nach Stefánsson 1901) und ist selbst an der Westküste Grönlands noch vereinzelt bis 68° 21' n. Br. gefunden worden (Lange 1887). In den bayrischen Alpen geht es aber nach F. Vollmann nur bis 800 m, bleibt also weit unterhalb der Baumgrenze. In einer glazialen Ablagerung Dänemarks (Hartz), in mehreren Schwedens (G. Andersson) und Gr. Britanniens (Cl. Reid) festgestellt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurde wiederum besonders Wert darauf gelegt, zu beobachten, ob Pollen von *Pinus* vorhanden wären. Aber auch hier wurde kein einziges Pollenkorn dieser Art gefunden, ebensowenig fanden sich solche von *Betula*, die wohl zu erwarten gewesen wären. Ich habe weiterhin auch die Möglichkeit geprüft, ob sich in den Sphagnumtorfbällchen Pollen dieser Bäume fänden, da sie sich in Moostorf besonders gut erhalten. Allein auch hier fand sich nichts derart, obwohl ich die sorgfältig aus der frischen Kalkmulde mit einer Pinzette herauspräparierten und in einem kleinen Gefäß aufgeschwemmten Moosbällchen in einer großen Reihe von Präparaten danach durchsuchte.

Nach alledem kamen Holzgewächse — Birken oder Föhren — zur Zeit der Ablagerung der Kalkmulde in der Wyhraniederung nicht oder nur äußerst spärlich vor, und das gleiche muß von dem umgebenden höheren Gelände angenommen werden.

3. Die untere Torfmulde.

Die Schicht hatte nur die geringe Mächtigkeit von 10 cm. Auch sie zeigte wie die vorhergehende weder Schichtung noch Bankung.

Die Farbe im bergfrischen Zustande war schokoladenbraun mit stellenweise tieferen Schattierungen. Der Sandgehalt war schwach, kohlensaurer Kalk konnte mit Salzsäure nicht nachgewiesen werden. Ein mit 96prozentigem Alkohol hergestellter Auszug aus dem lufttrockenen Pulver hatte eine blaßgelbe Färbung und fluoreszierte nicht. Im trockenen Zustande blieb das Material fest zusammenhangend und hart.

Die Schlämmung ergab:

vereinzelte Braunkohlentrümmer,
Kokons von Oligochäten;

ferner folgende Pflanzenreste:

Chara fragilis Desv., Sporen, ziemlich spärlich.

Camptothecium nitens (Schreb.) Schimp., mehrere gut erhaltene beblätterte Stammstücke und Äste. Im arktischen und subarktischen Gebiet ebenso wie in der gemäßigten Zone von der Ebene bis zur Voralpenregion verbreitet und hier und da auch in die Hochalpenregion eindringend. Von Nathorst in dem Glazial von Projensdorf in Holstein, von C. A. Weber in der Mammutschicht von Borna, in schwedischen und dänischen Glazialbildungen häufig beobachtet.

Sparganium minimum Fr., ein Steinkern. Es erschien zunächst zweifelhaft, ob diese Art oder *S. simplex* Huds. vorläge. Doch spricht für die gewählte Entscheidung die fehlende Andeutung der 6—7 Längsfurchen, die bei den Steinkernen der anderen immer vorhanden sind. *S. minimum* ist vom nördlichen Spanien bis Lappland verbreitet (Nyman l. c.) und im Norden und Westen Islands nicht selten (Stefánsson). Innerhalb des Alpengebietes scheint sie sich auf die tieferen Lagen zu beschränken.

Carex rostrata Stokes, mehrere gut erhaltene Bälge. Diese Segge ist von den Ebenen Mitteleuropas bis oberhalb der Baumgrenze, in den bayrischen Alpen nach Vollmann bis 1700 m, in den Schweizer Alpen nach Stebler und Schröter (Landw. Jahrb. d. Schweiz 1891) bis 2100 und 2400 m verbreitet, nordwärts bis in das arktische Norwegen, Island und Grönland. Von N. Hartz in glazialen Ablagerungen Dänemarks, von C. A. Weber in dem Mammutton von Borna festgestellt.

Salix sp., mehrere Holzteilchen, mit Hilfe des anatomischen Baus bestimmt.

Potentilla sp., eine sehr kleine Frucht, leider vor der nähern Bestimmung der Art verloren gegangen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden nur ganz vereinzelt Pollenkörner, wahrscheinlich von einer Graminee, gefunden. Solche von *Salix*, die nach dem Holzfunde hätten erwartet werden können, vermochte ich nicht aufzufinden, ebensowenig die von *Betula* oder *Pinus*. Es wurden nur noch die Sporen eines Rostpilzes, *Uromyces* sp., nachgewiesen.

Blicken wir auf die Befunde der drei besprochenen Schichten des südlichen Beckens zurück, so können wir sie folgendermaßen zusammenfassen:

Es befand sich hier ein kleiner, aber einige Meter tiefer Teich, in dem eine Anzahl von Wasser- und Sumpfpflanzen gedieh und in dem sich ein reiches, hauptsächlich aus Mollusken und Ostrakoden sowie Planarien und Oligochäten bestehendes Tierleben entfaltete. Aus dem anfangs kalkreichen Wasser wurde durch die Pflanzen einfach-kohlensaurer Kalk ausgeschieden, bis der Gehalt daran erschöpft war. Inzwischen hatte sich die Ufervegetation stärker ausgebildet. Frühzeitig muß es hier zu kleinen Hochmoorbildungen gekommen sein, sei es, daß der Boden der Umgebung schon zu einer Zeit kalkarm geworden war, als dem Becken noch immer kalkhaltiges Wasser zufloß, oder weil damals eine durch kalkreicheren Boden begünstigte, den Sphagnen feindliche Vegetation noch fehlte.

Zuletzt war der Teich wahrscheinlich von Seggenwiesen und Torfablagerungen telmatischer Art umgeben, deren von den Wellen abgeriebener Mulm sich mit dem Kote der Tiere und den von ihnen zerbissenen, von Grundschlamm bewohnenden Organismen umgewandelten Pflanzenresten vermengt niederschlug und die Torfmudde bildete.

Ob diese schon zu jener Zeit kalkfrei war, oder durch spätere Auslaugung ihren Kalkgehalt eingebüßt hat, bleibt unentschieden. Aber auf dieser Entwicklungsstufe hinderte die umgebende Pflanzendecke die Einschwemmung von Sand und Braunkohlentrümmern aus den anstehenden ältern Bergarten der Umrahmung, während sie zur Zeit der Bildung der Kalkmudde noch ziemlich lebhaft vonstatten ging.

Während der ganzen Zeit der Ablagerung dieser drei lakustrinen Bildungen fehlten in der nähern und weitem Umgebung pollenliefernde Bäume, wie Birken und Föhren, oder waren nur so spärlich vorhanden, daß ihre Pollenerzeugung bei der Zerstreuung durch den Wind über weitausgedehnte Flächen sich nicht an jeder Stelle bemerklich machen konnte, auch da nicht, wo die Pollen, wie in lakustrinen Muddebildungen der besprochenen Art und in Moostorf ein für ihre dauernde Erhaltung äußerst günstiges Mittel antrafen. Der vereinzelt in der untersten Schicht angetroffene Birkenpollen kann überdies von *Betula nana* herrühren, deren Gegenwart um diese Zeit die Befunde der noch zu beschreibenden Schichten dartun. Der Umstand, daß auch Haarbirken bald darauf hier reichlich erschienen und daß sich hier, wie wir sehen werden, dieselbe Reihe des Auftretens der Bäume vollzieht wie in anderwärtigen Schichtenserien, die bis in die Glazialzeit hinabreichen, berechtigt zu der Annahme, daß in den beschriebenen drei Schichten ebenfalls glaziale Bildungen vorliegen.

Dazu stimmt freilich anscheinend weder das Vorkommen von *Planorbis corneus*, der nach Menzel erst in der Eichenzeit charakteristisch wird,¹⁾ noch das des *Scirpus tabernaemontani*. Allein bereits

¹⁾ Hans Menzel, Die geologische Entwicklungsgeschichte der älteren Postglazialzeit, 1914, S. 205 f.

C. A. Weber hat (1906) darauf hingewiesen, daß in den geographischen Breiten Mitteleuropas auch in der Glazialzeit keine rein arktische Flora und Fauna zu erwarten ist, wie sie gegenwärtig in höheren Breiten erscheint, und C. Wesenberg-Lund hat in überzeugender Weise dargetan, daß die hier steiler auffallenden Sonnenstrahlen namentlich die seichteren Gewässer derart erwärmen müssen, daß in ihnen auch in glazialer Zeit recht wohl mehrer Wärme bedürftige Tiere und Pflanzen gedeihen konnten.¹⁾ Auch in dem glazialen Mammutton von Borna wurden sie nachgewiesen, und der jetzt die arktischen und alpinen Gebiete meidende *Potamogeton obtusifolius* ist, wie bereits bemerkt wurde, in Ablagerungen aus der Zeit des Abschmelzens des letzten Inlandeises in Dänemark sowie in den Glazial von Krakau beobachtet worden; hat doch auch bereits Gunnar Andersson früher die Bemerkung gemacht, daß die ganze Lebenswelt der glazialen Ablagerungen in den mittleren Gegenden Europas reich an Arten ist, die dem arktischen Gebiete gegenwärtig fremd sind.²⁾ Zu demselben Ergebnis kamen Friedrich³⁾ und Menzel⁴⁾ hinsichtlich der spätglazialen Konchylienfauna im Lübecker Talsandgebiete. Was nun im besondern *Planorbis corneus* anlangt, so ist dessen erstes Massenaufreten in der Eichenzeit dem Anscheine nach zunächst nur für die ehemals vereist gewesenen Gebiete kennzeichnend. Menzel selber bemerkt: „Weiter südlich ändern sich die Verhältnisse schon wesentlich, indem einesteils hier die Verbreitung der lebenden Konchylien sich ändert und zum anderen der Einfluß der Vereisungen auf die Konchylienwelt ein ganz anderer gewesen ist.“⁵⁾ Es ist unter Hinblick auf die Feststellung Wesenberg-Lunds nicht nötig, für dieses Zeitalter eine dauernde oder zeitweilige höhere Lufttemperatur des Sommers anzunehmen, wie Johansen tat und Menzel für möglich hielt. Ich erblicke daher in dem Vorkommen solcher Arten in unserer Fundsicht um so weniger eine Schwierigkeit meiner Annahme, als die übrige Fauna und Flora der in Rede stehenden Schichten recht gut zu mitteleuropäisch-glazialen paßt und besonders in dem Vorkommen von *Gyraulus arcticus*, *G. sibiricus*, *Pisidium Lindstroemii* und *Carex aquatilis* auch typische Vertreter eines kalten Klimas aufzuweisen hat.

Wenn nicht auch andere arktisch-alpine Pflanzen angetroffen wurden, wie *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Betula nana* und andere mehr, so würde das nur beweisen, daß zur Glazialzeit so wenig wie heute alles, was die Flora bot, an jedem noch so beschränktem Platze gelebt hat, und man wird höchstens schließen dürfen, daß damals in Mittelddeutschland die arktisch-alpinen Pflanzen und Tiere

¹⁾ C. Wesenberg-Lund, Om limnologiens betydning etc. 1909.

²⁾ Im 8. Ber. der Züricher botan. Ges. 1901—1903 (1903) Seite 31 f. und Wissenschaft. Ergebnisse des internationalen Botanikerkongresses 1905 in Wien. 1906, S. 59.

³⁾ P. Friedrich, Die Grundmoräne und die jungglazialen Süßwasserablagerungen der Umgegend von Lübeck, 1905.

⁴⁾ H. Menzel, Klimaänderungen und Binnenmollusken, 1910.

⁵⁾ a. a. O. Seite 236.

nur in zerstreuten, wenn auch häufigen Kolonien lebten, die oft sehr groß und ausgedehnt sein mochten.

Die Auffassung der drei Schichten als glazial befindet sich durchaus in keinem Widerspruch mit der oben angeführten, auf den Konchylien allein gegründeten E. Wüsts. Denn es ist anzunehmen, daß sich die südlichere Breite der Gegend von Borna derart geltend gemacht hat, daß sich hier während der Glazialzeit infolge des höhern Sonnenstandes und des steilern Einfallwinkels der Sonnenstrahlen innerhalb der Gewässer ein Leben zu entfalten vermochte, wie wir es weiter nordwärts erst in der dortigen Birken-Espenzeit darin antreffen, als das gesamte Klima Europas wärmer als zur Hochglazialzeit geworden war.

Ich rechne demgemäß die drei unteren lakustrinen Schichten des südlichen Beckens noch zum Diluvium, die darüber folgenden aber, denen ich mich nun zuwende, zum Alluvium.

III. Das Alluvium.

a. Die Moorbildungen des südlichen Beckens.

1. Die untere Lebermudde.

Auf die Torfmudde folgte, schon in der Mitte des vorhandenen Aufschlusses nach Westen hin auskeilend, nach Osten sich verstärkend, eine im Höchstmaße 45 cm mächtige blättrige Lebermudde. Auch nach Norden und Süden erreichte sie nicht den Rand des Moorbeckens, sondern keilte vorher zwischen der unteren Torfmudde in ihrem Liegenden und dem Hypnumtorf in ihrem Hangenden aus. Sie war von braungelber Farbe und in dem halbtrockenen Zustande, wie sie mir in der länger der Austrocknung und der Luft ausgesetzten Profilwand vorlag, von etwas lederiger Beschaffenheit. In den oberen 10 cm der Schicht wurde die blättrige Zerklüftung gröber und minder deutlich; hier waren auf den Schichtflächen öfters Blätter sichtbar. Sand war fast garnicht vorhanden. Ein Auszug aus der lufttrockenen gepulverten Masse mit 96prozentigem Alkohol ergab eine gelbgrünliche, blutrot fluorescierende Flüssigkeit. Viele Rhizome und Samen nebst einzelnen Insektenresten lagen in prächtiger Erhaltung auf den Schichtflächen. Aus den mitgenommenen Schichtproben schlämmte ich aus:

Chara fragilis Desv., mehrere Sporen.

Camptothecium nitens (Schreb.) Schimp., mehrere beblätterte Stammstücke.

Hypnum giganteum Schimp., mehrere beblätterte Stamm- und Aststücke.

Scorpidium scorpioides (L.) Limpr., beblätterte Stammstücke und Astspitzen. Eine cirkumpolar von der arktischen Zone durch die Ebenen der gemäßigten bis in die Voralpenregion verbreitete Moosart. A. G. Nathorst stellte sie in einigen glazialen Ablagerungen Esthlands und Livlands, J. Jensen (nach R. Kupffer) in der von Tittelmünde, Szafer in der von Krystynopol in Galizien, C. A. Weber in der Mammutschicht von Borna fest.

Potamogeton natans L., 21 Steinkerne, z. T. mit Resten des Ektokarps. Gegenwärtig durch ganz Europa vom nördlichen Mittelmeergebiete bis zum äußersten Norden verbreitet, auch auf Island in der f. *prolixus* Stefánsson. In den bayrischen Alpen nach Vollmann bis 1100 m über dem Meere angetroffen. In vier glazialen Ablagerungen Dänemarks (N. Hartz) und in solchen Englands (Cl. Reid) nachgewiesen. In Mittelschweden tritt die Art nach Gunnar Andersson erst in der Birkenzeit auf.

Potamogeton praelongus Wulf., 6 wohlerhaltene große Steinkerne. Eine durch Britannien, Belgien, Mittel- und Nordeuropa bis zum Warangerfjord und Alten in der Finmark zerstreut vorkommende Art. Sie fehlt in dem nördlichen Mittelmeergebiete ebenso wie auf Island. In den Allgäuer und bayrischen Alpen in verschiedenen Seen bis 1500 m (Vollmann), ferner im Davoser See, im Lac alpin de Brettaye und im Lac d'Étalières in Neuenburg (Schinz und Keller, Fl. d. Schweiz 1900). Fossil nachgewiesen in glazialen Ablagerungen Dänemarks sowie in der Dryas-, Birken- und Föhrenzone Südschwedens.

Gramineae, mehrere Diaphragmen, mittelgroßen Arten angehörig.

Carex rostrata Stokes, zahlreiche Bälge.

Carex sect. *Carex* Beauv. et Reichenb., zahlreiche Nüsse.

Salix cf. *repens* L., Knospen und Knospenschuppen reichlich. Blätter, im obern Teile der Schicht, gehörten wahrscheinlich dieser Art an.¹⁾ *Salix repens* wurde von C. A. Weber nach Blättern im Hangenden des interglazialen Torflagers von Lütjenbornholt zusammen mit *Betula nana* angetroffen. Diese Art ist von Norditalien durch ganz Europa verbreitet (Nyman), in Norwegen bis 63° 28' n. Br. (Hermann); im bayrischen Alpengebiete reicht sie bis 1000 m über dem Meere (Vollmann), in den schottischen Hochlanden bis 750 m (J. D. Hooker). Auf Island fehlt sie (Stefánsson).

Betula pubescens Ehrh., Früchte und Fruchtschuppen in Menge, im obern Schichtteile auch Blätter. Diese Art bildet gegenwärtig im arktischen Norwegen, auf Island und in Südgrönland die polare Baumgrenze. Im bayrischen Alpengebiete reicht sie nach Vollmann bis 1580 m und bleibt hier beträchtlich unter der Baumgrenze zurück.

Betula intermedia Thomas (= *B. nana* × *pubescens*), Früchte und Fruchtschuppen in Menge. (Texttafel S. 200, Abb. 2—4). In Deutschland fossil in einer der frühen Föhrenzeit angehörigen Ablagerung am Seestrande der Rostocker Heide (Geinitz und C. A. Weber), von N. Hartz in der glazialen von Alleröd in Dänemark, von G. Andersson in Ablagerungen aus der Birken- und Föhrenzeit Schwedens, von diesem und R. Kupffer in der von Tittelmünde in Livland angegeben.

Betula nana L., ein (leider wieder verlorengegangenes) gut erhaltenes Blatt in einer Blätterlage des oberen Teiles der Schicht. Diese

¹⁾ Anmerkung 4.

Art ist ein cirkumpolar verbreiteter arktisch-subalpiner Strauch, im Alpengebiete nur sehr zerstreut vorhanden, auf den bayrischen Hochmooren hier und da, ferner auf Hochmooren des Böhmerwaldes, Erz- und Fichtelgebirges, der Sudeten, des Brockens, in dem norddeutschen Flachlande bei Schafwedel unweit Bodenteich in der Lüneburger Heide und bei Neulinum in Westpreußen als Ansiedler aus jüngster Zeit. Häufig da auch *B. intermedia*.¹⁾

Batrachium sp., ein Früchtchen.

Hippuris vulgaris L., 1 Früchtchen. Nach Hermann l. c. ist die Pflanze durch ganz Europa bis ins arktische Norwegen und auf Island verbreitet. Im Alpengebiete Bayerns geht sie nach Vollmann bis 1600 m.

Menyanthes trifoliata L., vier Samenhälften. Die Pflanze ist von Island durch ganz Nord- und Mitteleuropa verbreitet und dringt ziemlich tief in das Mittelmeergebiet ein. Im bayrischen Alpengebiete reicht sie nach Vollmann bis 1820 m, d. h. bis in die Nähe der Baumgrenze. Von N. Hartz aus verschiedenen glazialen Ablagerungen Dänemarks angegeben, von G. Andersson aus zwei südschwedischen.

Von tierischen Resten wurden nur die Kokons von Oligochaeten und Planarien nebst unbestimmbaren Käferresten ausgeschlämmt.

Mikroskopisch wurden festgestellt:

Cosmarium botrytis Menegh., einige Zellen.

Pinus sp., nur ein einziges Pollenkorn, obwohl sehr viel Praeparate durchgesehen waren.

Salix sp., Pollen mehrfach.

Betula sp., viele Pollen.

Spongilla lacustris Lbk., einige zerbrochene Nadeln.

Außer den Characeensporen und *Cosmarium* wurden irgend welche anderen Reste von Algen auch unter dem Mikroskope nicht bemerkt. Immerhin scheint die Farbe des alkoholischen Auszugs und ihre Fluorescenz darauf hinzuweisen, daß chlorophyllführende Algen, deren Zellwände nicht erhalten geblieben sind, an der Entstehung dieser Lebermulde hervorragend beteiligt waren.²⁾

In die Lebermulde schob sich von der Flußniederung, also von Osten her ein 7 cm mächtiger, nach Westen innerhalb der Schicht auskeilender, fast reiner Moostorf von dunkelbrauner Farbe ein. Die Moospflanzen waren gut erhalten, sie gehörten nur einer Art und zwar *Camptothecium nitens* an. Daneben wurden Rhizome von *Carex* sp. und etwas Holz von *Salix* sp. gefunden. Das Holz, etwa halbfingerdicke Reiser und Wurzeln, wurde mit Hilfe seines anatomischen Baus bestimmt, der bekanntlich keine durchaus sichere Unterscheidung von *Populus* zuläßt. Doch sprach die Gestalt der Markstrahlzellen

¹⁾ Anmerkung 3.

²⁾ Nach C. Wesenberg-Lund (Studier over Sökalk, Bönnessalm og Sögytje 1901, Seite 113) werden in koprogenem Seebodenschlamm die Zellulosewände der meisten Algen rasch zersetzt. Vermutlich ist die hier vorliegende Lebermulde fossilisierter Cyanophyceen-Bodenschlamm.

für eine *Salix* und zwar wahrscheinlich *Salix repens* L., weil bei dieser, wie bei den untersuchten Präparaten des fossilen Holzes, die behöften Gefäßtüpfel beträchtlich kleiner sind als bei anderen Weidenarten. Auch die hier angetroffenen Reste von Weidenblättern gehörten anscheinend dieser Art an.

Dieser Torf reagierte lebhaft sauer, wie die Untersuchung ergab infolge des Gehalts an freier Schwefelsäure, die aus vorhandenem Schwefeleisen durch Oxydation entstanden war. Denn die Profilwand war schon längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt gewesen. Auch die Lebermudde enthielt freie Schwefelsäure, aber auffallend weniger als der *Camptothecium*torf, den sie umschloß.

Die Einlagerung dieser Torfschicht in die Lebermudde erkläre ich mir so, daß sich während der Entstehung der Schicht von einem der Ufer her ein Schwingrasen bildete, der endlich infolge seines eigenen, durch ständiges Wachstum vermehrten Gewichtes unter den Wasserspiegel hinuntersank und später durch die weiter fortschreitende Muddesedimentation überdeckt worden ist. Dieser Vorgang kann jetzt noch häufig beobachtet werden. Die den Moosrasen durchwirkenden *Carexrhizome* sind für derartige schwingende Pflanzendecken sehr charakteristisch, wodurch diese ja erst ihre große Zusammenhangsfähigkeit erlangen.

Die Ablagerung der Lebermudde weist darauf hin, daß das Wasser in dem Becken um diese Zeit noch einige Tiefe hatte. Gewöhnlich geht Lebermudde oben in Torfmudde über. Daß sie sich hier über solcher befindet, scheint darauf hinzudeuten, daß der Wasserstand sich gegen früher etwas erhöht hatte. Die Verlandung setzte dann, wenn meine Deutung richtig ist, mit der Entwicklung des *Camptothecium*-Schwingrasens ein, machte aber nach dessen Versinken wieder der Lebermuddenbildung Platz. Auffallend ist allerdings, daß sich die Lebermuddenbildung nicht über das ganze Becken erstreckte, sondern auf seinen tiefern Teil beschränkte. Leider habe ich versäumt, die Stellen, wo sie auskeilte, einer genauern Untersuchung mit Rücksicht auf diese mir erst nachträglich entgegengetretene Frage zu unterziehen. Vielleicht hätten sich da Anhaltspunkte für ihre Beantwortung ergeben.

Die Weißbirke, in der Gestalt der für rauhere Lagen geeigneteren Haarbirke, herrschte nunmehr in der unmittelbaren Umgebung unseres moorbildenden Gewässers; neben ihr war auch die dem höheren Norden angehörige Zwergbirke und der Bastard beider vorhanden. Die übrige Flora stimmt, soweit sie durch unsere Funde angedeutet wird, recht wohl zu der des subarktischen Birkenwaldes. Die Föhre mag in ihm hier und da schon vereinzelt aufgetreten sein, doch kann das einzelne Pollenkorn, das ich antraf, nicht als sichere Andeutung dessen betrachtet werden.

2. Der Hypnumtorf.

Die Hypnumtorfschicht besaß am westlichen Abstiche des Lagers eine Mächtigkeit von 35 cm und wuchs nach Osten, dem Wyhrabette zu, wo das Lager unter dem Aulehm verschwand, auf 50 cm an.

Sie lag nur in dem mittleren und dem östlichen Abschnitte des Beckens der Lebermudde, in der südlichen und nördlichen Muldenflanke aber der unteren Torfmudde unmittelbar auf (s. Tafel 2, Abbild. 3 u. 4). Der im trockenen Zustande braune Torf blätterte in dünnen Lamellen auf. Die Moose hatten einen sehr guten Erhaltungszustand; es waren hauptsächlich nur zwei Arten, die theils gemischt, theils in wechselnden Lagen vorkamen, nämlich *Hypnum giganteum* und *Hypnum intermedium*. Die erstgenannte Art herrschte aber im allgemeinen vor. Auf den Schichtflächen lagerten vielfach die Rhizome und Samen von *Menyanthes trifoliata*. Im übrigen war der Torf ungewöhnlich rein von den Moosen beigemengten Pflanzenresten gröberer Art. Sand fehlte vollständig. Durch Schlämmung wurde eine große Anzahl von Früchten von *Betula* zu Tage gebracht; durch die allerdings weniger zahlreichen Fruchtschuppen ließen sie sich als *Betula pubescens* und *B. intermedia* identifizieren. Auch *Betula nana* konnte festgestellt werden. Dieser Torf reagierte ebenfalls infolge des Gehalts an freier Schwefelsäure, die aus dem vorhandenen Schwefeleisen entstanden war, lebhaft sauer.

Die in dem Hypnumtorf durch Ausschlämmen ermittelten Pflanzenreste sind:

Camptothecium nitens (Schreb.) Schimp., sehr wenig.

Hypnum polygamum (Bryol. eur.) Wilson var. *fallaciosum* (Jur.) Milde. Selten. Nach C. A. Weber (Mammutflora) gegenwärtig von der Tiefebene bis in die alpine Region der ganzen nördlichen gemäßigten Zone und auch im hohen Norden verbreitet.

Hypnum intermedium Lindb., durch ganz Mitteleuropa von der Ebene bis in die alpine Region und ebenso im hohen Norden verbreitet.

Hypnum giganteum Schimp.

Carex rostrata Stokes, einige gut erhaltene Bälge.

Betula pubescens Ehrh., Früchte und Fruchtschuppen.

Betula intermedia Thom., desgleichen.

Betula nana L., von dieser Art fanden sich mehrere Früchte und eine gut erhaltene Fruchtschuppe (Texttafel S. 200, Abb. 1). Die drei Lappen der letzteren sind schmal, fingerartig, durch tiefe Buchten voneinander getrennt. Der Stiel ist kurz, mit stumpfer Spitze. Höhe und Breite der Schuppe verhalten sich wie 2:2,2. Zum Vergleich zog ich Schuppen verschiedener Standorte heran; die vorliegende unterschied sich von denen aus der Lüneburger Heide (Schafwedel) und denen der Alpen durch die schlankere Gestalt der Seitenlappen. Dagegen zeigte sich eine auffallende Übereinstimmung mit den Schuppen der Exemplare des Botanischen Gartens in Bremen, die, wie mir der Direktor, Herr Prof. Bitter, mittheilte aus Petersburg bezogen sind und wahrscheinlich aus Finnland stammen.

Ranunculus cf. repens L., ein schlecht erhaltener Balg. Die Artbestimmung ist daher zweifelhaft.

Menyanthes trifoliata L., Rhizome und zahlreiche Samen.

Lycopus europaeus L., eine Fruchtklause, wohl erhalten. Die Pflanze ist jetzt durch ganz Europa mit Ausnahme der nördlichsten Teile verbreitet (Nyman l. c.), in Norwegen reicht sie bis zum südlichen Teile des Stiftes Drontheim bei 63° 40' n. Br. (Hermann l. c.). Nach Gunnar Andersson (Geschichte d. Veget. Schwedens 1897) trat sie im Götalande zuerst auf, als dort die Föhrenzeit herrschte. Sie gehört nach ihm zu den Pflanzen, die während des warmen Abschnittes der Alluvialzeit in Schweden weiter nach Norden verbreitet waren als in der Gegenwart. Im Alpengebiete Bayerns geht sie nach Vollmann nur bis 800 m über dem Meere empor, bleibt also dort weit unterhalb der Kiefern Grenze (1600 m) und selbst noch unter der Eichengrenze (900 m) zurück.

Ferner wurden mehrere Kokons von Oligochaeten angetroffen.

Die mikroskopische Untersuchung der mitgenommenen Schichtproben ergab:

Pinus sp., Pollen in Menge.

Salix sp., Pollen, wenig.

Betula sp., zahlreiche Pollen.

Die große Menge der Föhrenpollen beweist, daß zur Zeit der Entstehung dieser Schicht *Pinus*, wahrscheinlich *silvestris*, sich rasch ausgebreitet und ausgedehnte Wälder gebildet hat. Während wir uns in der voraufgegangenen Schicht in der Birkenzeit befanden, sind wir hier in der Föhrenzeit. Jene Zeit muß verhältnismäßig rasch vorübergegangen sein. Aber die Birken waren auch noch zur Zeit der Entstehung des Hypnumtorfs in großer Menge vorhanden. In den untersuchten Präparaten war die Zahl ihrer Pollenkörner ungefähr gleich der der Föhre. Bemerkenswert erscheint das reichliche Vorkommen von *Betula nana* in diesem Zeitalter. Sie ist hier ein echtes Glazialrelikt, und man darf wohl annehmen, daß sich Glazialpflanzen während dieser Zeit in Mitteldeutschland noch in größerer Zahl erhalten hatten.

Die Verlandung des Gewässers durch telmatische Bildungen, die bereits zur Zeit der Entstehung der vorhergehenden Schicht mit dem Camptotheciumtorf einen Anlauf genommen hatte, setzte jetzt ohne Unterbrechung mit dem Absatze des Hypnumtorfes ein. Die Mächtigkeit, die diese Torfschicht vor der Zusammenpressung durch die darüber befindlichen Schichten besaß, ist im östlichen Teile des Aufschlusses auf wenigstens 1 m, wahrscheinlich mehr zu schätzen. Es ist auch möglich, daß sich das Wasser des Beckens nach dem Absatze der Lebermudde aus irgend einem Grunde vermindert hatte, so daß sich deshalb die Hypnen vom Ufer her rasch nach der Mitte zu ausbreiteten und das ganze Becken erfüllten. Bitterklee wuchs zwischen ihnen in Menge, stellenweise wohl auch *Carex rostrata*. Aus der Lebensgewohnheit der angetroffenen Moose ergibt sich aber, daß die Verhältnisse dauernd sehr naß waren und daß das Gelände des Winters und manchmal auch in regenreichen Sommern unter Wasser stand.

3. Die obere Torfmudde.

Es folgte auf diesen Hypnumtorf eine kalkfreie, ungeschichtete und ungebankte Torfmudde, deren Farbe im grubenfrischen Zustande dunkelbraun war. Die ziemlich gleichmäßige Mächtigkeit betrug 0,60 m. Mikroskopisch enthielt die organische Grundmasse zahlreiche macerierete Holztrümmer. Etwas Sand war eingestreut, einzelne Quarzkörner bis 5 mm Durchmesser. Der Alkoholauszug wies eine weingelbe Färbung mit einem Stich ins Grünliche auf und fluorescierte nicht. Kochender Alkohol zog reichlich eine dunkelgelbe wachsartige Masse aus, deren Schmelzpunkt etwas über 100° C. lag.

Eine Schlämmung ergab folgendes:

Hypnum exannulatum Gümbl., ein beblätterter Ast. — Ein cirkumpolar von der arktischen Zone durch die Ebenen der ganzen gemäßigten Zone bis in die alpine Region derselben verbreitetes Moos. Häufig in glazialen Ablagerungen (C. A. Weber a. a. O.).

Hypnum giganteum Schimp., mehrere beblätterte Äste.

Potamogeton crispus L., 17 Steinkerne mehrfach mit Resten des Ektokarps. In Europa vom nördlichen Mittelmeergebiete verbreitet bis Stavanger und den Ålandsinseln. (Nyman, Hermann a. a. O.). In den alluvialen Ablagerungen Schwedens tritt diese Art nach Gunnar Andersson (a. a. O.) zuerst im Götaland auf, als dort die Eichenzeit herrschte.

Potamogeton lucens L., zwei wohlerhaltene Steinkerne mit Resten des Ektokarps. Die gegenwärtige Verbreitung ähnlich der vorigen Art, aber etwas weiter nördlich, in Finnland bis 67° 10' n. Br. (Hermann).

Carex sect. Vigneae Beauv. et Reichenb., eine Nuß.

Carex rostrata Stokes, mehrere mehr oder minder zerschlissene Bälge.

Zahlreiche dreikantige Nüsse gehören wohl derselben Art an.

Salix sp., einige Knospen.

Betula sp., mehrere dünne Reiser und Wurzelstücke.

Myriophyllum spicatum L., 15 Steinkerne.

Myriophyllum alterniflorum DC., 2 Steinkerne. Die heutige Verbreitung in Europa ist ähnlich der vorigen vom Mittelmeergebiete bis Magerö und Island.

Menyanthes trifoliata L., 20 Samen.

Von Tierresten wurden ausgeschlämmt mehrere Kokons von *Nephelis octoculata* Bergm. sp., 6 Statoblasten von *Cristatella mucedo* Cuv. und eine Anzahl winziger, 0,7 mm Durchmesser haltender Eier, vermutlich von einer kleinen Crustacee, da sich in einem ein ziemlich gut erkennbarer nauplius-artiger Embryo fand. (Texttafel S. 200, Abb. 8). Nach einer Zusammenstellung, die C. Wesenberg-Lund auf Grund der Befunde Gunnar Anderssons in den jungquartären Ablagerungen Schwedens gemacht hat,¹⁾ treten die beiden erst genannten Arten dort bereits in der Dryaszone auf, und C. A. Weber traf eine vielleicht mit *Nephelis octoculata* identische Art in der Mammutschicht von Borna an.

¹⁾ Meddelelser fra Dansk Geol. Forening 1896, Nr. 3, S. 79.

Die mikroskopische Untersuchung ergab in dieser Schicht das erste Erscheinen der Pollen von *Picea*, *Quercus* und *Alnus*. Die überwiegende Mehrzahl der Blütenstaubkörner stellten aber in jedem der untersuchten Präparate die von *Pinus* (*silvestris*) dar, demnächst folgten die von *Betula*. Die von *Picea*, *Salix*, *Alnus* und *Quercus* traten in ungefähr gleicher und verhältnismäßig geringer Menge auf.

Weiterhin wurden durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt: Sporen von *Ustilago echinata* Schröter, einem in den Blättern von *Phalaris arundinacea* L. schmarotzenden Brandpilze, von *Sphagnum* und von *Aspidium*.

Endlich fanden sich häufig Diatomeen, von denen ich folgende Arten bestimmte:

Fragilaria mutabilis Grun.

Eunotia diodon Ehrb.

Eunotia cf. *arcus* Ehrb.

Pinnularia viridis W. Sm.

Stauroneis sp.

Stauroneis phoenicenteron Ehrb. var. *lanceolata* Kütz.

Cymbella gasteroides Kütz. var. *truncata* Rabenh.

Die angegebenen Arten erschöpfen bei weitem nicht die gesamte Diatomeenflora; ich habe nur die am meisten vorkommenden angeführt.

Außerdem beobachtete ich das reichliche Vorkommen von Kieselnadeln der Süßwasserschwämme *Spongilla lacustris* Lbk., *S. fluviatilis* Lbk. und *S. erinaceus* Lbk.

Sämtliche Funde weisen darauf hin, daß wir es jetzt wieder mit einer größern Wasseransammlung zu tun haben. Der Grundwasserstand muß in der Wyhraniederung gestiegen und die Wasserführung des Flusses stärker geworden sein, und er überflutete unser Becken auch über seinen bisherigen westlichen Uferrand hinaus. Denn die drei vorhergegangenen Schichten wiesen ein Auskeilen nach Westen auf; ihr Ausgehendes muß nur wenige Meter westlich von unserm Aufschlusse gelegen haben. Die obere Torfmudde dagegen hatte an seinem Westende noch eine Mächtigkeit von über 40 cm. Auch das Vorhandensein des Sandes in dieser Torfmudde scheint dafür zu sprechen, daß fließendes Wasser hier öfter eindrang.

An den Ufern des Beckens befand sich wahrscheinlich eine Verlandungszone, die durch *Carex*, *Hypnum*, einzelne Sphagnen und Sumpffarn in der Hauptsache gebildet sein mochte, und deren hinterlassener, durch Eis und Wellen abgeriebener Torf zum Aufbau der Torfmudde beitrug. Etwas weiter landeinwärts befand sich ein Sumpfwald mit überwiegenden Birken und einigen Erlen. Die Höhen aber bedeckten Föhrenwälder, in denen sich hier und da Eichen und vielleicht auch vereinzelte Fichten fanden. Wir befinden uns während der ganzen Bildung der oberen Torfmudde noch in der Föhrenzeit, die aber bereits die Auftakte der Eichenzeit leise durchklingen läßt. Beachtenswert ist das frühzeitige Auftreten der Erle, das auch von C. A. Weber in anderen Mooren der Alluvialzeit Norddeutschlands beobachtet worden ist. Auffallend erscheint das gleichzeitige Auf-

treten der Fichtenpollen. Der Genannte fand in dem großen Gifhorner Moore im südlichen Teile der Provinz Hannover, daß sie dort erst oberhalb des untern Drittels des ältern Sphagnumtorfes erschienen, während in der Waldschicht darunter gewaltige Eichen- und Erlenstubben vorkamen.

Die Menge, in der die Fichtenpollen in dem vorliegenden Falle auftraten — ich stellte in 1 cem 1000—1500 fest und sie machten 8—9% aller überhaupt angetroffener Baumpollen aus¹⁾ — macht es sehr wahrscheinlich, daß die sie erzeugenden Pflanzen in der Nähe zerstreut lebten, wenn man auch aus Pollenfunden anemophiler Bäume, zumal bei so leicht und so weit verbreitbaren wie denen der Koniferen, nur mit Vorsicht auf deren Gewachsensein in der Nähe der Fundstätte schließen darf.²⁾

4. Der Waldtorf.

Über der Torfmudde breitete sich eine bis 0,50 m mächtige Schicht von Waldtorf von nicht sehr dunkler Farbe und von fester Konsistenz aus. Eine Schichtung wies er nicht auf, fein verteilt kam ein feinkörniger Sand darin vor. Kohlensaurer Kalk war nicht vorhanden. In der Hauptmasse wurde der Torf aus Holzstücken gebildet, die z. T. einen Durchmesser von 2—3 cm besaßen. Viele davon waren Wurzeln, sie befanden sich in gewachsener Lage und waren mit gut erhaltener Rinde versehen. Oft konnten sie bis in die darunterliegende Torfmudde verfolgt werden. Daraus erhellt, daß es sich hier nicht um eine Zusammenschwemmung von weiter flussaufwärts gewachsenen Hölzern handelt, sondern daß wir es mit einer autochthonen Bildung zu tun haben. Bei mikroskopischer Untersuchung erwiesen sich die Zweig- und Wurzelstücke ausschließlich als zu *Alnus* gehörig. Es wurden außerdem noch ausgeschlämmt:

Sparganium ramosum Huds., ein Steinkern.

Urtica dioica L., 10 Früchtchen.

Batrachium sp., ein Früchtchen.

Ulmaria palustris Mch., ein Früchtchen.

Sium latifolium L., vier Fruchthälften.

Scrophularia sp., (non *nodosa*) mehrere Samen, deren nähere Bestimmung wegen unvollständigen Vergleichsmateriales nicht gesichert werden konnte.

Ferner mehrere Oligochätenkokons.

Mikroskopisch wurden reichlich Föhrenpollen, daneben solche von *Alnus* und von Gramineen vorgefunden.

Die Verlandung des nur flachen, neu entstandenen Gewässers, die in der vorigen Schicht schon weit vorgeschritten war, war nunmehr vollendet. Ein dichter, sehr nasser, hier und da mit Wasserlachen durchsetzter Erlenbruchwald hatte die ganze Fläche

¹⁾ Ich bediente mich bei allen Pollenzählungen der Methode von C. A. Weber (Über die fossile Flora von Honerdingen, 1896, Seite 428) mit dem Unterschiede, daß ich statt netzgeteilter Objektträger, wie dieser schon seit einer Reihe von Jahren, den großen Kreutztisch von Zeiß in Jena anwendete.

²⁾ Anmerkung 5.

bedeckt. Eine Erniedrigung des Grundwasserstandes kann nicht behauptet werden.¹⁾ Der Fluß führte vielmehr bei Hochwasser beständig feinen Sand herbei und lagerte ihn auf dem weichen Schlamm zwischen den Erlen ab.

Die Föhrenwaldungen waren um diese Zeit noch immer herrschend und hatten sich noch stärker ausgebreitet, wie das vermehrte Vorhandensein der Föhrenpollen vermuten läßt. Eichen- und Fichtenpollen wurden in den untersuchten Proben nicht angetroffen, ein Beweis, daß beide Baumarten sich noch immer erst sehr spärlich in der Umgebung vorfanden und vielleicht zeitweilig wieder zurückgedrängt waren.

5. Die obere Lebermudde.

Die dem Bruchwaldtorf aufgelagerte Lebermudde war 20—25 cm mächtig. Im grubenfeuchten Zustande war sie braungelb und von gallertig-lederiger Beschaffenheit; getrocknet hatte sie lichtere Farbe und zeichnet sich dann durch große Härte und Festigkeit aus. Kalk fehlte, eine Schichtung war nicht vorhanden. Das lufttrockene Pulver ergab mit 96 prozentigem Alkohol einen blaßgelblichen Auszug, der im Sonnenlichte lebhaft violett fluorescierte. Algen und andere grüne Pflanzen scheinen daher an der Entstehung dieser Lebermudde nicht oder nur sehr untergeordnet beteiligt gewesen zu sein, sondern wesentlich nur chlorophyllfreie Organismen, in erster Reihe wohl Bakterien, obgleich von solchen in dem Materiale keine erkennbar gebliebenen Reste aufzufinden waren, auch nicht bei stärkster Vergrößerung und Anwendung verschiedener mikrochemischer Reaktionen. Es waren sehr viel unberindete und oft etwas abgerollte Holzstücke vorhanden, die größten etwa 3 cm lang und fingerdick. Sie wurden durch die Untersuchung ihres anatomischen Baus als solche von *Betula* festgestellt. Gröberer Sand wurde nicht angetroffen.

Ausgeschlämmt wurden aus einer Probe:

Urtica dioica L., 10 Früchtchen.

Batrachium sp., 1 Frucht.

Rubus idaeus L., 1 Steinkern.

Scrophularia sp., 3 Samen. (wie in der vorigen).

Oligochaetenkokons.

Die mikroskopische Untersuchung ergab:

Graminéen, viele Pollen.

Cyperaceen, mehrere Pollen.

Pinus (silvestris L.), wenige Pollen.

Alnus sp., wenige Pollen.

Quercus sp., zahlreiche Pollen.

Spongilla lacustris Lbk., ganze Nadeln mehrfach.

Diatomeen wurden nicht angetroffen.

Die Ablagerung der Lebermudde setzt als limnische Bildung ein beständiges Gewässer von einiger Tiefe voraus und mithin ein

¹⁾ Anmerkung 6.

erneutes und namhaftes Steigen des Grundwassers der Flußniederung, wodurch der Erlenbruchwald ersäuft wurde. Die Eiche ist jetzt endgiltig eingezogen. Sie muß sich stark ausgebreitet haben und nach der Menge ihrer angetroffenen Blütenstaubkörner zum herrschenden Waldbaum der höhern Umgebung geworden sein, während die Föhre beträchtlich zurückgegangen war. Die Pollen der Fichte fehlen auch hier; dieser Baum scheint in der Gegend, wenn überhaupt, nur vorübergehend aufgetreten zu sein. An den Rändern der Flußniederung wuchsen vornehmlich Birken, wahrscheinlich mit Erlen untermischt, und unter ihnen Himbeeren nebst verschiedenen Stauden. Gräser- und Seggenbestände waren hier ebenfalls und wahrscheinlich in beträchtlicher Ausdehnung vorhanden.

6. Die Tonmudde.

Die Oberkante der Lebermudde war nicht gradlinig, sondern zeigte mehr oder minder tiefe Auskolkungen. Darüber legte sich mit scharfer Grenze eine kalkfreie tonige Schicht, die ich als Tonmudde bezeichne. Sie bildete einen recht scharfen Gegensatz zu der Lebermudde und besaß im trockenen Zustande an der freiliegenden Fläche des Aufschlusses eine hellgraue bis grünlich-scheckige Färbung; im feuchten Zustande erschien sie infolge von Humusbeimischung dunklergefärbt. Sie enthielt stellenweise reichlich Eisenoxydulkarbonat, das in der Wand des Aufschlusses, die längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt gewesen war, durch Oxydation in rostrotes Eisenoxydhydrat übergegangen war. Beimischung von gröberm Sande wurde nicht bemerkt, Schichtung war nicht vorhanden. Die durchschnittliche Mächtigkeit betrug etwa 30 cm. Oben ging die Tonmudde ganz allmählich und ohne scharfe Grenze in den gelblichen Aulehm über. Beim Auseinanderbröckeln mit der Hand wurden nur hin und wieder kleine abgerollte Holzstücke gefunden, die sich als solche von *Betula* erwiesen. Eine Schlämmung des mitgenommenen Materiales ergab:

Cenococcum geophilum Fr., mehrere kleine Fruchtkörper.

Gramineen, mehrere kleine Diaphragmen.

Eriophorum angustifolium Roth, eine Frucht.

Mentha aquatica L., zwei kleine Fruchtklausen.

Cristatella mucedo Cuv., einen Statoblasten.

Mikroskopisch wurden nur Pollen von *Pinus* in größerer Zahl, sowie ein Pollenkorn von *Tilia* gefunden.

Die Tonmudde ist im Gegensatz zu den vorher besprochenen Schichten des südlichen Beckens aus fließendem Wasser abgesetzt worden. Der Wasserstand der Wyhra muß rasch angeschwollen sein und die Vegetation, die sich in ihrer Niederung angesiedelt hatte, ertötet haben. Auch ist das Wasser ziemlich schnell geflossen, da die Lebermudde zum Teil wieder aufgearbeitet und abgetragen ist.

Die rasche Strömung ist auch der Grund, daß verhältnismäßig wenig Pollen, solche der Eiche in den untersuchten Proben überhaupt nicht, bemerkt wurden. Nämlich die der Föhre bleiben ver-

möge ihrer Luftsäcke länger schwimmfähig als die der Laubhölzer; sie sind ohnehin widerstandsfähiger als diese gegen zersetzende und zerstörende Einflüsse, die sich naturgemäß in bewegtem und sauerstoffreichem Flußwasser stärker geltend machen als in stehendem Wasser. Denn daß der Horizont der Tonmudde der fortgeschrittenen Eichenzeit angehört, ergeben die später zu erörternden Befunde.

Der allmähliche Übergang der Tonmudde in den 3,5—4 m mächtigen, ebenfalls vom Flusse abgelagerten Aulehm beweist, daß von nun ab ein dauerndes Steigen des Wassers in seiner Niederung stattfand.

Mit der Ablagerung der Lebermudde war das Becken völlig ausgefüllt worden. Die Tonmudde erstreckte sich demgemäß weit über die Flanken des Beckens hinaus und ließ sich mit wechselnder Facies an der ganzen Ostwand des Tagebaus der Viktoriagrube verfolgen; sie ist es auch, die den Abschluß der Sedimentationen der übrigen Becken bildet, die im folgenden noch Gegenstand der Erörterung sein werden.

b. Das mittlere Becken.

Über einen großen Teil der Ostwand in der Mitte, nördlich der Treppe beginnend bis nahe an das Nordende des Tagebaus des Braunkohlenwerkes, dehnte sich eine weite, flache Mulde aus (s. Tafel 1, Abb. 1), deren Liegendes, wenigstens an der best aufgeschlossenen Stelle einen gelbgrauen sandigen Lehm ohne Steine führte, der den Schottersanden und -Kiesen unmittelbar auflag (s. das Profil auf Seite 194). Pflanzenreste wurden hierin nicht makroskopisch beobachtet, nur einige aus der daraufliegenden Schicht eingedrungene Wurzeln waren vorhanden. Mikroskopisch wurde der Lehm nicht untersucht. Die überlagernde, 20—30 cm mächtige Schicht war ein Schilftorf, der in der Hauptsache aus den Rhizomen von *Arundo phragmites* bestand; daneben waren auch solche von *Carex* sp. und *Menyanthes trifoliata* vorhanden.

Überdeckt wurde der Schilftorf mit derselben dunkler gefärbten Tonmudde, die wir im Hangenden des südlichen Beckens vorfanden, in ungefähr derselben Mächtigkeit. Hier zeigte sie eine starke Beimengung von feinerem und gröberem Sande und führte sehr viel Holz. Es waren oft noch berindete Äste, Wurzeln und Stämme der Erle und Eiche, die oft mehr als einen Dezimeter Durchmesser hatten. 1913 wurden hier einige aus der Schicht herausgefallene Eichenstämmen von über 3—5 m Länge und 4—6 dcm Durchmesser beobachtet. Die Hölzer waren häufig mit Vivianit überzogen und erfüllt.

Es ist dieselbe Schicht, die C. A. Weber auf Seite 4 seiner Mammutflora als „schwärzlichen, kalkfreien, humosen Ton“ bezeichnet hat, in welcher Gestalt sie tatsächlich weiter flußaufwärts in der Nähe der Mammutschicht angetroffen wurde.

Wenn sich auch an dieser Stelle keine Wurzelstöcke der Erle und Eiche mehr in gewachsener Lage fanden, so beweisen doch die in solcher befindlichen Wurzeln, die in das Liegende eingedrungen

waren, daß beide hier ehemals wuchsen. Ob sie erst durch das Steigen des Wassers vernichtet wurden, oder ob sie von dem untersten Stockwerk ehemals darüber lagernder Moorbildungen ausgingen, also aus einem durch Vermoorung zugrunde gegangenen Walde herrührten, dafür ließen sich keine unmittelbaren Anhaltspunkte finden. Allein in dem zusammengeschwemmten Materiale der Tonmudde fanden sich nur die Trümmer von Waldgewächsen, nichts von Hochmoorbildungen, die im ungestörten Verlauf der Moorbildung sich über den Waldtorfschichten ablagern müssen. Waren sie vorhanden, so sind sie restlos zerstört worden. Die Wyhraniederung muß kurz vor dem Eintritt der Überflutung weit und breit von Auwäldern, hier und da vielleicht durchsetzt mit kleinen Röhrichten und Rieden, erfüllt gewesen sein. Sie werden selbstredend die Beschaffenheit von Urwäldern gehabt haben. In solchen kommen zwar Moderanhäufungen bis zu einem halben Meter Mächtigkeit vor, entstanden aus verrottetem Laube und vermorschten Stubben, Stämmen und Ästen, aber es kommt zu keiner eigentlichen Torfbildung. Die gut erhaltenen Stämme und Äste, die ich hier und an andern Stellen der dunklern tonigen Lage, wie an der weiter unten geschilderten auf dem rechten Wyhrauer, unmittelbar unter dem Aulehm sah, stammen daher nach meiner Ansicht von den beim Eintritt der Katastrophe noch lebendigen Wäldern. Der hohe Phosphorsäuregehalt der Schicht, der sich in ihrem überall bemerkten und zuweilen hohen Vivianitgehalt kundtat und ebenso das reiche Vorkommen von Schwefeleisen scheinen auch dafür zu sprechen, daß hier lebendige, noch ihren vollen Protoplasmagehalt besitzende Pflanzenteile massenhaft zugrunde gingen.

Der Aulehm folgte auf der ganzen Strecke über dem mittleren Zungenbecken nicht unmittelbar auf die Tonmudde, sondern es schob sich eine 30 cm mächtige hellere Bank dazwischen, in der feinsandige und lehmige Lagen wechsellagerten. Pflanzenreste waren nicht darin enthalten.

In dem unteren, etwa 80 cm mächtigen Abschnitte des Aulehms fanden sich mehrere linsenförmige Sand- und Kiesbänke ähnlich wie über dem südlichen Zungenbecken.

c. Das nördliche Becken.

Das Becken am Nordende des Ostrandes des Tagebaus war teils durch herabgestürzten Aulehm, teils durch den fortschreitenden Abbau der Braunkohle von seiten der Gewerkschaft Viktoria derartig zerstört, daß die Schichtenfolge nicht mehr ermittelt werden konnte. Der sichtbare und zugängliche Teil des Moores war durch den Druck aufgeschütteten Abraums mit seinen oberen Schichten nach oben aufgebogen und z. T. in einzelne Stücke zerrissen, während der untere Teil durch aufgeschütteten Boden verdeckt worden war. Von den Proben die ich mitnahm und untersuchen konnte, entstammte die eine aus dem untern, die andere aus dem obern Teile des Profils, jene eine Kalkmudde, diese eine Lebermudde. Es waren die einzigen Schichten, die mir zugänglich waren. Bei dem ersten Besuch im

Sommer 1913 wurde über der Lebermudde eine 3—5 cm starke Lage von Schilftorf angetroffen, der 25 cm Erlenwaldtorf folgten. Letzterer war aber damals schon nicht mehr vollständig vorhanden. Proben wurden nicht von diesen Schichten genommen. 1914 waren sie beseitigt.

1. Die Kalkmudde des nördlichen Beckens.

Diese Schicht, deren Mächtigkeit wegen der starken Störung nicht sicher festgestellt werden konnte, doch eine solche von 30—40 cm kaum überschritten haben mochte, besaß eine gelblich-grüne Färbung; häufig wechselten dünne, grünliche Lagen regelmäßig mit gelblichen ab. Ein feiner Sand war in der ganzen Schicht verteilt, in zehnprozentiger Salzsäure brauste ihr Material lebhaft auf und wurde zum größten Teile aufgelöst. Makroskopisch wurden nur einige Moose angetroffen. Mehrfach waren stark vermorschte Wurzeln in natürlicher Wuchshaltung vorhanden, die die ganze Schicht durchsetzten und an und in denen sich reichlich Eisenoxydhydrat ausgeschieden hatte. Konchylien wurden nicht beobachtet.

Durch Schlämmung der entnommenen Probe wurden festgestellt:

Cenococcum geophilum Fr., ein sehr kleiner Fruchtkörper.

Chara ceratophylla Wallr., mehrere Sporenkerne mit starker Kalkhülle, bis 1020 μ lang und 600 μ breit, mit 13—16 Streifen. Diese Art ist durch ganz Europa von Thrazien bis zum südwestlichen Finnland verbreitet (Nyman Cons. Fl. Eur.).

Chara crinita Wallr., mehrere Sporenkerne, ohne Kalkhülle, 350—600 μ lang, mit 11 ziemlich scharfen Leisten. Eine von Sardinien bis zum südlichen Finnland verbreitete Art (Nyman).

Hypnum giganteum Schimp., mehrere Stämmchenstücke mit wohl erhaltenen Blättern. Auch losgerissene ganze Blätter, an denen die Flügelzellen häufig zerstört waren, wurden vielfach angetroffen. Eine Mooskapsel gehört vermutlich derselben Art an.

Scorpidium scorpioides (L.) Limpr., ein beblättertes Stämmchen.

Potamogeton crispus L., 9 Steinkerne.

Carex rostrata Stokes, mehrere z. T. gut erhaltene Bälge und eine größere Zahl von wahrscheinlich derselben Art angehörigen dreikantigen Nüssen.

Betula pubescens Ehrh., viele gut erhaltene Früchte und drei gut erhaltene Fruchtschuppen.

Betula intermedia Thom., eine Fruchtschuppe von derselben Gestalt wie die aus der untern Lebermudde und dem Hypnumtorf des südlichen Beckens.

Betula sp., einige Knospen.

Myriophyllum alterniflorum DC., vier Steinkerne, davon einer mit Resten des Ektokarps.

Hippuris vulgaris L., zwei Früchte.

Menyanthes trifoliata L., mehrere Samen.

Ferner folgende tierische Reste:

Cristatella mucedo Cuv., zwei Statoblasten.

Polycelis tenuis Quatref. sp., ein Kokon.

Oligochaetee, zwei Kokons.

Nephelis octoculata Bergm. sp., drei Kokons.

Daphnia pulex Straus, ein Ephippium.

Oribates sp., ein Chitinskelett.

Coleoptere, eine zerbrochene Flügeldecke.

Die mikroskopische Untersuchung ergab vorwiegend Pollen von *Betula*, einige von *Salix* und vereinzelte einer Gramineae. Pollen von *Pinus* sind nicht beobachtet worden. Diatomeen wurden nicht angetroffen.

Nach den Funden gehört diese Kalkmulde der Birkenzeit an, also demselben Horizonte wie die untere Lebermulde des südlichsten der drei Becken.

2. Die Lebermulde des nördlichen Beckens.

Die Lebermulde folgte nicht unmittelbar auf die Kalkmulde, sondern war durch einen 1,5—2 m hohen Absatz von ihr getrennt, den man mit Abraum ganz überschüttet hatte, aus dem nur noch einzelne verbogene Pfeiler dieser Schicht hervorragten. Ihre ursprüngliche Mächtigkeit vermochte ich nicht zu ermitteln, bei dem ersten Besuche betrug sie an einer anderen Stelle 30 cm. Sie bestand aus einer im frischen Zustande hellgrauen, feinsandhaltigen, kalkfreien Mulde, ohne deutliche Schichtung. Getrocknet behielt das Material seine Farbe mit einem Stich ins Bräunliche. Es war dann hornartig hart und schwer zu zerbrechen. Beim Verbrennen entwickelte sich ein Torferuch und eine kurze leuchtende Flamme, dabei entwich auch etwas Schwefeldioxyd; die Asche war blaßrötlich. Ein Auszug des lufttrockenen Pulvers mit 96prozentigem Alkohol hatte eine dunkelgelblich-grüne Färbung und fluoreszierte im unmittelbaren Sonnenlichte blaß aber sehr deutlich rot. Mit kochendem Alkohol wurde eine beim Erkalten sich abscheidende wachsartige Masse ausgezogen, die nach dem Verdampfen der Flüssigkeit gelbbraunlich gefärbt war und bei etwas über 100°C schmolz.

Makroskopisch waren im Felde nur einige breite Rhizome des Schilfrohrs zu sehen. Ausgeschlämmt wurden aus der mitgenommenen Probe:

Cenococcum geophilum F., ein Fruchtkörper.

Nitella flexilis Ag., mehrere Sporenkerne.

Chara crinita Wallr., zahlreiche Sporenkerne.

Hypnum giganteum Schimp., ein Stämmchen.

Hypnum sp., mehrere Blätter.

Potamogeton natans L., ein Steinkern.

Potamogeton filiformis Pers., zwei Steinkerne.

Arundo phragmites L., ein Rhizomstück.

Betula alba L., mehrere Früchte ohne Flügel.

Quercus sp., ein Stück Borke.

Batrachium sp., sieben Früchte.

Myriophyllum spicatum L., zwei Steinkerne.

Myriophyllum alterniflorum DC., zwei Steinkerne.

Menyanthes trifoliata L., sechs Samen.

Von tierischen Resten wurden aufgeschlämmt:

Cristatella mucedo Cuv., ein Statoblast.

Daphnia pulex Str., ein Ehippium.

Die mikroskopische Untersuchung hatte folgendes Ergebnis:

Pilzmycel, wenig, nicht näher bestimmbar.

Ustilago echinata Schroet., einige Sporen, auf *Phalaris arundinacea* L. als Wirtspflanzeweisend.

Hypnum sp., Blattfetzen.

Aspidium sp., einzelne Sporen.

Pinus silvestris L., sehr viele Pollen.

Gramineen, Pollen mehrfach angetroffen.

Salix sp., einige Pollen.

Betula sp., ziemlich viele Pollen.

Alnus sp., ein einzelnes Pollenkorn.

? *Quercus* sp., ein fragliches Pollenkorn.

Melosira sp., wenig.

Spongilla lacustris Lbk., Nadeln häufig.

Cladoceren, Chitinpanzer und Ruderantennen hin und wieder.

Die Schicht gehört nach vorstehenden Befunden in den Abschnitt der Föhrenzeit, in dem die Eiche und Erle zuerst in der Gegend auftraten, entspricht also der oberen Torfmuße des südlichen Beckens. Zugleich beweist der Borkenfund, daß damals tatsächlich die Eiche, wenn auch nur spärlich in der Nähe unserer Fundstätten wuchs. Der über dieser Lebermuße vorhanden gewesene Schilf- und Erlenbruchwaldtorf entsprach sehr wahrscheinlich dem Waldtorf des südlichen Beckens.

Das zeitliche Zusammenfallen der Torfmuße des südlichen mit der Lebermuße des nördlichen Beckens bestätigt es, daß um jene Zeit der Grundwasserstand in der Niederung höher geworden war. Daß zu der nämlichen Zeit in dem einen Becken Lebermuße entstand, als sich in dem andern Torfmuße absetzte, hängt natürlich von Nebenumständen ab, wie von der Wassertiefe, der Beschaffenheit der Ufer und ihrer Vegetation u. dergl. m., wodurch die Ausbildung der Pflanzen- und Tierwelt des Wassers verschieden beeinflusst wird; man kann dasselbe in nahe nebeneinander befindlichen Teichen und Seen der Gegenwart wahrnehmen, wie bereits C. Wesenberg-Lund hervorgehoben hat. Vor allem aber beweist nach demselben Forscher das Auftreten der Lebermuße, die er im wesentlichen als Myxophyceen- oder Cyanophyceen-Bodenschlamm anspricht, nicht den Eintritt einer höhern klimatischen Wärme, sondern sie stellt nur eine sich unabhängig vom Klima einstellende Entwicklungsstufe eines stehenden Gewässers dar.¹⁾

¹⁾ C. Wesenberg-Lund, *Limnologiens Betydning etc.*, S. 425 f. — Anmerkung 7.

d. Die Befunde am rechten Wyhraufer.

Bevor wir den Aulehm näher ins Auge fassen, der die abschließende Decke der Moorbildungen unserer drei Becken am linken Talrande der Wyhraniederung bildet, empfiehlt es sich, einen Blick auf den Aufbau der Flußablagerungen am jetzigen rechten Ufer zu werfen.

Hier gewährte die Lehmgrube der Ziegelei von Frau Rose in Borna einen guten Einblick. Der Aulehm wurde zum Ziegelbrennen abgebaut; der Aufschluß erstreckte sich von der Wyhra beginnend ungefähr 70 m nach Nordosten und war 4 m tief.

Das Liegende wurde von dem Flußschotter gebildet, dessen Oberkante jedoch beträchtlich höher reichte als die desselben jüngeren Schotters im Liegenden der linksseitigen Moorbildungen, so weit dieses dort sichtbar war. Er war deutlich in horizontalen Bänken abgesetzt und wechsellagerte mit feinsandigen Schichten. Die petrographische Beschaffenheit der darin enthaltenen Gesteine war dieselbe wie dort. Alle Steine, die zum Teil einen Durchmesser von einem Dezimeter aufwiesen, waren sehr stark abgerollt. Die Oberfläche des Schotters war sehr uneben und zeigte flache Mulden, die sämtlich in ungefähr nördlicher Richtung, also in der Flußrichtung der Wyhra verliefen; der Höhenunterschied zwischen der höchsten und der niedrigsten Stelle betrug annähernd 40 cm.

Auf den Schotter folgte ein grauer bis schwarzer fetter Ton, der mit Vivianit völlig durchsetzt war. Einige Stellen, die der Luft schon längere Zeit ausgesetzt gewesen waren, zeigten sich derart damit erfüllt, daß die schwarze Grundmasse fast gänzlich hinter der blauen zurücktrat.

Dieser Ton hatte eine Mächtigkeit von rund 30 cm. In den Mulden war sie am größten, während sie auf den höher gelegenen Stellen des Schotters bis auf einige Centimeter hinabsank, ja hier und da diesen durchragen ließ. Neben dem Vivianit kam viel Schwefelkies und Limonit in der Schicht vor. In ihr, und manchmal aus ihr oben heraus ragend, lagen viele Stämme und Stammstücke von Erlen und besonders von Eichen. Der größte Eichenstamm, den ich sah, besaß einen Durchmesser von 70 cm und eine Länge von 4,50 m.

Zweifelloos gehört diese Vivianitschicht, wie ich sie kurz bezeichnen will, demselben geologischen Horizonte an, wie die Tonmulde im Hangenden unserer Moorbecken auf dem linken Wyhraufer und ist wie diese identisch mit C. A. Webers „schwärzlichem, kalkfreiem, humosem Ton.“ Es sind nur verschiedene Ausbildungsarten, in denen sie uns hier und dort entgegentritt.

Auch hier zeigten die Stämme und Holzklötze die Lage und Beschaffenheit eines durch lebhafte Strömung zusammengeschwemmten Materiales, zumal da sie teilweise in gröberen Sand, ebenso wie auf dem linken Ufer, eingebettet waren.

Auf die Vivianitschicht folgte der Aulehm mit scharfer Grenze in einer Mächtigkeit von 2,70—3 m. Die gebankte feinsandige Zwischenlage, die ich zwischen beiden Bildungen über dem mittleren Randbecken eingeschaltet fand, ist, wofern sie hier vorhanden gewesen

sein sollte, jedenfalls durch die Strömung wieder weggeführt worden. Der scharfe Absatz zwischen Aulehm und Vivianitschicht spricht dafür, daß auch letztere an dieser Stelle z. T. wieder erodiert worden ist, während sie über unserem südlichen Randbecken, wo sie durch irgendwelche Umstände dagegen geschützt gewesen sein mochte, ganz allmählich in den Aulehm übergang.

e. Der Aulehm.

Der Aulehm ist das jüngste Glied der alluvialen Ablagerungen des Wyhratales. Am linken (westlichen) Talrande, wo er das Hangende der Beckenmoore bildet, war er in einer Mächtigkeit von 4 m vorhanden, in der Mitte der Talniederung, zumal auf dem rechten Ufer des jetzigen Flußlaufes, war er nur 2,70 m stark, um weiter nach dem rechten (östlichen) Talrande wieder anzuschwellen. Seine Oberfläche ist überall, so weit ich zu urteilen vermochte, von den Talrändern nach dem Flußschlauche hin geneigt, so daß sie eine flache, flußabwärts geneigte Rinne darstellt. Das erscheint insofern merkwürdig, als Flüsse, an denen eine lebhafte Schlickablagerung statt hat, diese stets an den Ufern am stärksten bewerkstelligen, da bei dem Ausufern des schlickbeladenen Wassers infolge der Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit, die die Uferpflanzen bewirken, ein rasches Ausfallen der gröberen Schlickteilchen an dieser Stelle verursacht wird. Solche Flüsse pflegen daher von natürlichen Uferwällen eingeschlossen zu sein. Sollte sich deren Fehlen nicht auf die von mir in Angenschein genommene Flußstrecke beschränken, so würde es auf allgemeine Ursachen zurückzuführen sein. Es würde bedeuten, daß die abtragende Tätigkeit der Wyhra in der Gegenwart, bevor man sie mit niedrigen Deichen eingefäßt hatte, größer als die ablagernde geworden war.

Da, wo der Aulehm das Hangende der beschriebenen Moore bildet, waren ihm im unteren Teile mehrere linsenförmige Geröll- und Sandbänke eingelagert, welche dieselben abgerollten Gesteinsarten wie die liegenden Schotter führten. In der Rosaschen Ziegeleigrube fehlten solche Schotterbänke, traten aber an anderen Stellen wieder auf. Wahrscheinlich bezeichnen sie den Verlauf des Strombettes in einer früheren Zeit der Entstehung des Aulehms, das damals eine andere Lage als das gegenwärtige hatte.

Der Aulehm besitzt eine gelbbraune Färbung, oft ist er durch größere und kleinere Rostflecken gescheckt. Im trockenen Zustande war er ziemlich hart. Kohlensaurer Kalk fehlte vollständig, soweit solcher mit 10prozentiger Salzsäure im Felde erkannt werden kann.

Pflanzliche Einschlüsse wurden im Felde nirgends bemerkt. Auch die Schlämmung und die mikroskopische Untersuchung der mitgenommenen Proben ergab keinerlei organische Reste. Ebenso wenig hatte man an den Stellen, wo ich darüber Erkundigungen einzog, in dem Aulehm bisher Knochen oder Holzreste bei seinem Abbau angetroffen.

Das alles weist darauf hin, daß zur Zeit der Ablagerung der Schicht kein ausgedehnter und zusammenhängender Baum- und

Strauchwuchs in der Wyhraniederung bestand, zumal sich Baumstämme in dem tonigen, luftabschließenden Materiale gut zu erhalten pflegen. Es scheinen auf der ganzen, einige Kilometer weiten Strecke, die ich untersuchte, in jener Zeit ganz überwiegend Gras- und Seggenwiesen bestanden zu haben, die den feinen Schlick des Flusses bei den Frühjahrsüberflutungen auffingen, deren Reste aber unter der nur flachen Auflagerung von solchem spurlos verwesen konnten, ebenso wie die etwa vom Winde mit dem Staube herbeigewehten Pollenkörner und die vom Hochwasser hinterlassenen Samen, Blätter und gröberen Holzteile, die, indem sie jahrelang der Einwirkung der Luft ausgesetzt blieben, vollständig verrotteten. Indem die dünnen, alljährlich von den Frühjahrshochwässern hinterlassenen Schlicklagen, die den größten Teil des Jahres über frei lagen, von Regenwürmern und Insektenlarven durcheinander gewühlt und durch den Frost im Winter stark aufgelockert wurden, mußte jede Schichtung des Materiales verloren gehen, die etwa anfangs vorhanden gewesen war.

Alle Pflanzenfunde, die ich in den vorstehend beschriebenen Schichten festzustellen vermochte, sind am Schlusse dieser Arbeit in einer Liste nach den systematischen Hauptklassen und in alphabetischer Reihenfolge zusammengestellt worden. Zugleich wurde da angegeben, in welche phytohistorische Perioden sie fallen.

Kap. 2.

Geologische Ergebnisse.

Die Quartärbildungen beginnen in der untersuchten Strecke der jetzigen Talaue der Wyhra mit Sanden und Schottern, deren untere Abteilung möglichenfalls noch dem mittleren Diluvium zuzurechnen ist, während die obere Abteilung sicher dem jüngeren Quartär angehört. Die in der letzteren enthaltenen Schotter und Sande sind es, die C. A. Weber in seiner Mammutflora von Borna vorläufig und versuchsweise in das „Frühglazial“ der Würmeiszeit des Penck-Brücknerschen Systems gestellt hat.¹⁾ Es geschah unter der Voraussetzung, daß die „altalluviale Terrasse“ der geologischen Karte von Sachsen, unter der sich der von den „altdiluvialen“ — besser mitteldiluvialen — Schottern unterteufte Mammutton findet, interglazial wäre. Bedenken gegen diese Altersbestimmung hat genannter Forscher selber geäußert. Nun hat sich E. Werth bemüht, es als wahrscheinlicher hinzustellen, daß die Terrasse vielmehr in eine Phase des Würmglazials gehört. Er begründet seine Annahme mit dem Fehlen des jüngeren Lösses auf ihr.²⁾

¹⁾ a. a. O. S. 55 f.

²⁾ E. Werth, Die Mammutflora von Borna. Naturw. Wochenschr. 1914. Nr. 44, S. 689 f.

Dagegen ließe sich freilich geltend machen, daß es einerseits doch nicht als ganz unzweifelhaft feststeht, daß es sich bei der dünnen Decke stark verlehmt und kalkfreien Lösses, die sich bei Borna über der Grundmoräne der Rißeiszeit findet, wirklich um jüngern Löß der Würmeiszeit handelt, sondern um einen älteren, und daß andererseits die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß eine Decke jüngern Lösses, die sich ehemals auch auf der „altalluvialen“ Terrasse befunden hat, durch Denudationsvorgänge wieder beseitigt worden ist. Denn augenscheinlich hat die Terrasse selber in ihrem größeren, zur Talaue geneigten Teile eine Abtragung erfahren, und ihr höchster, an die Grundmoräne angelehnter Teil trägt noch eine schwache Lößdecke, die von beiden Forschern zwar für verschwemmten Löß gehalten wurde, die aber meines Erachtens mit gleicher Wahrscheinlichkeit als der Rest einer primären Lößdecke aufgefaßt werden kann.

Aber abgesehen davon ließe sich E. Werths Annahme recht wohl mit der Tatsache vereinen, daß die ältesten Schichten des südlichen der beschriebenen Randbeckens der baumlosen Eiszeit angehören. Die Ablagerungen der Würmeiszeit wären dann in dieser Talstrecke

1. Mammutton,
2. Terrassenlehm,
3. Jüngere Flußschotter,
4. Glaziale lakustrine Schichten des südlichen Randbeckens,
 - a) Schwarze Schicht,
 - b) Kalkmudde,
 - c) Untere Torfmudde.

Den Terrassenlehm könnte man mit E. Werth als den Absatz aus einer Zeit auffassen, in der die Wyhra und Pleiße samt der Elbe infolge der stärksten Ausbreitung des letzten norddeutschen Landeises aufgestaut waren, und die jüngeren Schotter aus der, in welcher dieses infolge seines Rückzuges den Ablauf der Flüsse wieder freigegeben hatte. Die lakustrinen Bildungen des Randbeckens wären dann am passendsten in den Beginn der „spätglazialen“ Zeit zu stellen. Zweifel an der Richtigkeit der Auffassung des Terrassenlehms als dem Würmmaximum angehörig lassen sich aber mit derselben Begründung erheben, mit der sich E. Werth gegen seine Interglazialität ausgesprochen hat, nämlich mit dem Fehlen unzweifelhaft primären jüngern Lösses auf ihm, man müßte dann auch in diesem Falle annehmen, daß solcher durch spätere Vorgänge wieder von ihm entfernt worden wäre. Es muß der weiteren Forschung überlassen werden, hierin eine endgültige Klärung zu bringen, und ich wende mich nun den von mir eingehender studierten Talbildungen zu.¹⁾

Wir sahen, daß die Wyhra, nachdem sie die jüngeren Schotter abgesetzt hatte, scheinbar verschwunden war, sich wenigstens nicht bei den Verlandungsvorgängen der tiefen, bis zu einer gewissen Höhe dauernd mit Wasser gefüllten Kolke am westlichen Talrande irgendwie bemerklich machte. Der Grundwasserstand war damals sehr

¹⁾ Anmerkung 8.

niedrig und die Wyhra vermutlich nur ein unbedeutender Bach, der während des größten Teils des Jahres austrocknete und nur zur Zeit der Schneeschmelze und der Frühlingsregen Wasser führte.

Es herrschte also eine starke klimatische Trockenheit, und demgemäß müssen damals auf allen höher gelegenen Bodenstrecken die Bedingungen der Wüste oder der Steppe im geographischen Sinne geherrscht haben.

Die am meisten ins Auge fallende Eigentümlichkeit der Landschaft in dieser Zeit ist die vollständige Abwesenheit Blütenstaub erzeugender Bäume. Sie können auch in der Flußniederung damals höchstens nur ganz vereinzelt in verkrüppelter, selten blühender Gestalt vorhanden gewesen sein. Höchst wahrscheinlich fehlten sie aber auch hier vollständig, weil sie sonst wenigstens in der Umgebung der Teiche gewachsen wären, in deren Absätzen sich nicht die geringste Spur davon trotz eifrigen und umfassenden Suchens auffinden ließ. Der Grund der Erscheinung kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit nur in einer niedrigen Temperatur des Zeitalters erblickt werden.

Wie die Pflanzenwelt des Landes in der näheren Umgebung jener Teiche damals beschaffen war, dafür haben sich nur Andeutungen finden lassen. Sehr bezeichnender Weise sind es nur Sumpfmoose, die wir von Landpflanzen in den Teichsedimenten antrafen, und zwar solche, die auch gegenwärtig in der arktischen und subarktischen Tundra als Massenbestandteile der Pflanzendecke eine hervorragende Rolle spielen. Wenn die vorgefundenen Arten auch nicht für die kältere Zone kennzeichnend sind, so enthält doch das Vorkommen eines andern Sumpfgewächses, nämlich der *Carex aquatilis*, einen nicht mißverständlichen unmittelbaren Hinweis auf die Temperaturverhältnisse.

Diese Befunde reden eine deutliche Sprache. Sie besagen klipp und klar, daß zu der Zeit, als die Sedimentation in den Teichen am Rande der Wyhraniederung begann, in deren Umgebung eine Vegetation herrschte, wie sie jetzt außerhalb der Baumgrenze in der arktischen Tundra angetroffen wird, im übrigen aber ein außerordentlich trockenes Klima herrschte.

Im Gegensatz dazu wurden in den Teichen neben Wasserorganismen, die wie die beiden Gyraulen eine nordische Verbreitung haben, solche angetroffen, die größere Wärmeansprüche haben und gegenwärtig jenseits der Baumgrenze im arktischen Gebiete fehlen. Allein diese Erscheinung hat nichts Befremdliches mehr an sich, seitdem man weiß, daß sie eine notwendige Folge der niedrigen geographischen Breite Mitteleuropas ist, die eine bessere Erwärmung der Gewässer als der Luft bedingt.

Die glazialen Verhältnisse müssen in der angedeuteten Art und Weise lange Zeit hindurch bestanden haben, mindestens so lange, daß sich eine 2 m starke Schicht von Kalkmudde samt der sie überlagernden Torfmudde abzusetzen vermochte. Erst während der Entstehung der darüberfolgenden unteren Lebermudde erschienen als die ersten nachweisbaren Bäume Haarbirken in rasch zunehmender Menge.

Ihre ausschließliche Herrschaft währte jedoch nur eine verhältnismäßig kurze Zeit.

Danach folgte die Herrschaft der Föhre, die wir durch drei Schichten verfolgen konnten. Sie muß verhältnismäßig lange gedauert haben. Aber schon um die Mitte dieser Zeit begann die Eiche aufzutreten, anscheinend vorübergehend auch die Fichte. Zugleich begann das Grundwasser der Niederung langsam zu steigen, was wir als Folge eines allmählichen Feuchterwerdens des Klimas betrachten dürfen.

Während dieser Zeit verlandete das stehende Gewässer des südlichen Moorbeckens zweimal vorübergehend, einmal durch Hypnumtorf, dann durch Erlenbruchwaldtorf. Aber beide Male wurde die Verlandung durch das stetige Ansteigen des Grundwassers wieder aufgehoben. Ob man diese Verlandungen als Anzeichen kürzerer Klimaschwankungen aufzufassen hat oder nicht vielmehr nur als Pausen in dem Ansteigen des Grundwassers, während deren es sich ungefähr auf gleicher Höhe erhielt, bleibt dahin gestellt.

Sicherer ist, daß, nachdem die Eichenherrschaft während der Ablagerung der oberen Lebermudde voll eingesetzt hatte, das Grundwasser und mit ihm die klimatische Feuchtigkeit einen höheren Stand erreicht hatte, der nun lange Zeit beständig blieb. Jetzt bedeckte sich die ganze Talebene mit mehr oder minder sumpfigen, hier und da von Röhrichten und Seggenrieden durchsetzten Wäldern, in denen Erlen und Eichen wuchsen, bis ein rasches erneutes Steigen des Wassers diese Wälder samt ihrem Urwaldmoder vernichtete und die Trümmer mit dem vom Flusse herbeigeführten Sand und Ton in der Tonmudde- und Vivianitschicht vereinigte.

Von nun ab stieg das Wasser beständig und häufte den Aulehm bis zur Höhe von 4 m an. Ob in der Gegenwart die abtragende Kraft des Flusses wieder größer als die aufhäufende geworden war, wie es den Anschein erweckte, muß fernerer Prüfung vorbehalten bleiben.

Wir treffen demnach in den untersuchten Ablagerungen der Wyhraniederung zwischen Borna und Lobstädt denselben Entwicklungsgang der Baumflora während der Postglazialzeit, wie sie Japetus Steenstrup für Dänemark, A. G. Nathorst, Gunnar Andersson und andere für Schweden, Jens Holmboe für Norwegen, v. Fischer-Benzon und C. A. Weber für das norddeutsche Tiefland festgestellt haben. Es ist unwahrscheinlich, daß eine derartige Erscheinung südlich von Leipzig nur örtlicher Art gewesen ist. Es ist vielmehr anzunehmen, daß sie für ganz Mitteleuropa Geltung hat. Doch werden weitere Untersuchungen dies zu prüfen haben, und solche müssen auch noch die Spuren der Buchenzeit in diesem Gebiete aufdecken, die sich in den von mir untersuchten Schichten, wo sie zu erwarten waren, nicht erhalten haben.

Kap. 3.

Beziehung zu klimatischen und geologischen Erscheinungen der Postglazialzeit in Skandinavien und Norddeutschland.

Es liegt nahe, den Versuch zu machen, auch die geologischen und klimatischen Erscheinungen der Postglazialzeit im Wyhratale mit denen zu vergleichen, die in Skandinavien und Norddeutschland festgestellt worden sind.

Von den aufgestellten Systemen erscheint am vollständigsten das Blytt-Sernandersche Klimasystem für Skandinavien. Dieses bezeichnet die aufeinander folgenden Zeitalter als das arktische, subarktische, boreale, atlantische, subboreale und subatlantische. Sie werden mit den geologischen Veränderungen im Ostseebecken derart in Parallele gestellt, daß das arktische der Ausbreitung des Yoldiameeres, das subarktische und boreale der des Ancylussees, das atlantische und subboreale der Herrschaft des Litorinameeres, das subatlantische im wesentlichen dem gegenwärtigen Zustande der Ostsee entspricht. Ein regelmäßiger Wechsel zwischen verhältnismäßig wärmeren kontinentalen und verhältnismäßig kühleren ozeanischen Klimaten wird angenommen und zwar in der Weise, daß das boreale und subboreale Zeitalter jenem, das atlantische und subatlantische diesem angehört.

C. A. Weber stellte an der Hand seiner Untersuchungen über die Hochmoore Nordwestdeutschlands zwei mächtige Hochmoorschichten fest, den älteren und den jüngern Bleichmoostorf (Sphagnumtorf), von denen der letztere bis in die Gegenwart reicht. Mit Rücksicht auf ihre Entstehungsweise nennt er die Sphagnumtorfschichten Regentorf oder ombrogen im Gegensatz zu den Torfarten, die in Berührung mit tellurischem Wasser entstanden und die er Grundwassertorf oder hydrogen nennt. Zwischen dem älteren und dem jüngeren Sphagnumtorf liegt eine Denudationsfläche, der Grenzhorizont, der im wesentlichen eine Unterbrechung der an feuchteres Klima gebundenen mächtigen Sphagnumtorfbildungen durch eine Zeit mit trocknerem Klima darstellt. Auf mehreren Reisen stellte derselbe Forscher fest, daß derartige Gliederungen der Hochmoore im Erzgebirge, in den Ostalpen, in Centralrußland und vom südlichen Schweden bis zum südlichen Norwegen verbreitet sind, was auf allgemeine klimatische Vorgänge in diesen Teilen Europas hinweist.

Unter dem älteren Sphagnumtorf der Hochmoore findet sich häufig eine Waldtorfschicht, die der borealen Periode des Blytt-Sernanderschen Systems eingereiht und als Beweis eines trockneren Klimas von diesem aufgefaßt wird. C. A. Weber hält das zwar nicht für ausgeschlossen, kann aber in dem bloßen Auftreten des Waldtorfes nicht ohne weiteres den Beweis eines trockneren Zeitalters erblicken, da die Waldschicht sich auch unter gleichbleibend feuchtem Klima im Verlauf der natürlichen Aufeinanderfolge der Moorpflanzenvereine entwickeln mußte.

Offensichtlich entspricht nun das subatlantische Zeitalter, soweit es die klimatische Feuchtigkeit bezeichnet, dem des jüngeren Sphagnumtorfes, das subboreale dem des Grenzhorizontes und das atlantische findet wenigstens seinen klarsten Ausdruck in dem Vorkommen des älteren Sphagnumtorfs. Ob nicht auch noch die Waldtorfschicht unter ihm wenigstens stellenweise, namentlich da, wo er sehr schwach entwickelt ist, als atlantisch zu gelten hat, muß aber von Fall zu Fall entschieden werden. Denn auch während des atlantischen Zeitalters setzte die Sphagnumtorfbildung so wenig wie gegenwärtig überall gleichzeitig ein, sondern erst, nachdem ein Moor den Zustand der Anhäufung mesotrophen Torfs überschritten hatte und in den des oligotrophen eingetreten war, was bei einigen Mooren gleich zu Beginn der Periode, bei anderen erst gegen deren Ende eingetreten sein wird, während noch andere überhaupt nicht so weit kamen.¹⁾

Nichtsdestoweniger empfiehlt es sich, wie mir scheint, für die Schichten, die sich während des Übergangs von der glazialen zur atlantischen Zeit ablagerten, eine besondere Bezeichnung zu verwenden. Dazu möge das Wort boreal dienen.

Demnach haben die Ausdrücke des ursprünglich rein klimatischen Systems von Blytt-Sernander für mich eine geologische Bedeutung und ich erkläre

die subatlantische Zeit als das Zeitalter, in dem der jüngere Sphagnumtorf der Hochmoore als das letzte Glied der Moorbildungen entstanden ist,

die subboreale Zeit als das Zeitalter, in dem der Grenzhorizont der Hochmoore entstanden ist,

die atlantische Zeit als das Zeitalter, in dem der ältere Sphagnumtorf als das letzte Glied der Moorbildungen entstanden ist,

die boreale Zeit als das Zeitalter, in dem sich der Übergang von dem glazialen Zeitalter zu dem atlantischen vollendete.

Ferner bezeichne ich als Landeiszeit das Zeitalter, das begann, als die Gletscher in den späteren Vereisungsmitten zu Landeisgefilen zusammenflossen, die eine Höchstausbreitung gewannen, und das endete, als das zurückgewichene Landeis sich an seinen ehemaligen Ausgangsstellen wieder in Einzelgletscher aufzulösen begann.

Wie wir später sehen werden, fällt bei solcher Begrenzung der Landeiszeit die boreale Zeit in sie als ihre letzte Stufe hinein. Da während der borealen Zeit (vergl. Übersicht 2) die Eiche in Mitteleuropa erschien, so muß damals das Klima dort schon so milde geworden sein, wie es in der Nähe der gegenwärtigen Nordgrenze dieses Baumes ist.

Ich unterscheide als weitere Abschnitte des Eiszeitalters den vormaximalen, den maximalen und den nachmaximalen.

Der nachmaximale leitet von dem borealen rückwärts zu dem maximalen hinüber, während dessen das letzte alpine und nordische

¹⁾ Ebensowenig kann Waldtorf, der unmittelbar unter subatlantischem, jüngeren Sphagnumtorf liegt, ohne weitere Prüfung als subboreal betrachtet werden, wofür nicht unter ihm befindlicher älterer, atlantischer Sphagnumtorf jeden Zweifel ausschließt.

Landeis am weitesten in Deutschland vorgedrungen waren. Als vor-maximal ist der Abschnitt zu bezeichnen, der dem maximalen unmittelbar voraufragt. Die Bezeichnungen glazial, hoch-, früh- und spätglazial benutze ich nur, um den Klimacharakter hervorzuheben, nicht in bezug auf einen absolut bestimmten geologischen Zeitabschnitt.

Betrachten wir nunmehr, wie sich die Befunde, die wir im Wyhratale antrafen, in dieses Schema einfügen lassen.

Es liegt durchaus nahe, die jüngste dort vorhandene Bildung, deren Ablagerung sich bis in die Gegenwart fortsetzte, den Aulehm, in dasselbe Zeitalter zu verlegen, in dem der jüngere Sphagnumtorf der Hochmoore entstand, dessen Entstehung sich auch bis in die Gegenwart fortsetzt. Da nun den maximal-eiszeitlichen Schichten, nämlich den Flußschottern samt den drei untersten limnischen Schichten des südlichen Randbeckens, ihr Platz durch ihre glaziale bzw. spätglaziale und frühglaziale Natur in dem Systeme angewiesen ist, so haben wir zwei feste Punkte, zwischen die sich die borealen, die atlantischen und die subborealen Geschehnisse einordnen lassen müssen.

Sobald wir das versuchen, zeigt sich aber, daß es nur möglich ist, wenn wir annehmen, daß die Ablagerungen aus der atlantischen und der subborealen Zeit fehlen oder zerstört worden sind.

In der Tat fanden wir, daß eine solche Zerstörung von Schichten beim Beginn der Ablagerung des Aulehms oder kurz zuvor erfolgt sein muß, deren verschwemmte Reste wir in der Tonmudde- und Vivianitschicht antrafen. Das ist nun aber gerade die Stelle, wo wir die atlantischen und subborealen Bildungen nach unserem Schema zu suchen haben, und so ergibt sich eine Übereinstimmung zwischen ihm und unsern Befunde.

Die Übersicht 1 gibt über das hier Dargelegte einen zusammenfassenden Überblick. Ich füge zugleich vorwegnehmend einige erst aus dem folgenden Kapitel sich ergebende Zeitbestimmungen in sie ein, um den Zusammenhang mit dem dort zu Erörternden zu bezeichnen.

Ist nun unsere vorstehende Parallelisierung richtig, so würde daraus folgen, daß die Entstehung des älteren Sphagnumtorfs in eine Zeit fiel, in der zwar ein verhältnismäßig hoher Grundwasserstand in der Wyhraniederung vorhanden war, aber nicht ein so hoher, daß der Fluß die ganze Niederung regelmäßig und ausgiebig überflutete, wie zur Zeit der Entstehung des Aulehms und des jüngeren Sphagnumtorfs¹⁾, und es scheint daher, daß der ältere Sphagnumtorf unter nicht ganz so niederschlagsreichen Verhältnissen entstand als der jüngere.

Dafür spricht der Umstand, daß der ältere Sphagnumtorf im allgemeinen reicher an „Bullagen“ ist als der jüngere, d. h. an jenen dünnen, linsenförmigen, wesentlich aus den schwer zersetzbaren Resten des scheidigen Wollgrases (*Eriophorum vaginatum*) und einiger Heidesträucher bestehenden Zwischenlagen, welche den aus denselben

¹⁾ Anmerkung 9.

Übersicht I.

(Von unten nach oben zu lesen.)

Archäologische Zeit- bestimmung	Geologisches Zeitalter	Entwick- lungsstufen der Ostsee	Entwicklung der Moore und des Klimas	Geologische Erscheinungen im Wyhratale		
Völkerwanderung Röm. in NW-Deutschl.	Subatlantisches Zeitalter	Gegenwärtiger Zustand der Ostsee	Zeitalter des jüngeren Sphagnumtorfs Entstehung mächtiger ombrogener über den hydrogenen Torfschichten Klima niederschlagsreich Temperatur i. A. wie gegenwärtig	Aulehm	Höchster Grundwasser- stand	Schwächere Strömung
				Torfmu- de- u. Vivianit- schicht		
	Subboreales Zeitalter		Zeitalter des Grenzhorizontes Über den hydrogenen keine oder nur un- bedeutende ombrogene Torfschichten abgelagert	Auwald, vermutlich Lebepflanz- reicht	Grundwasser- stand wahr- scheinlich	Starke Strömung
Bronzezeit	Subboreales Zeitalter	Landeis- bedeckung des baltischen Gebietes	Hochglaziales Klima. In Mitteldeutschland sehr niederschlagsarm, überwiegende Ost- winde; Steppen- und Tundrabedingungen Höchste Kälte in ganz Europa Größte Ausbreitung der Landeisfelder, deren Nähegebiete verhältnismäßig niederschlags- reich	Untere Torfmu- de	Niedrigster Grundwasser- stand	
	Maxi- maler Ab- schnitt			Kalkmu- de	Baumlose Stufe	
	Vor- maxi- maler Ab- schnitt		Frühglaziales Klima. Die Wärme nimmt in ganz Europa ab Die Niederschläge in Mitteldeutschland an- fangs sehr hoch, dann allmählich ab- nehmend Landeisfelder drängen vom Fuße der Alpen und vom baltischen Becken her in Deutsch- land vor	Schwarze Schicht	Grundwasser verhältnis- mäßig hoch	Sehr starke Strömung
				Flußschotter		

Archäologische Zeitbestimmung	Geologisches Zeitalter		Entwicklungsstufen der Ostsee	Entwicklung der Moore und des Klimas	Geologische Erscheinungen im Wyhratale				
Völkerwanderung Röm. in NW-Dtschl.	Subatlantisches Zeitalter		Gegenwärtiger Zustand der Ostsee	Zeitalter des jüngeren Sphagnumtorfs Entstehung mächtiger ombrogener über den hydrogenen Torfschichten Klima niederschlagsreich Temperatur i. A. wie gegenwärtig	Aulehm	Buchenstufe?	Höchster Grundwasserstand	Schwächere Strömung	
					Torfmudde- u. Vivianit-schicht			Starke Strömung	
Bronzezeit	Subboreales Zeitalter			Zeitalter des Grenzhorizontes Über den hydrogenen keine oder nur unbedeutende ombrogene Torfschichten abgelagert Der ältere Sphagnumtorf zersetzt Klima niederschlagsärmer Temperatur wahrscheinlich höher als gegenwärtig	Auwald, vermutlich mit vorwiegenden Eichen		Grundwasserstand wahrscheinlich niedrig		
Ganggräber	Atlantisches Zeitalter				Zeitalter des älteren Sphagnumtorfs Entstehung mächtiger ombrogener über den hydrogenen Torfablagerungen Klima ganz Europas ziemlich niederschlagsreich Temperatur ähnlich der der Gegenwart oder vielleicht etwas höher		Auwald, vermutlich mit vorwiegenden Erlen		Eichenstufe
Kjökkenmöddinger									
Wohnstätten in d. Kieler Föhrde			Höchster Salzgehalt des Litorinameeres an der holsteinischen Küste Übergang vom Süß- ins Salzwasser Größte Ausbrei-						
Maglemose	Landeis-Zeitalter	Borealer Abschnitt	tung des Ancylussees	Die Niederschläge nehmen in Mitteleuropa zu Temperatur in Mitteldeutschland anfangs ähnlich der an der gegenwärtigen Nordgrenze der Eiche, zuletzt der der Gegenwart ähnlich Das Landeis beginnt sich am Ende des Zeitabschnittes in den skandinavischen Hochlanden und in den Alpentälern in Einzeltletscher aufzulösen	Schilftorf des mittl. Beckens	Föhrenstufe	Grundwasserstand steigend		
			Übergang vom Salz- ins Süßwasser		Obere Lebermudde				
					Waldtorf				
		Nachmaximaler Abschnitt	Höchster Stand des Yoldia-meeres in Skandinavien	Spätglaziales Klima Niederschläge in Mitteleuropa zunehmend Kälte abnehmend	Obere Torfmudde	Erstes Erscheinen der Pollen von Quercus, Alnus u. Picea			
					Hypnumtorf				
		Maximaler Abschnitt	Landeisbedeckung des baltischen Gebietes	Hochglaziales Klima. In Mitteldeutschland sehr niederschlagsarm, überwiegende Ostwinde; Steppen- und Tundrabedingungen Höchste Kälte in ganz Europa Größte Ausbreitung der Landeisfelder, deren Nährgebiete verhältnismäßig niederschlagsreich	Untere Lebermudde	Weißbirkenstufe	Baumlose Stufe	Niedrigster Grundwasserstand	
					Untere Torfmudde				
						Kalkmudde			
Vormaximaler Abschnitt		Frühglaziales Klima. Die Wärme nimmt in ganz Europa ab Die Niederschläge in Mitteldeutschland anfangs sehr hoch, dann allmählich abnehmend Landeisfelder dringen vom Fuße der Alpen und vom baltischen Becken her in Deutschland vor	Schwarze Schicht	Flußschotter		Grundwasser verhältnismäßig hoch	Sehr starke Strömung		

Pflanzen zusammengesetzten kleinen Siedelungen (Bülten) entsprechen, die sich in den trockenen Phasen der Brücknerschen Perioden auf unseren Hochmooren, namentlich ihren Randhängen zerstreut entwickelten, um in den nasseren Phasen wieder größtenteils durch das Sphagnetum überwuchert zu werden. Die Phasenunterschiede dieser Perioden waren mutmaßlich zur Zeit der Entstehung des älteren Sphagnumtorfs stärker ausgeprägt als während der, in der sich der jüngere bildete. Weiterhin dürfte der Umstand, daß im älteren Sphagnumtorf Brandlagen, die durch das ganze Moor laufen, häufiger als im jüngeren auftreten und von Feuersbrünsten herrühren, die in ihm offenbar viel verheerender als in diesem gewirkt haben, wie an der Aschenschicht erkannt wird, ebenfalls für ein Zeitalter während seiner Entstehung sprechen, in dem vorübergehende Trockenzeiten häufiger die Gelegenheit zu Moorbränden und deren physiologischen und biologischen Folgen gaben als in dem Zeitalter der Entstehung des jüngeren.¹⁾

Unserer Erörterung liegt die Voraussetzung zugrunde, daß jüngerer Sphagnumtorf und Aulehm einander zeitlich entsprechen. Man könnte nun aber auch annehmen, daß älterer und jüngerer Sphagnumtorf samt dem Grenzhorizonte dem Aulehm in unserer Zeittafel gleich zu setzen wären.

Dagegen spricht aber, daß sich keinerlei, diesen dreien entsprechende Gliederung in dem Aulehm erkennen ließ. Denn wenn der Grenzhorizont eine zwischen zwei niederschlagsreichen Zeitaltern eingeschlossene lange Säkularperiode war, so müßte man erwarten, daß sich eine derartige Trockenzeit in den Flußsedimenten irgendwie hätte ausdrücken müssen. Während ihrer mußten die Überschwemmungen seltener, die Grundwasserstände niedriger sein, ausgedehnte Baum- und Strauchbestände hätten sich an Stelle der Grasfluren und der Hochseggenwiesen, die während des gegenwärtigen Zeitalters in der Flußaua bestanden, in dieser ansiedeln müssen. Aber weder davon war irgend eine Spur zu erkennen, noch ließen sich die Reste solcher Bestände auffinden, die durch die wieder steigenden Fluten vernichtet und verschwemmt worden wären.

Daher erscheint die Gleichsetzung des jüngeren Sphagnumtorfes mit dem Aulehm am angemessensten. Darin bestärkt mich noch ein anderer Umstand. Es lassen sich nämlich Anzeichen dafür geltend machen, daß der Eintritt des Zeitalters, in dem diese Hochmoorschicht entstand, ziemlich rasch und unter starken Niederschlägen erfolgte. Ich bin freilich nicht ganz sicher, ob ich dafür die Tatsache in Anspruch nehmen darf, daß die unterste Lage des jüngeren Sphagnumtorfs auf den Hochmooren Nordwestdeutschlands fast immer aus den nässeliebenden Sphagnen der *Cuspidatumreihe* entstanden ist, denen sich sehr oft *Scheuchzeria palustris* L. in Menge beigesellt. Denn, obwohl sich hier eine gewisse Analogie mit der Torfmudde- und Vivianit-schicht an der Unterkante des Aulehms nicht verkennen läßt, so könnte doch die, eine starke Vernässung anzeigende unterste Lage

¹⁾ Anmerkung 10.

des jüngeren Sphagnumtorfs ein Erzeugnis des sumpfigen Vorlaufsaumes sein, den das transgredierende jüngere Hochmoorsphagnetum vor sich herschob, obwohl sie sich auch auffälligerweise nicht selten grade über den höchsten mittleren Teilen der flachen Hügel des älteren Hochmoors, hier und da unterbrochen von verlandeten alten Kolkbildungen, weithin kräftig entwickelt findet. Mehr spricht dafür, daß die Regengüsse zuweilen katastrophenartig einsetzten, die Unterspülung und Verschwemmung eines in dem Diepholzer Moore auf dem älteren Sphagnumtorf angelegten und von mir untersuchten Bohlweges, der möglichenfalls auch nur deshalb angelegt worden war, weil der zersetzte ältere Sphagnumtorf beim Eintritt des niederschlagsreichen Zeitalters nicht mehr tragfest genug blieb. Auch auf anderen Hochmooren hat C. A. Weber zuweilen starke Erosionswirkungen samt den Zeugnissen einer rasch einsetzenden starken Vernässung und Aufweichung der älteren Moorbildungen in diesem Horizonte wahrgenommen.

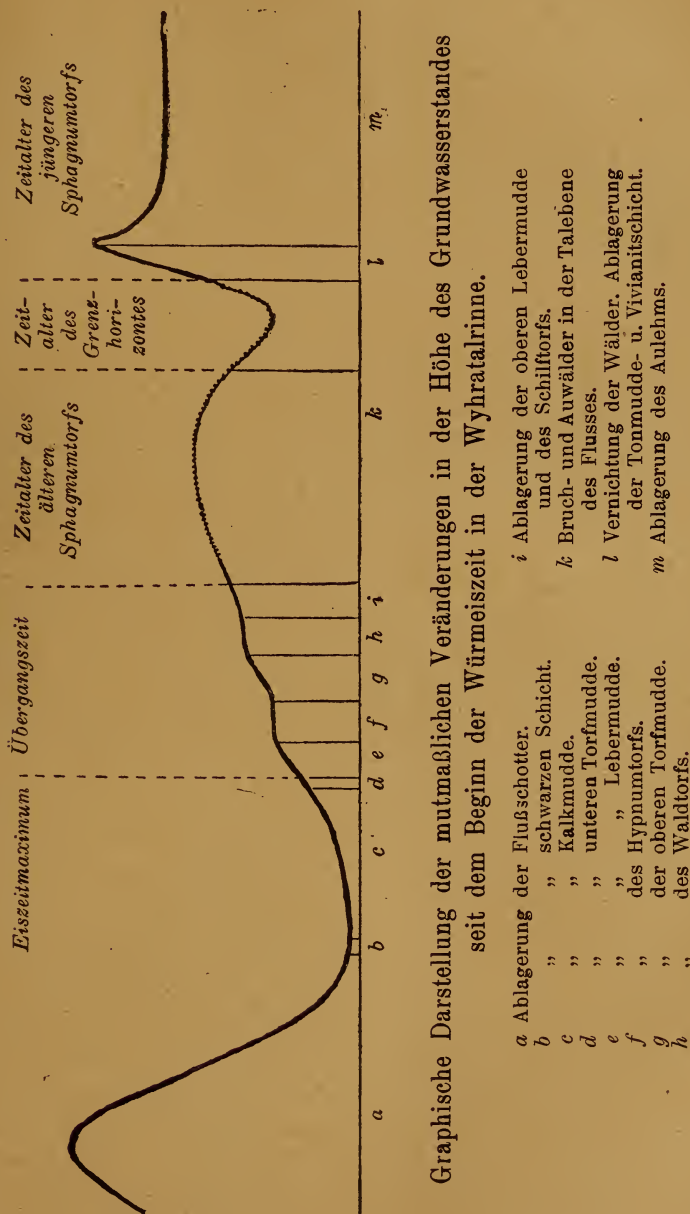
Gegen unser Deutungsschema läßt sich noch der Einwand erheben, daß sich während der atlantischen Zeit in der Wyhraniederung nicht nur Nieder- sondern auch Hochmoore hätten entwickeln müssen, von denen bisher keine Spuren bemerkt wurden. Allein ganz abgesehen davon, daß solche noch gefunden werden mögen, so müßte eine hier entstandene Sphagnumtorfschicht während des folgenden trockenen Zeitalters wie überall tief hinunter zersetzt worden sein und konnte daher beim Einbruch der Fluten um so leichter durch die Strömung weggeschwemmt werden, wenn sie nicht schon vorher vom Winde ausgeblasen worden war. Da wir Sphagnen hier schon zu einer sehr frühen Zeit begegneten, so ist sogar die Wahrscheinlichkeit nicht abzuweisen, daß sich zur atlantischen Zeit über dem Waldmoor hier und da kleine flache Hochmoore in der Wyhraniederung entwickelt hatten. Möglicherweise waren solche damals auch über den tiefen Niedermooren vorhanden, die unsere Zungenbecken am Rande der Talniederung ausgefüllt hatten.

Endlich sei noch auf eine Erscheinung anderer Art hingewiesen, die in unserer schematischen Übersicht hervortritt und zur Erklärung auffordert, nämlich auf den Wechsel in der stärkeren und schwächeren Strömung des Flusses, der sich nach C. A. Weber während der ganzen Quartärzeit mehrfach kundgibt, soweit Flußablagerungen in der Niederung erhalten geblieben sind. Er hängt zweifellos mit der Größe der Wasserführung des Flusses zusammen, scheint aber nicht allein aus ihr erklärt werden zu können; vielmehr besteht die Möglichkeit, daß er mit einer bald stärkeren, bald schwächeren Neigung des engern oder weitem Flußsystems, dem die Wyhra angehört in Zusammenhang steht, d. h. mit tektonischen Bewegungen des betreffenden Gebietes. Wenn auch für die jüngeren Schotter eine andere Erklärungsmöglichkeit im 2. Kap. angedeutet wurde, so ist eine solche doch kaum auf die älteren Schotter anwendbar.

Hier sei an die Vermutung angeknüpft, daß die untere Abteilung der Flußschotter unseres Profils in der Südwand der Viktoriagrube (Abb. 1, Seite 194) diesem älteren, mitteldiluvialen Schotter angehöre.

Nimmt man gleichzeitig an, daß dessen Oberfläche hier, am Rande der Niederung unabgetragen geblieben ist, so liegt diese an der Mammutfundstelle in einer Höhe von 132 m + NN und an der Viktoriagrube in einer solchen von 128,0 m + NN. Das ergäbe ein Gefälle des damaligen Flusses von ungefähr 35 cm auf 100 m, während die Talaue

Abb. 2.



Graphische Darstellung der mutmaßlichen Veränderungen in der Höhe des Grundwasserstandes seit dem Beginn der Würmeiszeit in der Wyhratalrinne.

jetzt auf der Strecke vom Westrande des Kartenblattes bis Klein-Zössen, oberhalb der Mündung der Wyhra in die Pleiße, nur ein Gefälle von rund 19 cm auf 100 m besitzt. Die angeregte Frage zu prüfen muß indes einer besonderen Untersuchung über die Terrassen des Elbsystems sowie der anderen norddeutschen Flußsysteme im Zusammenhang mit den in ihnen vorkommenden fossilienführenden lakustrinen und fluviatilen Bildungen vorbehalten bleiben.

Als Zusammenfassung meiner im Vorstehenden entwickelten Anschauungen über die Veränderungen des Wasserstandes in der Wyhraniederung seit der letzten Eiszeit diene die Abbildung 2 auf Seite 235, in der als Abscissen in Ermangelung eines Besseren die ungefähre Mächtigkeit der aufeinanderfolgenden Schichten verwendet wurde. Der Teil der Kurve, der in die Lücke unterhalb der Tonmudde-Vivianitschicht fällt, ist in der Zeichnung besonders kenntlich gemacht.

Kap. 4.

Die Wanderung einiger der wichtigsten Waldbäume in Deutschland und Skandinavien während der Postglazialzeit.

Unsere Zusammenstellung in Übersicht 1 fordert noch zu einer näheren Betrachtung der Zeit auf, in der sich einige der wichtigsten Waldbäume nach dem Schlusse der letzten Eiszeit über Deutschland verbreiteten und nach Skandinavien einwanderten. Dazu stehen mir außer anderem einige Untersuchungen meines Vaters zur Verfügung, bei denen ich ihm z. T. Assistentendienste geleistet habe und die hier zum ersten Male der Öffentlichkeit übergeben werden.

Was zunächst das erste Erscheinen der Waldbäume in der Zeit anlangt, als sich das letzte Landeis aus Norddeutschland zurückzog, so möchte ich vorweg die Worte anführen, mit denen ein so erfahrener Geologe wie A. G. Nathorst seine bedeutsamen Ausführungen über „Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen und einige darauf besonders für Mitteldeutschland basierte Schlußfolgerungen“ beschließt. Er sagt nämlich: „Daß das Klima Mitteldeutschlands zur gleichen Zeit, als die Dryasflora in Schonen florierte, ein etwas günstigeres gewesen sein muß, ist - - ohne weiteres klar. Man kann sich daher wohl das damalige Vorkommen von Birken- und Föhrenwäldern in Mitteldeutschland denken, und die Pollenkörner des letzteren Baumes, die an einigen Lokalitäten in den Dryastonen Schonens gefunden wurden, deuten ja das Gedeihen desselben an irgend einer Stelle des europäischen Kontinents an. Man kann diese Verhältnisse auch auf solche Weise ausdrücken, daß die postglaziale Zeit in Mitteldeutschland schon zu einer Zeit begonnen hatte, als

spätglaziale Verhältnisse in Südschweden noch vorherrschend waren.“¹⁾

In ähnlicher Weise äußerte sich C. A. Weber in seiner Mammutflora von Borna in bezug auf die floristischen Verhältnisse in den verschiedenen Teilen Norddeutschlands am Schlusse der letzten Eiszeit.²⁾ „Wir halten es - - nicht für unwahrscheinlich, daß zu der Zeit, als sich die Eisstauseen in Masuren und an der unteren Trave hier und da mit Sumpf- und Wasserpflanzen zu bevölkern begannen und Bestände von Grau- und Grünerlen an ihren Ufern erschienen, einen großen Teil Norddeutschlands bereits Birken- und Föhrenwälder überzogen, die näher dem Eisrande auf den Hügeln und trockenen Ebenen durch weite, wiesenartige, hier und da mit Vorläufern des Waldes besetzte Grasfluren ersetzt waren, während sich in den nassen Niederungen ausgedehnte Riede befanden, diese wie jene hin und wieder noch mit einzelnen Vertretern der schwindenden Glazialzeit durchsetzt. Im Süden und Westen des Gebietes mag damals schon die Eiche begonnen haben, die Föhre zu verdrängen“ usw.

In der Tat weisen meine Befunde, sobald man sie sich, wie in dem entworfenen Schema, in bezug auf die wahrgenommenen Erscheinungen veranschaulicht, darauf hin, das die Haarbirke in Mitteldeutschland bereits zu einer Zeit Bestände bildend aufgetreten sein muß, als an der Stelle der Ostsee noch das Yoldiamer bestand, in das die Landeismassen Skandinaviens ihre Gletscher vorschoben und das diese mit schwimmenden Eisbergen erfüllten. Es zeigt ferner, daß die Föhre in der Gegend südlich von Leipzig bereits herrschte oder daß wenigstens ihre Wälder sich dieser Gegend genähert hatten, als in Schonen noch die Dryasflora lebte, und es ist sehr wohl denkbar, daß die Pollen dieses Waldbaumes, die Lennert von Post in den oberen Lagen des schonenschen Dryashorizontes feststellte³⁾, von den Föhrenwäldern herrühren, die den südlichen Rand der Ostsee bald nach der Zeit säumten, als sich das nordische Laudeis etwa bis nach Mittelschweden zurückgezogen hatte.⁴⁾

Um mir die Sache, um die es sich handelt, besser zu veranschaulichen, habe ich versucht, die schematische Darstellung der Einwanderung der Hauptwaldbäume in die drei schwedischen Haupt-

¹⁾ Geolog. Fören. Förhandl. Bd. 36. 1914, Seite 304.

²⁾ A. a. O. Seite 61 und 62.

³⁾ L. v. Post, Om skogsträdpollen i sydsvenska torfmossjordföljder 1916. Diese Untersuchung erschien erst im November 1916 nach Hellmuths Tode. Die darauf bezüglichen Bemerkungen sind von mir nachträglich in seine Darstellung eingefügt worden.

C. W.

⁴⁾ Geinitz und Weber, Über ein Moostorflager der postglazialen Föhrenzeit am Seestrande der Rostocker Heide 1904 und C. A. Weber, Die Moostorfschichten im Steilufer der kurischen Nehrung 1908. — Nur wenig jünger scheint die bei Niendorf an der Lübecker Bucht unter Litorinat, 22,0—23,0 m unter Tag erbohrte Süßwasserablagerung zu sein, deren Proben mein Vater von Herrn Prof. Friedrich in Lübeck erhalten und im April 1914 untersucht hat. Auch hier waren Föhrenpollen in so großer Menge vorhanden, daß sie fraglos von Wäldern herrührten, die sich zur Zeit der Entstehung der Ablagerung in der Nähe befanden. Jedenfalls wuchs die Eiche damals noch nicht in der Gegend.

bezirke, die Gunnar Andersson in seiner „Geschichte der Vegetation Schwedens“¹⁾ entworfen hat, mit meinen Befunden in Mitteldeutschland in Verbindung zu setzen. Dazu seien die Ergebnisse gefügt, zu denen L. von Post auf Grund seiner umfassenden Untersuchungen über die Pollenvorkommen in den südschwedischen Mooren gelangt ist, soweit sie für uns in Frage kommen. Gunnar Andersson hat zugleich, um geologische Festlinien zu gewinnen, die verschiedenen Entwicklungsphasen der Ostsee in sein Schema eingetragen, die ich in gleicher Weise benutze, und, um einen Zusammenhang mit dem in Übersicht 1 entworfenen Schema herzustellen, setze ich noch die geologischen Perioden der Postglazialzeit in der oben angegebenen Begriffsbestimmung daneben (s. Übersicht 2 auf Seite 240).

Allerdings ist die Verschiedenheit der Untersuchungsmethoden Anderssons und v. Posts nicht zu übersehen. Man muß erwarten, die durch den Wind verbreiteten Pollen der heranrückenden Waldbäume früher in den Ablagerungen anzutreffen, als Blätter, Früchte, Holz u. dergl. von an Ort und Stelle gewachsenen Individuen. Jene bilden einen Vorlaufsaum, dessen Breite von der Menge des erzeugten Blütenstaubes, seinem Flugvermögen und der Stärke und Hauptrichtung des Windes zur Blütezeit einerseits, von der Geschwindigkeit, mit der die Bäume selber nachzurücken vermögen, anderseits abhängt. Die Geschwindigkeit muß aber da, wo die Bäume nur auf einer durch geographische Verhältnisse bedingten schmalen Linie mit gebundener Marschrichtung vorrücken können, geringer sein als da, wo es, wie im norddeutschen Flachlande, mit breitester Front ungehemmt geschehen kann. Jenes war in Südschweden zur Yoldiazeit der Fall, wo nach de Geers Karte die Verbindung zwischen der südlichen Ostsee und dem Kattegatt ähnlich wie heute war, so daß die Bäume nur auf der schmalen Straße, die die dänischen Inseln boten, wanderten, während ihr Blütenstaub von der damals noch weiter als jetzt nach Norden reichenden mecklenburgischen und pommerschen Küste über das Meer in Menge mit Hilfe des Windes nach Schonen gelangen konnte. Zur Zeit der Ancylushebung verbreiterte sich zwar der Zugang, indem sich nach de Geer zwischen Schonen, den dänischen Inseln und Rügen eine Landverbindung herstellte; aber auch dann noch blieb der südliche Zugang zu der skandinavischen Halbinsel nur verhältnismäßig schmal. Fäßt man das alles ins Auge, so sind die Unterschiede in den Befunden beider Forscher leicht aufzuklären und fallen für unseren Zweck nicht ins Gewicht.

Vor allem wird man aus dem Vorkommen von Birken- und Föhrenpollen in dem oberen Dryashorizonte Schonens nicht mit apodiktischer Sicherheit schließen, daß damals die sie erzeugenden Bäume dort lebten oder gar Wälder bildeten. Vielmehr weist die Tatsache, daß C. A. Weber in Schmelzwassertonen Holsteins, Lübecks und Mecklenburgs, die nachweislich vor dem zurückweichenden Landeise

¹⁾ Englers Bot. Jahrb. 28. 1897, S. 498 u. Résultats scientif. du Congrès intern. de Bot. Wien 1905, S. 57.

entstanden waren und eine glaziale Flora enthielten, entweder ganz vergebens nach derartigen Pollen suchte oder sie höchstens ganz unregelmäßig und vereinzelt darin antraf, mit genügender Schärfe darauf hin, daß zur Zeit ihrer Entstehung Birken und Föhren erst in so weitem Abstände als Wälder auftraten, daß ihre Blütenstaubkörner nicht oder nur ausnahmsweise und selten hierher gelangten. Alle bisherigen paläontologischen Untersuchungen, die darauf achteten, bezeugen, daß während des Maximums der letzten Eiszeit in Deutschland die Landeisgefilde nicht von schmalen, nur wenige Kilometer breiten Säumen umgeben gewesen sein können, die unter dem abkühlenden Einflusse des Eises die glaziale Flora beherbergten. Erst als mit dem Wärmerwerden des Klimas eine nichtglaziale Flora einzuwandern begann und die glaziale verdrängte, entwickelte sich ein mit der Zeit schmaler werdender Gürtel, in dem die letztere noch eine Weile herrschte, und als das nordische Landeis bis in die Nähe der alten skandinavischen Eisscheide abgeschmolzen, die Temperatur Europas allgemein, auch im Norden, bedeutend wärmer geworden war, vermischte sich die Dryasflora in den damals am Eisrande entstandenen Ablagerungen, wie Gunnar Andersson fand,¹⁾ mit Vertretern der Birken- und Föhrenflora. Gerade diese Beobachtung beweist, wie gering der unmittelbar abkühlende Einfluß des Landeises auf die Zusammensetzung der Flora seiner nächsten Umgebung gewesen ist, und daß der Charakter dieser Flora vielmehr wesentlich durch die allgemeine klimatische Temperatur bestimmt wird.²⁾ Der dargelegten Auffassung habe ich in Übersicht 2 dadurch Ausdruck verliehen, daß ich die Linien für die baumlose bzw. Dryas-, die Birken- und die Föhrenzone nach Norden konvergieren ließ.

Ist meine Auffassung richtig, so ergibt sich, daß auch die nichtglazialen Vegetationsgürtel, die den abschmelzenden Landeismassen nachrückten, erst in dem Maße zur Ausbildung gelangt sein können, als das Eis zurückwich. Ihre Entstehung ist ja wahrscheinlich nicht bloß aus dem zunehmenden Günstigerwerden des Klimas für die einzelnen Arten, sondern auch aus der verschiedenen Geschwindigkeit zu erklären, mit der sich jede von ihnen in einem nach Maßgabe der Verhältnisse für sie besiedelbar gewordenen Gebiete auszubreiten vermochte. Man wird in dem Folgenden Andeutungen dafür finden, daß zu derselben Zeit, wo in dem nördlichen Mitteleuropa die Hauptwaldbaumarten noch gürtelweise getrennt erschienen, bereits in einem gewissen Teile Süddeutschlands alle mehr oder minder reichlich zusammen vorkamen. Die eingehende Prüfung dieser Mutmaßung durch eine planmäßige Untersuchung pflanzenführender, auf ungefähr gleichen Meridianen liegender Ablagerungen wird eine hierüber entscheidende Bedeutung haben.

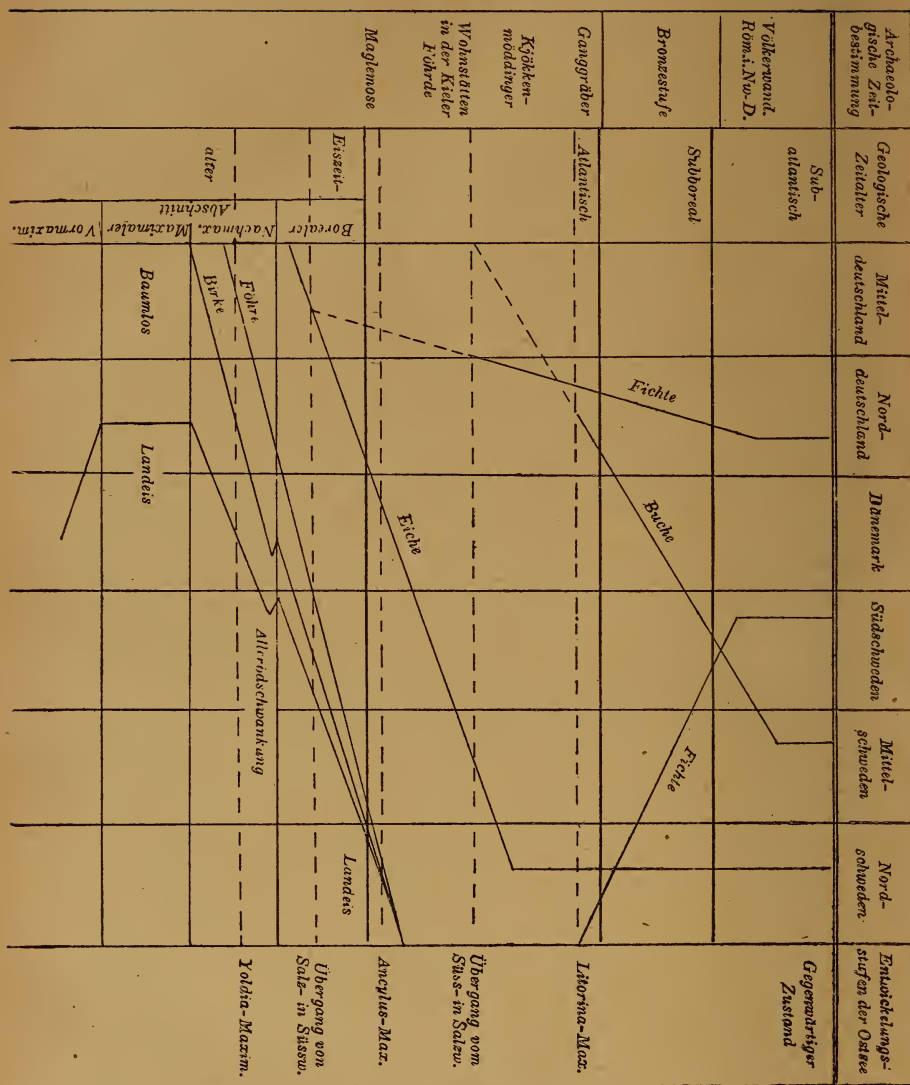
Was sich einstweilen für die graphische Darstellung der Wanderung der bezeichneten Baumarten verwenden läßt, ist folgendes.

Nach der baumlosen Zeit, die das Maximal und wenigstens in Norddeutschland einen Teil des Nachmaximals der letzten Eiszeit

¹⁾ Rés. scient. du Congrès intern. de Bot. 1906, S. 59.

²⁾ Anmerkung 11.

Übersicht 2.



kennzeichnete, herrschten in Mitteldeutschland Weißbirken und zwar um die nämliche Zeit, als sich das Landeis bis zu den dänischen Inseln zurückgezogen hatte. Ihnen folgte die Herrschaft der Föhre, bevor noch die südliche Ostsee ganz frei vom Eise war, ungefähr um die Zeit der sogenannten Allerödschwankung Dänemarks, während deren, wie Hartz annimmt, das Landeis eine Zeitlang den Rückgang unterbrach, um vorübergehend wieder vorzustoßen, beiläufig

eine noch wenig geklärte Sache, deren Deutung durch Hartz ich nur mit Vorbehalt zu folgen wage.¹⁾

Damals herrschte in diesem Gebiete bereits die Birke, die durch den anscheinenden Kälterückfall nur vorübergehend zurückgedrängt wurde. Wann die Herrschaft der Föhre dort begann, ist nicht ganz sicher. Allerdings scheint es nach dem Befunde von N. Hartz (1902) bei Lundbäk in Jütland, daß auch hier die Föhre schon unter spätglazialen Verhältnissen aufgetreten sei. Das betreffende Moor hatte an der untersuchten Stelle über moränischem Grus nur die Mächtigkeit von 1,2 m. Die oberen 60 cm bestanden aus Torf von nicht näher bestimmter Entstehungsart; nach der Pflanzenliste scheint es ein seggenreicher Sumpfwaldtort gewesen zu sein. Oben stand in ihm ein 1,3 m Durchmesser haltender Eichenstumpf, und noch in der Probe von 30—45 cm unter der Oberfläche fand sich Holz der Eiche. Knapp 15 cm darunter begann eine Muddebildung, in deren oberster Lage bis 30 cm unter ihrer Oberkante Holz und Borke der Föhre neben *Betula nana*, *Salix polaris*, *Carex pseudocyperus*, *Nuphar luteum*, *Ceratophyllum demersum*, *Aspidium thelypteris* und andere mehr auftraten. Auch unmittelbar über dem Grus wurden *Betula pubescens*, *Populus tremula* samt

¹⁾ N. Hartz fand in dem Tonlager von Alleröd auf Seeland eine 10—15 cm starke Lage von bräunlicher Mudde, die keine arktisch-alpinen Pflanzen enthielt, sondern ebenso wie einige über ihr angetroffene Schmitzen verschwemmten Waldmoders eine Birkenflora aus *Betula verrucosa*, *B. pubescens* und *B. intermedia*, wogegen der Ton unter und über ihr außer einer Reihe anderer Pflanzen auch solche der arktisch-alpinen Genossenschaft wie *Dryas octopetala*, *Betula nana*, *Salix polaris* und *S. reticulata* enthielt. Indem er die Flora der Mudde für subarktisch und die des Tones unter und über ihr für arktisch erklärte, zog er den oben mitgeteilten Schluß. Hartz glaubt ähnliche Verhältnisse auch anderwärts z. B. bei Sehestedt im östlichen Holstein gefunden zu haben, und Nordmann dasselbe in der Molluskenfauna der Christianiaföhre.

Nun hat N. O. Holst bei Toppeladugård im südlichsten Schweden eine postglaziale Ablagerung beschrieben, die er mit der von Alleröd parallelisierte. Hier erschien die Weißbirke anscheinend spärlicher, dafür aber fanden sich in allen Lagen die Pollen der Föhre und in dem oberen Tone auch ein Zweig desselben Baumes, ferner neben einer beträchtlichen Zahl anderer Pflanzen von arktisch-alpinen *Dryas octopetala*, *Betula nana*, *Salix arbuscula* und *S. reticulata* sowohl über wie unter und in der 62 cm starken Muddelage, die hier von einer torfartigen Schicht unterteuft wurde. Mit Recht schließt Holst aus dem Gesamtbilde der Flora auf ein nicht-arktisches Klima. Es ist aber nicht einzusehen, warum diese Flora durchaus »spätglazial« sein soll. Es liegt doch weit näher, die in ihr angetroffenen arktisch-alpinen Florenelemente als Nachzügler der vorausgegangenen floristischen Entwicklungsstufe Südschwedens aufzufassen. Meines Erachtens gehört die Ablagerung von Toppeladugård in die Föhrenstufe Schonens, und man darf sie nicht zu Schlüssen auf das Klima der Eiszeit verwenden. Holst's Vermutung, daß auch die Ablagerung von Alleröd ungefähr derselben floristischen Stufe angehöre wie die von Toppeladugård, möchte wohl stimmen, wenn durch eine bisher dort unterlassene Pollenuntersuchung das Vorkommen von Föhrenpollen darin festgestellt werden sollte. Einstweilen hat es den Anschein, daß diese Ablagerung der Zeit angehört, als die Weißbirke auf Seeland herrschte. Hartz gibt selber an, daß *Betula pubescens* in der Schicht unter der Mudde vorkomme.—Erst wenn eine Ablagerung wie die von Alleröd zwischen Moränen liegend beobachtet sein wird, was m. W. bisher nicht geschah, wird man der Hartz'schen Deutung bedingungslos zustimmen. (Vergl. hierzu Anmerkung 12.)

Betula nana, *Carex pseudocyperus*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Ceratophyllum demersum* und andere mehr angetroffen. Das ist eine ganz ungewöhnliche Florenmischung. Zweifel an der Richtigkeit der Bestimmung bestehen nicht. Hartz nimmt an, daß die tiefste Lage der Mudde unmittelbar über dem Grus dem Schlusse der spätglazialen Zeit angehöre. Wenn nicht durch unvorsichtige Entnahme der Proben, die von Hartz nicht selber vorgenommen wurde, Nichtingehöriges in sie hineingeraten ist, so ist es aber viel wahrscheinlicher, daß die Muddeschicht einem frühen Abschnitte der Föhrenstufe angehört, also derselben floristischen Entwicklungsstufe wie die untere Lebermüde und der Hypnumtorf des südlichen Randbeckens von Borna-Lobstädt, und daß *Salix polaris* und *Betula nana* ebenso, wie die letztere hier, echte Glazialrelikte sind. Eine Pollenuntersuchung hätte darüber in diesem Falle Klarheit gebracht. Wie schon früher bemerkt wurde, ist nicht anzunehmen, daß nach dem Aufhören der glazialen Verhältnisse die arktisch-alpinen Pflanzen mit einem Schlage aus dem vorher von ihnen besiedelt gewesenen Gebiete verschwanden. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß es ganz allmählich geschah und daß ihre Nachzügler anfangs noch reichlich vorhanden waren, um darnach seltener und seltener zu werden. Ob sich einzelne von ihnen, wie manche glauben, in den Ebenen und niederen Bergländern Mitteleuropas von der Eiszeit bis in die Gegenwart ohne Unterbrechung erhalten haben, ist freilich ebenso schwer zu beweisen wie zu widerlegen.

Die volle Föhrenstufe herrschte auf Seeland als die von G. Sarauw (1904) eingehend beschriebene, der Knochenharpunen benutzenden Kultur angehörige frühneolithische Wohnstätte im Magle-moore bestand. Nach Lagerheims Untersuchung¹⁾ sind in der Fundsicht aber bereits die Blütenstaubkörner der Eiche vorhanden. Man hat sie daher in einen weiter vorgeschrittenen Abschnitt der Föhrenstufe oder in den Beginn der Eichenstufe zu stellen, jedenfalls in eine, die der pflanzen-geschichtlichen Entwicklungsstufe der oberen Torfmudde des südlichen Randbeckens bei Borna-Lobstädt entspricht, aber natürlich einem geologisch späteren absoluten Zeitpunkt.

In dem Hochmoor von Nusse im südlichen Holstein, das von C. A. Weber eingehend untersucht wurde, traten vereinzelte Föhrenpollen ebenfalls schon an der Oberkante des *Dryas* enthaltenden Tones, der die unterste Schicht bildet, auf, was nach dem oben Gesagten nicht beweist, daß der Baum damals schon in der Gegend wuchs. Erst in der zweiten Schicht darüber erschienen sie so regelmäßig und in solcher Menge, daß von einer „Föhrenzeit“ gesprochen werden konnte. Sie erhielten sich hier auch durch die folgenden Schichten, insbesondere den älteren Sphagnumtorf, bis in den jüngern Sphagnumtorf hinein in namhafter Menge und wurden erst 1 m über der Unterkante des letztern wieder so spärlich, daß man schließen muß, der Baum war damals im südlichen Holstein sehr selten

¹⁾ Mitgeteilt von Holst in Postglaciala Tidsbestämningar 1909. S. 35.

geworden. Bekanntlich ist die gemeine Föhre in Schleswig-Holstein und Dänemark in der Gegenwart nicht mehr heimisch, sondern erst seit etwa anderthalb Jahrhunderten durch Anbau wieder eingeführt worden.

Von den von C. A. Weber (1905) untersuchten postglazialen Ablagerungen am Grunde der Kieler Föhrde gehört die unterste Schicht, eine Kalkmudde, der Birkenstufe an. Die Pollen der Föhre erscheinen hier nur spärlich; erst in dem darüber liegenden Moostorf erreichen sie die größte Zahl, um von da ab wieder langsam abzunehmen und in dem obern Meter der litorinazeitlichen Meerlebermudde zu verschwinden. Jedenfalls war der Baum in der Umgebung Kiels selten geworden, als das Föhrdewasser in den gegenwärtigen Zustand der Ostsee überzugehen begann. Er mag aber damals in anderen Teilen Holsteins noch reichlich vertreten gewesen sein.

Was das südliche Mitteleuropa angeht, so erschien die gemeine Föhre nach E. Neuweiler (1901) in dem Krutzelriedmoore bei Schwerzenbach, östlich von Zürich, in der Lebermudde nach kurzer Vorherrschaft der Weißbirke und nahezu gleichzeitig mit dieser am Schlusse der baumlosen Glazialzeit oberhalb jener Schicht, in der A. G. Nathorst 1872 eine Dryasflora entdeckt hatte und in der Neuweiler vergebens nach Blütenstaubkörnern von Birken, Föhren oder sonstigen Waldbäumen gesucht hat.

Freilich ist kein Grund einzusehen, warum sich Weißbirken und Föhren, die jetzt in Europa bis zur arktischen Waldgrenze verbreitet sind, nicht während des Maximums der Würmeiszeit an geschützten Stellen und südlichen Hängen Mittel- und Süddeutschlands hier und da hätten erhalten sollen. Das Vorkommen von leider nicht näher bestimmten Nadel- und Laubholzkohlen in der steppenzeitlichen gelben Kulturschicht des Schweizersbildes läßt diese Möglichkeit wenigstens offen, und das frühzeitige Auftreten beider Bäume zu der Zeit, als die Landeismassen begonnen hatten beständig zurückzugehen, legt eine solche Annahme sehr nahe. Tatsächliche Anhaltspunkte für das Vorkommen baumartig gewachsener Birken und Waldföhren sind mir aber aus Ablagerungen, die sicher dem Würmmaximal angehören, bisher aus Mittel- und Süddeutschland nicht bekannt geworden. Grade eine Untersuchung und sichere Bestimmung von Brandkohlen aus Feuerstätten dieses Zeitalters, die ich vorzunehmen gedenke, wird, wie ich hoffe, indes einen wertvollen Beitrag zur Klärung der Sache beibringen können. Denn der Schluß auf das Vorkommen von Wäldern aus dem sogenannter Waldtiere in den glazialen Fundstätten ist äußerst unsicher, da solchen Tieren auch weit zerstreute kleine Haine krüppelig gewachsener Bäume oder selbst subarktische Gebüsche genügen.

Eichenpollen begannen bei Borna-Lobstädt auf der Mitte der dortigen Föhrenstufe zu erscheinen, wahrscheinlich noch vor der Zeit, als das Salzwasser des Yoldiameeres in das Süßwasser des Ancylussees überging. Im Gifhorner Moore (im südlichsten Teile der Lüneburger Heide) trat die Eiche unter dem ältern Sphagnumtorf mit mächtigen Stämmen waldbildend auf; sie muß dort schon um die Mitte des

borealen Abschnittes der Landeiszeit ihren Einzug gehalten haben. Bei Nusse wurden ihre ersten Pollen vereinzelt und unregelmäßig in den drei Schichten festgestellt, die auf den Dryaston folgten, reichlicher erst und von da ab regelmäßig in der nächstfolgenden, die sich unter Walddorf und älterm Sphagnumtorfe befand und noch der vollen Föhrenstufe angehörte, während die beiden letztgenannten Schichten in die voll entwickelte Eichenstufe fielen.

In der Kieler Förde erschien die Eiche mit einiger Sicherheit erst in der drittältesten Schicht, dem Cladiumtorf. Sie erreichte um die Zeit des Einbruchs des Litorinameeres in die Förde, nämlich in den damals abgelagerten Brackwasserschichten, die unbestrittene Vorherrschaft und behielt diese während der ganzen übrigen Litorinazeit bei. Allein auch die Süßwasserschichten unmittelbar unter den Brackwasserbildungen gehören samt den unter ihnen an einigen Stellen angetroffenen frühneolithischen Wohnstätten in eine ältere Stufe der Eichenzeit. Allerdings glaube J. Mestorf (1904) letztere mit dem ältern Kjökkenmödding von Ertebölle am Lymfjord gleichsetzen zu müssen. Wenn dieser aber, wie es scheint, bereits unter die volle Eichenherrschaft fällt, dann muß man die Wohnstätten der Kieler Förde als älter betrachten, und das Vorkommen der flachen Hirschhornharpune in ihnen weist ihnen ohnehin dem Anscheine nach eine Mittelstellung zwischen der Kulturstufe jenes Abfallhaufens und der des Wohnplatzes im Maglemoore an. Trifft das zu, so müssen auch sie noch in die Zeit des Ancylussees gestellt werden, wie bereits H. Spethmann (1906) annahm¹⁾, wenn auch in eine spätere Stufe dieser Zeit als der Wohnplatz im Maglemoore.

Die jüngeren Kjökkenmöddinger Dänemarks gehören nach den Befunden E. Rostrups²⁾, der die Holzkohlen in ihnen bestimmte, der ausgesprochenen Eichenflora an. Doch scheint es, daß einzelne von ihnen bis in die Zeit reichen, wo die Buche auf den dänischen Inseln einzuwandern begann.

Vereinzelt fanden sich die Blütenstaubkörner der Eiche auch in den der Föhrenstufe angehörigen Moostorfschichten zwischen Sarkau und Cranz auf der kurischen Nehrung und am Strande der Rostocker Heide, sowie in der Süßwasserschicht unter Litorinatou bei Nien-dorf an der Lübecker Bucht.

¹⁾ Ob die Süßwasserschichten am Grunde der Kieler Förde in dem Ancylussee selber entstanden, die Förde also damals schon eine offene Bucht war, wie Spethmann annimmt, erscheint mir aber zweifelhaft. Wenn er nämlich meint, die von C. A. Weber angenommenen Querbarren, welche die Förde zur Ancyluszeit absperren, wären nicht vorhanden gewesen, so ist dem doch entgegenzuhalten, daß noch jetzt, wo der diluviale Fördenuntergrund von einer mächtigen Lage meerischer Lebermudde verhüllt und mehr oder minder ausgeebnet wird, deutlich beckenartige Mulden erkannt werden können, sobald man auf der Admiralitätskarte die Tiefenlinien zieht. Das Meer ist m. E. erst in die Förde eingedrungen, als die Barren infolge der fortschreitenden Land-senkung dazu genügend tief gesunken waren. Überdies scheint der äußere Teil der Förde, wie der Bruch in der Schwentinelinie vermuten läßt, stärker abgesunken zu sein, als dem Koeffizienten der Litorinasenkung entspricht.

²⁾ Affaldsdynger 1900.

In Schonen stellte L. von Post das erste Auftreten der Eiche auf Grund von Pollenfunden kurz nach dem Eintritte des *Ancylus-Maximums* fest. Auch Gunnar Andersson hatte die gleiche Zeit als die der Einwanderung in Südschonen vermutet.

Im nördlichen Vorlande der Ostalpen scheint die Eiche nach C. A. Webers bisherigen Befunden nicht früher als im südöstlichen Hannover aufgetreten zu sein; anscheinend kam sie dort erst nach der Einwanderung der Buche zu größerer Ausbreitung. In einem Hochmoore des Schussentales bei Schussenried, im Einzugsgebiete des Bodensees, traten nach demselben ihre Pollen anscheinend gleichzeitig mit denen der Rotbuche an der Oberkante des den Sphagnumtorf unterteufenden schilffreichen, 95 cm mächtigen Seggentorfs auf, dessen tiefere Lage *Hypnum Richardsonii* (Mitten) Lesq. et James, ein subalpines und subarktisches Moos, enthielten¹⁾. O. Fraas hat bereits 1867 in derselben Gegend unter Torf und Quellkalktuff eine Moostorfschicht mit mehreren glazialen Moosen, wie *Hypnum sarmentosum* Wahlenb. und ebensolchen Tieren, wie Renntier, Vielfraß, Eisfuchs u. a. m. samt Spuren des Menschen aufgefunden.

In dem Krutzelriedmoore bei Zürich traten nach Neuweiler die Eichenpollen (bei 450—455 m Seehöhe) zu einer Zeit auf, als dort noch eine Föhre herrschte. Es fehlt aber an Anhaltspunkten zur Entscheidung der Frage, ob diese Zeit mit dem Auftreten der Eiche bei Borna-Lößstädt oder einer etwas jüngern Zeit zusammenfällt. Nimmt man das letztere an, so läßt sich zwischen dem östlichen und dem westlichen nördlichen Alpengebiete eine befriedigende Übereinstimmung gewinnen.

Vermutlich erfolgte nämlich nach dem Schlusse des Bühlvorstoßes der Einzug der Eiche in Süddeutschland zu Beginn der borealen Zeit von Südosten längs der Donaufurche, und sie folgte von da zunächst den wärmeren Tälern der Nebenflüsse und benachbarter Flüsse, doch so, daß der Baum in das Alpengebiet langsamer eindrang als in das Gebiet nördlich von der Donau bis zum Rande des norddeutschen Tieflandes. Als die Klimabesserung weiter vorgeschritten war, verbreitete sich die Eiche mutmaßlich von den Flußauen her dann im Schutze der Föhrenwälder über das höhere Land, um schließlich mit ihrer Gefolgschaft die Föhrenwälder auf allen besseren Bodenarten im Laufe der Zeit zu verdrängen.

Die Rotbuche dürfte ein besonderes Interesse beanspruchen, und obgleich sich ihre Blütenstaubkörner in dem Aulehm sowie der Tonmudde-Vivianitschicht der Wyhraniederung nicht erhalten haben, müssen wir dennoch auch hier bei ihr etwas eingehender verweilen.

C. A. Weber traf nämlich 1910 ihre Blütenstaubkörner in dem mittlern Teile des ältern Sphagnumtorfs des Leopoldskronmooses bei Salzburg (in 432 m Seehöhe) in so auffallend großer Menge, daß ihr bereits lange währendes Herrschen in der dortigen Gegend nicht zu bezweifeln war, während sie in einer tieferen Lage des unterteufenden Schilftorfs nicht zu finden waren. Der Baum muß dort ungefähr

¹⁾ Anmerkung 13.

mit dem Beginn der atlantischen, wenn nicht schon während der spätborealen Periode aufgetreten sein.¹⁾

Erwähnt wurde bereits das frühzeitige Erscheinen der Buchenpollen bei Schussenried, so daß der Gedanke nahe liegt, Buche und Eiche mögen zu gleicher Zeit und auf gleichem Wege gegen das Ende der Eiszeit in Süddeutschland eingewandert sein und sich erst auf der Wanderung nach Norden aus noch aufzuklärenden Ursachen getrennt haben, derart daß die Eiche der Buche hier voraneilte.

Was Norddeutschland anlangt, so stellte derselbe Forscher 1911 im mittlern Teile des südlichen Abschnittes des Kehdinger Moores an der untern Elbe das reichliche Vorkommen der Blütenstaubkörner der Rotbuche in dem eine über 3 m mächtige Schicht jüngern Sphagnumtorfs unterlagernden Seggentorf sowie in der ihn unterteufenden mächtigen Schlickschicht fest; ihre Früchte traf er zusammen mit denen der Hasel nebst Blättern des Hülse (*Ilex aquifolium*) in dem südwestlichen Transgressionsgürtel des jüngern Sphagnumtorfs desselben Moores an. In dem Moore von Nüsse fand er (1904) die ersten Pollenkörner dieses Baumes nahe der Oberkante des ältern Sphagnumtorfs. M. Poulsen beobachtete 1847 im Esinger Moore bei Tornesch in Holstein seine Blätter und Früchte unter etwa 1,5 m jüngerm Sphagnumtorf, anscheinend eingelagert dem unterteufenden Vorlaufstorf des Transgressionsgebietes dieses Torfes, also unter ähnlichen Verhältnissen wie im Kehdinger Moore. In demselben mittelholssteinischen Moore wie in dem Himmelmoore beobachtete mein Vater die ersten Buchenpollen unmittelbar unter dem Grenzhorizonte.²⁾ In der Meerlebermudde der Kieler Förde erschienen sie, nachdem das Fördewasser während der Litorinazeit seinen höchsten Salzgehalt angenommen hatte. Ich selber stellte im Sommer 1913 Buchenbrandkohlen in dem Kjökkenmödding von Eckernförde mit *Ostrea edulis* und *Litorina litorea* fest,³⁾ wogegen mein Vater 1906 in einer spätneolithischen Niederlassung auf Alsen, welche nach Herrn C. Rothmann vom Schleswig-Holsteinischen Museum vaterländischer Altertümer in Kiel, der die Ausgrabungen ausführte, der letzten Zeit der Ganggräber angehört, neben Austernschalen keine Pollenkörner der Buche aufzufinden vermochte, sondern, abgesehen von andern, nur solche der Eiche nebst deren Früchten und Hölzern. Wohl aber bestimmte er Rinde der Rotbuche in einem bronzezeitlichen Grabe Sylts, die ihm von demselben Herrn geschickt war. Ungefähr derselben Zeit muß die 2,5 m mächtige Torfschicht unter 4 m schlickigen Sedimenten und 4 m Wasser der Flensburger Förde angehören, von der W. Wolff (Ztschr. d. Deutschen Geol. Ges. XI, 1909, Monatsber., S. 44) berichtet, daß in ihr außer Eichen- und Hainbuchenfrüchten auch Bucheckern angetroffen seien.

In Dänemark wird das anscheinend früheste Auftreten der Buche durch den von E. Rostrup in dem oberen Teile des jüngeren Kjökkenmöddings von Örum Aa bestimmten halbverkohlten Buchenast bezeugt,

¹⁾ Anmerkung 14.

²⁾ Anmerkung 15.

³⁾ Anmerkung 16.

über dessen primäre Zugehörigkeit er allerdings wegen der hohen Fundlage glaubte einige Zweifel äußern zu müssen.¹⁾ Ferner wurden Buchenreste in *Tapes*-Schichten von Ransbäk und Espergårde²⁾ sowie in jüngsten Gräbern der Steinzeit auf Seeland und Møen beobachtet.³⁾

Aus alle dem ergibt sich, daß die Rotbuche in Deutschland wahrscheinlich während der borealen Zeit einwanderte, sich während der atlantischen Zeit von Süden nach Norden ausbreitete und gegen deren Ende im südlichen Holstein angelangt war, einige Zeit nachdem die Ostsee an dessen Küsten ihren, durch das Vorkommen der Auster bezeichneten höchsten Salzgehalt angenommen hatte, um sich von da aus während der Zeit, in der die Bewohner des Südwestbaltikums von der Stein- zur Bronzekultur übergingen, vermutlich sprung- und horstweise nach Norden und Nordosten zu verbreiten.⁴⁾ Die Einwanderung in das südliche Holstein begann einige Zeit vor der Entstehung des Grenzhorizontes der Hochmoore; wie lange vorher, ist freilich etwas unsicher, weil man nicht weiß, wieviel von dem oberen Teile des älteren Sphagnumtorfs der südholsteinischen Fundstätte, der hier anscheinend rasch von dem jüngern überwachsen wurde, durch Verwitterung und Denudation verschwunden ist. — Sehr gut stimmt zu diesem Ergebnis die Angabe L. v. Posts (1916), daß die Buchenpollen in Schonen ebenfalls bereits vereinzelt unterhalb des Grenzhorizontes, in größerer Zahl aber erst in den tieferen Lagen des jüngern Sphagnumtorfs auftreten,⁵⁾ und ebenso der Fund von Bucheckern durch O. Montelius in einem nach ihm der Mitte des zweiten Jahrtausends v. Chr. angehörigen frühbronzzeitlichen Grabe bei Kulla in Nordwestschonen.⁶⁾

Aus den angegebenen Befunden ergibt sich noch der wichtige Schluß, daß der höchste Salzgehalt des Litorinameeres an der Ostküste Schleswig-Holsteins mit der Zeit zusammenfällt, in der die obersten 10—30 cm des ältern Sphagnumtorfs (in seinem jetzigen Zersetzungszustande betrachtet) entstanden. Ob diese Zeit dieselbe ist, die dem höchsten Stande des Litorinameeres auf der skandinavischen Halbinsel entspricht, ist freilich nicht gewiß; ich nehme es jedoch einstweilen an und habe die betreffende Linie demgemäß in den Übersichten 1 und 2 gezogen.

¹⁾ Affaldsdynger 1900.

²⁾ Mitgeteilt von V. Nordmann in *Postglacial climatic changes* 1910.

³⁾ Mitgeteilt von Gunnar Andersson in *Résult. sc. du Congrès internat.* etc. Wien 1906, S. 90.

⁴⁾ Diese Art der Ausbreitung ist außer der Buche auch der Eiche, überhaupt allen durch Vögel verbreiteten Gewächsen eigen. Vergl. C. A. Weber, *Mammutflora* S. 61 und Knud Jessen, *Mindre Meddelelser* S. 56.

⁵⁾ Darnach hätte die schräg ansteigende Buchenlinie in Übersicht 2 etwas tiefer gelegt werden sollen. Wahrscheinlich läßt sich aber die wirkliche untere Grenze der Buche noch weniger als die der anderen Bäume durch eine einfache grade Linie vollkommen richtig ausdrücken, sondern erfolgte vermutlich in einer gebrochen ansteigenden.

⁶⁾ Ymer 1905, S. 340. — Hellmuth W. entnahm diesen Hinweis der Angabe Gunnar Anderssons in *Résult. sc. du Congrès int.* Wien 1906 S. 90. Herr Dr. Knorr in Kiel hatte die Güte, die mir z. Z. nicht zugängliche Arbeit von Montelius für mich einzusehen und die Anderssonsche Angabe zu berichtigen. C. W.

Es ergibt sich ferner, daß das Ende der jüngern Steinzeit in Schleswig-Holstein dem allerletzten Abschnitte der atlantischen Zeit des ältern Sphagnumtorfs entspricht, demnach der Beginn der Bronzezeit etwa mit dem Eintritt der subborealen Zeit, der Zeit des Grenzhorizontes, zusammentrifft oder wenigstens sehr bald darnach erfolgte, was ziemlich genau mit den Befunden in Schweden übereinstimmt, wenn auch R. Sernander (1912) dort diesen Zeitpunkt etwas höher hinaufgesetzt hat. Es ist ja auch anzunehmen, daß die Steinzeit in Schweden etwas länger gewährt hat als in Norddeutschland. Ist die archäologische Zeitbestimmung, so wie sie jetzt gewöhnlich angenommen wird, zutreffend, so hat die Bronzezeit hier bis in den Beginn der Entstehung der ältesten Lagen und Abschnitte des jüngern Sphagnumtorfs hinein gedauert.¹⁾

Auch der Fichte müssen wir hier gedenken. Sie ist in Skandinavien von Norden oder Nordosten eingewandert und zwar nach Gunnar Andersson seit der Zeit, als das Litorinameer seine größte Ausbreitung gewonnen hatte. Während der subborealen Zeit breitete sie sich stärker aus und gelangte bis nach Schonen, wo L. v. Post ihre Blütenstaubkörner in Ablagerungen fand, die er als spätsubboreal bezeichnet.

Nach Früh und Schröter (1904) findet sich die Fichte oft schon am Grunde der Schweizer Moore als waldbildender Baum, woraus sich aber einstweilen nichts hinsichtlich der Zeit ihres ersten Auftretens nach dem Bühlvorstoß schließen läßt. Im Krutzelriedmoore, wo eine chronologisch vollständige Schichtenreihe von der Glazialzeit an vorzuliegen scheint, werden von Neuweiler Pollen oder sonstige Reste der Fichte überhaupt nicht erwähnt, und Früh und Schröter fanden in den Mooren der Schweiz keinerlei Anhaltspunkte dafür, daß sie dort vor der Birke und Erle angelangt wäre. In der Postglazialzeit „scheint also beim Bergwärtswandern des Waldes keine Fichtenzone dem Laubholz vorangeschritten zu sein, und die Fichtenzone unserer Berge — scheint sich erst hier in ihrer jetzigen Ausprägung hergestellt zu haben,“ urteilen sie (1904 S. 370).

Auch C. A. Weber traf die Fichte im Ödenseemoos in Steiermark (bei rund 750 m Seehöhe) unmittelbar über schwachen limnischen und telmatischen Ablagerungen, die sich in den flachen Mulden des unterteufenden glazialen Kalkschuttes finden, unter dem ältern Sphagnumtorf als waldbildenden Baum, der sich in dem Übergangshorizonte zu der letztgenannten Schicht mit Latschen (*Pinus montana* s. l.) mischte und schließlich von diesen verdrängt wurde. Ebenso trat sie im Leopoldskronmoos unter dem ältern Sphagnumtorf auf. Ihre Blütenstaubkörner fanden sich hier sogar, zusammen mit denen einer Föhre, schon in einer tiefen Lage des unterteufenden Schilftorfs in erklecklicher Menge. Die Waldtorfschicht unter dem ältern Sphagnumtorfe des Hochmoores von Bernau am Chiemsee (bei etwa 510 m Seehöhe) war ebenfalls hauptsächlich von der Fichte gebildet, die ähnlich wie im Ödenseemoore im Übergangshorizonte durch die Latsche

¹⁾ Anmerkung 17.

ersetzt wurde. In dem Hochmoore bei Schussenried scheint der Baum der erste nach dem Ende der Eiszeit aufgetretene gewesen zu sein.

Die Vermutung besteht, daß die Fichte schon früher in der borealen Zeit in Mitteleuropa längs der Voralpenlandschaft, der Vorberge der Karpathen und über die niedrigeren Teile der deutschen Mittelgebirge einzog.¹⁾ Für eine östliche Einwanderung spricht auch der Verlauf ihrer Grenze in Frankreich und Belgien, sie erklärt vielleicht auch ihr Fehlen im Krutzelriedmoore, wenn nicht örtliche Umstände es veranlaßten. Dagegen scheint sie nach Skandinavien von einem andern Ausgangspunkte, vielleicht durch Vermittelung des Uralgebirges, hergekommen zu sein. Nach dem Eindrucke, den ich in Schweden hatte, scheint auch die dort heimische Fichte einer habituell anderen Rasse anzugehören als die in der Lüneburger Heide, auf dem Harze, dem Fichtelgebirge und in Oberbayern vorhandene.

Zwischen Borna und Lobstädt erschienen Fichtenpollen zuerst inmitten der dortigen Föhrenperiode in namhafter Menge, aber nur vorübergehend, so daß es fraglich bleibt, ob der Baum dort überhaupt jemals in der Postglazialzeit wild wuchs. Dagegen hielt er, worauf schon einmal hingewiesen wurde, mit seinen Blütenstaubkörnern seinen Einzug in das große Gifhorner Moor im südöstlichen Hannover, als sich der ältere Sphagnumtorf etwa bis zu einem Drittel seiner jetzigen Gesamtmächtigkeit abgelagert hatte, also spätestens ungefähr um die Mitte der atlantischen Zeit; im ältesten Transgressionsgebiete des jüngern Sphagnumtorfs über dem Talsande traten auch Stämme und Zapfen der Fichte auf. Sie wanderte dann über die Lüneburger Heide, wo sie von C. A. Weber in dem Bannetzer Moore massenhaft angetroffen wurde, bis in die Nähe von Bremen, wo sie in dem Bruchwaldtorf des Blocklandes in der Weserniederung unter 50—80 cm Marschklei von ihm nach Stämmen bestimmt wurde. Wann dieser Bruchwald lebte, neben dem ausgedehnte Schilfröhrichte bestanden, die mächtige Torfschichten hinterlassen haben, läßt sich nicht genau sagen. Da es sich aber um ein Gelände handelt, das schon im 12. und 13. Jahrhundert n. Chr. besiedelt wurde und seitdem keine wesentliche Veränderung seiner Kleischicht mehr erfahren hat, so müssen die Fichten des Blocklandsmoores lange vor dieser Zeit gegründet haben, bevor noch der jetzt bis auf Spuren wieder verschwundene, die Gete genannte alte Weserarm entstanden war und den Moorwald, der vorherrschend Eichen und Erlen enthielt, mit seinen schlickhaltigen Fluten ersäuften und begrub. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dieses Moor in der spätern subborealen Zeit entstanden ist.²⁾

¹⁾ Vergl. hierzu Anmerkung 5.

²⁾ Mächtige Schilftorfschichten wurden vor einigen Jahren bei dem Bau des Lloydbahnhofes und bei der Kanalisierung der Holler-Allee in Bremen unter Marschklei aufgedeckt. Hier, im Südwesten des Bürgerparks, muß ehemals lange Zeit hindurch ein ausgedehntes, ruhiges durch Schilftorfablagerung allmählich ganz verlandendes Gewässer, vielleicht ein seeartiges Achterwasser, bestanden haben. Unter dem Bürgerpark scheint hauptsächlich Sumpfwaldtorf aus Erlen, Eichen, Weiden, Birken, Fichten u. s. w. zu liegen. Die Gete, die alle diese Sumpfbildungen unter dem Schlick ihrer Hochwässer begrub, floß

In Westfalen traf mein Vater die Pollen der Fichte in dem Füchttorfer Moore bei Sassenberg nicht sehr zahlreich aber sehr regelmäßig in den oberen 2 Metern des Torfs eingestreut, während sie in dem benachbarten Moore In de Kellers, das anscheinend erst in später geschichtlicher Zeit entstanden ist, vergebens gesucht wurden. Höchst wahrscheinlich war der Baum in dieser Gegend, nachdem man das Füchttorfer Moor in Benutzung genommen hatte, mit Hilfe des Feuers bis auf geringe Reste ausgerottet worden. In dem Aschener Moore bei Diepholz fand mein Vater eine verkrüppelte kleine Fichte, die über einem auf dem Grenzhorizonte angelegten Bohlwege gewachsen war, der dem Beginn der Eisenzeit angehörte.

Die nördlichste postglaziale Fundstelle Nordwestdeutschlands, die bisher bekannt geworden ist, liegt in dem Moore der Geestenniederung zwischen Wehdel und Ringstedt, wo sich im Schilftorf ein anscheinend verschwemmter schwacher Fichtenstamm in geringer Tiefe unter Tag fand.

Im Augstumalmoore des Memeldeltas erschien die Fichte kurz vor der dortigen zweiten Landhebung, die nach C. A. Webers jetziger Auffassung (1908 S. 47) ungefähr mit dem höchsten Stande des Litorinameeres in Skandinavien zusammenfällt. Sie ist darnach an der Küste Ostpreußens kurz vor der Zeit eingetroffen, um die herum sie ihren Einzug in das nördliche Schweden hielt, wogegen sie im Südosten der Provinz Hannover früher erschienen ist. Sie hat aber weite Strecken des norddeutschen Flachlandes in der Postglazialzeit unbesiedelt gelassen und während deren spontan niemals Schleswig-Holstein erreicht. Die an der Westküste von Sylt in der Nordsee versunkenen Torflager, die mein Vater vor mehreren Jahren zu untersuchen Gelegenheit hatte und die reichlich Zapfen, Holz und Stämme der Fichte nebst Mengen von Haselnüssen, namentlich in einer mächtigen Waldtorfschicht unter Sphagnumtorf, enthalten, sind nach ihm interglazial. Denn in den gleichzeitig untersuchten jüngeren Torfschichten im Wattenmeere zwischen Sylt und dem Festlande fand er keine Spur der Fichte, auch nicht ihre Pollen in einer Menge, die auf ihre ehemalige Anwesenheit in einiger Nähe deuten ließ. Es waren meist mächtige Schilftorfschichten, die, wie bereits Hartz (1909) erkannt hatte, durchweg der postglazialen Eichenzeit angehören. Ebenso fand er Fichtenpollen nur ganz vereinzelt und unregelmäßig in rezenten Mooren Hollands, Nordhannovers, Schleswig-Holsteins und Mecklenburgs eingestreut, als Beweis der sehr weiten Zerstreuung dieser Pollen durch den Wind. In den Interglazialzeiten herrschte dagegen die Fichte fast durch ganz Mitteleuropa soweit nordwärts, wie überhaupt derartige Ablagerungen erhalten geblieben sind, ausgenommen während der ersten und der letzten Abschnitte dieser Zeitalter.

Kurz sei noch der Linde gedacht. Ich fand in dem südlichen Randbecken bei Borna-Lobstädt ihre Pollen ganz vereinzelt in der

als einst ansehnlicher Strom am Nordostende des Bürgerparks in der Richtung der jetzigen Kleinen Wümme vorbei. Nachdem sie während des Mittelalters immer unbedeutender geworden war, wurde sie spätestens im 13. Jahrhundert durch den Deichbau vollständig von dem jetzigen Weserlaufe abgeschnitten.

durch Verschwemmung entstandenen Tonmudde. Da die Linde kein windblütiger Baum ist, so beweist der Pollenfund, daß sie um jene Zeit, die ich als spätsubboreal oder frühsbatlantisch auffasse, in der Nähe wuchs. Allein sie ist in Norddeutschland jedenfalls weit älter, da sie von meinem Vater schon in der Waldtorfschicht unter dem ältern Sphagnumtorf von Nusse, die wahrscheinlich mittelboreal ist, in Frucht als *Tilia parvifolia* festgestellt wurde, und ihre Pollen gehören zu den gewöhnlichen Bestandteilen aller älteren Sphagnumtorfe Nordwestdeutschlands. Sie ist da in Niedermooren, z. B. bei Brinkum unweit von Bremen zuweilen in großer Menge fossil zu finden und wächst noch jetzt in Wäldern z. B. der Gegend von Bevensen und Medingen in der Lüneburger Heide z. T. massenhaft wild. Da die Linde in Schweden bereits während der dortigen Herrschaft der Föhre von Süden einwanderte, so muß sie schon vor der Herrschaft der Eiche in Norddeutschland verbreitet gewesen sein, ebenso wie die Hasel, von der ich zwar in dem untersuchten Teile der Wyhrniederung bislang keine Spuren antraf, deren Pollen sich aber in der der Föhrenstufe angehörigen Süßwasserablagerung von Niendorf bei Lübeck unter Litorinatton fanden.

Im Krutzelriedmoore beobachtete Neuweiler die Blütenstaubkörner sowohl der Linde wie der Hasel in dem Lebertorf, der da unmittelbar auf den Ton mit Glazialpflanzen folgt. Dieser Lebertorf gehört der Zeit an, in der, wie erwähnt, in der dortigen Gegend Birken und Föhren herrschten. Sie gehört möglichenfalls derselben postglazialen Zeitstufe an, wie die unter dem Waldtorf befindliche Schicht von Nusse und die obere Torfmudde des südlichen Randbeckens von Borna-Lobstädt. Auch die ersten Pollen der Erle treten hier wie in der Lebermudde von Krutzelried auf. Linde, Hasel und Erle haben demnach samt der Rotbuche, Eiche, Fichte und selbstredend auch der Waldföhre und Weißbirke höchstwahrscheinlich schon während der mittelborealen Zeit, wenn nicht gar noch früher, in der Donaulinie Süddeutschlands zusammen gelebt.

Alle drei Pollenarten erscheinen nach L. v. Post auch in Schonen fast unmittelbar nach dem Verschwinden der Dryasflora zur Zeit der größten Ausbreitung des Ancylussees, also zu derselben Zeit, als bei Lobstädt-Borna die Eiche schon eine geraume Weile ihre Herrschaft angetreten hatte.

Ich beendige hiermit meine Ausführungen. Ich bin mir des hypothetischen Charakters meiner Auffassungen, wie ich sie in den Übersichten 1 und 2 schematisch darstellte, wohl bewußt. Sie sollen nichts als eine vorläufige Grundlage weiterer Forschungen unter anderm in Süd- und Mitteldeutschland bilden, wenn mir solche vergönnt sein werden. Ich zweifle nicht, daß man an meiner Darstellung viel zu bemängeln haben wird. Denn, wenn ich mich auch bemühte, alles, was man über die behandelten Gegenstände zurzeit weiß, zu benutzen,

	Baumlose Stufe			Birken- stufe	Föhrenstufe			Eichen- stufe			
	Schwarze Schicht des südl. Beckens	Kalkmudde des südl. Beckens	Untere Torfmudde des südl. Beckens		Untere Lebermudde des südl. Beckens	Kalkmudde des nördl. Beckens	Hypnumtorf des südl. Beckens	Obere Torfmudde des südl. Beckens	Lebermudde des nördl. Beckens	Waldtorf des südl. Beckens	Obere Lebermudde des südl. Beckens

Gefäßpflanzen

<i>Alnus</i> (<i>glutinosa</i> Gaertn.).....	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+
<i>Arundo phragmites</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	—
<i>Aspidium</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Batrachium</i> sp.	—	+	—	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—
<i>Betula</i> sp.	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—
— <i>alba</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
— <i>intermedia</i> Thom.	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
— <i>nana</i> L.	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
— <i>pubescens</i> Ehrh.	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
— <i>aquaticus</i> Wahlenb.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— sect. <i>Carex</i> Beauv. et Rchb.	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— (<i>glauca</i> ?)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>rostrata</i> Stokes	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
— sect. <i>Vignea</i> Beauv. et Rchb.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Cyperaceen</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Eriophorum angustifolium</i> Roth..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Gramineen</i>	—	+	cf.	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lycopus europaeus</i> L.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mentha aquatica</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC..	—	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—	—
— <i>spicatum</i> L.	—	+	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
(<i>Phalaris arundinacea</i> L.)	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Picea (excelsa</i> Lk.)	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Pinus (silvestris</i> L.)	—	—	—	+	—	+	+	+	+	+	+	—	+
<i>Potamogeton crispus</i> L.	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—
— <i>filiformis</i> Pers.	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
— <i>lucens</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
— <i>natans</i> L.	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—
— <i>obtusifolius</i> M. et K.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>praelongus</i> Wulf.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Potentilla</i> sp.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Quercus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+	+	—	+	+	+	—
<i>Ranunculus cf. repens</i> L.	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Rubus idaeus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Salix</i> sp.	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—
— <i>cf. repens</i> L.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scirpus tabernaemontani</i> Gm. ..	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scrophularia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Sium latifolium</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Sparganium minimum</i> Fr.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>ramosum</i> Huds.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Tilia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Ulmaria palustris</i> Mch.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Urtica dioica</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—

Anmerkungen.

Von C. A. Weber.

1) Zu Seite 192.

Bei Betrachtung der Profile der Braunkohlenflöze der Viktoriagrube und anderer Gruben wurden wir auf eine gewisse Ähnlichkeit mit Erscheinungen rezenter Hochmoore aufmerksam. Die Stammstumpfe am Grunde mancher dieser Lager, die liegenden Stämme, deren einen wir in der Viktoriagrube näher untersuchten, ohne Spuren von Wasserverfrachtung daran auffinden zu können, schienen uns dafür zu sprechen. Die Bänderbildung, deren geschwungene Linien die Stauchungserscheinungen stark hervortreten ließen, erinnerte zuweilen an die Bultlagen mancher Sphagnumtorfschichten, und der Farben- und Konsistenzwechsel großer Schichten legte die Vermutung nahe, daß während der Bildung der oligocänen Moore ein mehrfacher Wechsel jener Erscheinung stattgefunden haben mochte, die in den Hochmooren der Gegenwart den einmaligen Wechsel von älterem und jüngerem Sphagnumtorf verursachte d. h. eine wiederholte Wiederkehr trockener und nasser Säkularperioden, indem die verschiedene Dauer jener den verschiedenen Zersetzungszustand der zwischen ihnen entstandenen Moorschichten verursachte. Jedenfalls schienen Hellmuth Webers Beobachtungen in der Viktoriagrube dafür zu sprechen, daß ein mehrfacher Wechsel von Perioden stattgefunden hatte, in denen jenes braunkohlenzeitliche Moor bald reichern, bald geringern Baumwuchs trug. Natürlich dachten wir nicht daran, daß es Sphagnen waren, die die Hauptmasse der Kohlen geliefert haben. Doch neigten wir zu der Ansicht, daß es krautige oder moosartige Pflanzen gewesen sein mögen, vielleicht Lebermoose wie in den Hochmooren Feuerlands in der Gegenwart, und es erschien uns nicht als ausgeschlossen, daß manche Bänderbildungen durch den jahreszeitlichen Wechsel in der Entfaltung von Moosen und von krautigen Gewächsen, von jenen in der kühlen und nässern, von diesen in der wärmeren und trockneren Jahreszeit, hervorgerufen sein könnten, eine Erscheinung, die wir in gewissen Moostorfschichten rezenter wie diluvialer Moore kennen gelernt hatten. Die das Maß gegenwärtiger Moore weit übersteigende Mächtigkeit der tertiären ließ sich entweder auf die größere Erzeugungskraft der damaligen Pflanzenwelt an organischer Masse oder auf eine, die ganze Postglazialzeit um das mehrfache übertreffende Dauer der Entstehungszeit oder auf beides zugleich zurückführen.

Wir waren aber nicht geneigt, diese Vorstellungen auf jedes beliebige Braunkohlenflöz auszudehnen, bevor wir nicht in eine große Zahl solcher Einsicht genommen hätten. Es erschien uns vielmehr wahrscheinlich, daß manche die Kennzeichen von Niedermooren tragen, andere wieder, wie in den gegenwärtigen Mooren, die Aufeinanderfolge von Nieder- und Hochmoor zeigen würden, und der eine von uns machte Gründe geltend, nach denen ein an anderer Stelle, in Norddeutschland, besuchtes Braunkohlenlager der erstgenannten Moorklasse zugerechnet werden könnte. Die Unterschiede in der Beschaffenheit der Kohlen in verschiedenen Lagern wie in verschiedenen Schichten desselben Lagers darauf hin zu prüfen, wie weit sie etwa mit unseren hier entsprungnen Vermutungen im Einklang ständen, wollte uns in dem Gedanken an die Untersuchungen F. Raeflers gelegentlich der Mühe wert erscheinen, zumal dem einen von uns bei der Betrachtung von Steinkohlenlagern ähnliche Fragen, wie die hier angedeuteten entgegengetreten waren. Denn hat das Gesetz der Moorbildung, wie es der eine von uns aufgefunden und ausgesprochen hat, allgemeine Gültigkeit, gegründet auf den allgemeinen Gesetzen alles Pflanzenlebens, dann muß es auch in der fernsten Vorzeit hydro- und ombrogene Pflanzenablagerungen gegeben haben, und sie müssen öfters in derselben Ablagerung nacheinander entstanden sein, wie es unter bestimmten Umständen in dem gegenwärtigen Zeitalter geschah.

Das waren Gedanken, deren schärfere Gestaltung und eingehendere Prüfung uns versagt geblieben ist und denen nachzugehen ich mich nach dem Tode meines hoffnungsvollen Schülers und treuen Mitarbeiters unter den veränderten Zeitverhältnissen außer stande sehe.

2) Zu Seite 195.

Diese Frage hoffte Hellmuth durch einen nochmaligen Besuch der Wyhra, den ihm die Umstände versagten, vor der Veröffentlichung seiner Arbeit zu lösen. Nach Ermittlungen an mehreren Stellen glaubte er nämlich gefunden zu haben, daß die Schotter der dritten Schicht ebenso wie die jüngeren diluvialen Schotter vom Talrande nach der Talmitte unter 5,5⁰ einfielen.

3) Zu Seite 210.

Mit Ausnahme der Pisidien war die Nachprüfung und Ergänzung der Konchylienbestimmungen Hellmuth Webers diesem von Herrn Prof. Wüst bereits 1914 mitgeteilt worden und seine handschriftlichen Ausführungen deckten sich im wesentlichen mit denen des letzteren. Ich glaubte dennoch im Sinne meines Sohnes zu handeln, wenn ich statt seiner seines verehrten Lehrers Worte, die mir erst nach meines Sohnes Heldentod zugegangen sind, anführe, um der Sache durch das Urteil des erfahreneren und bewährten Forschers ein größeres Gewicht zu verleihen. Es sei mir gestattet, auch meinerseits Herrn Prof. Ew. Wüst an dieser Stelle meinen Dank für seine Bemühungen auszusprechen.

4) Zu Seite 209.

Diese Blätter entsinne ich mich nicht gesehen zu haben. Hellmuth hat das Stück, auf dem sie lagen, wahrscheinlich ebenso wie das mit dem Blatte von *Betula nana* mit nach München genommen, um sie zu zeichnen, und sie haben sich bisher ebenso wenig wie die Zeichnungen in seinem Nachlasse wiedergefunden. Möglicherweise sind sie bei seinem eiligen Aufbruch von München bei der Kriegserklärung verloren gegangen. Ich füge daher ein cf. hinzu.

5) Zu Seite 216.

Sollte die Fichte wirklich zur Zeit der Entstehung der oberen Torfmudde in der Gegend von Borna und Lobstädt gelebt haben, wofür allerdings das regelmäßige und verhältnismäßig reichliche Vorkommen ihrer Pollen zu sprechen scheint, so würde der Vergleich mit dem Gifhorner Moore darauf deuten, daß sie während der Alluvialzeit von Südosten her in Norddeutschland einwanderte. Dann wäre aber zu erklären, warum dieser vermöge seiner flugfähigen Samen rasch wandernde Baum erst so spät nach der viel weniger rasch wanderungsfähigen Eiche im Gifhorner Moore anlangte. Da die Fichte weitaus feuchtebedürftiger als die Eiche ist, so könnte der Grund in einer ihr nicht genügenden klimatischen Feuchtigkeit des Flachlandes während jenes Abschnittes der Alluvialzeit liegen, was sie nötigte, nicht auf gradem Wege wie die Eiche, sondern auf dem Umwege über das Erz- und Fichtelgebirge, den Thüringer Wald, das westthüringische Bergland und den Harz bis in die Gifhorner Gegend vorzudringen und sich von da, als das Klima zur Zeit der Entstehung des ältern Sphagnumtorfs etwas feuchter geworden war, bis in die Gegend von Bremen auszubreiten, wo ich sie im Blocklandsmoore unter einer 50—80 cm mächtigen Schicht von Wesermarschklei angetroffen habe.

6) Zu Seite 217.

Allerdings könnte man dafür das Fehlen eines der gewöhnlichen telmatischen Zwischenglieder zwischen der Torfmudde und dem Bruchwaldtorf anführen. Allein, sobald der Bruchwald die Schilf- und Seggentorflagen eines verlandeten Gewässers überzogen hat, schiebt er sich oft, wie ich an verschiedenen Mooren wahrnahm, über die durch limnische Bildungen großenteils verlandeten Seefenster und Restseen hinweg. Das wird dadurch befördert, daß die Auflagerung der telmatischen Bildungen die schlammige Mudde in den noch offenen Wasserstellen aufpreßt, ein Vorgang, der sich anscheinend verstärkt, sobald auf ihnen gewichtige Bäume heranwachsen, die durch ihren starken Verbrauch von Verdunstungswasser in zufließenden Becken ohnehin eine Austrocknung, oder wenigstens eine Senkung des Grundwasserspiegels, veranlassen.

7) Zu Seite 223.

R. Lauterborn hat (1916) die Organismen studiert, die den Grundschlamm gewisser Teiche bewohnen und ihn umarbeiten. Der Stoff dieses Schlammes bestand wesentlich aus zerfressenen und zerfallenen Resten von

Lemnaceen und anderen Gefäßpflanzen der Hydrochariten-Vereinsklasse Eug. Warmings, die an der Wasseroberfläche eine dichte, den Lichtzutritt nach dem Boden stark dämpfende Decke bildeten, nebst hineingefallenen Blättern von Bäumen und von anderen Ufergewächsen. Die den Schlamm bewohnenden Organismen waren hauptsächlich Bakterien und bakterienähnliche, ferner Cyanophyceen, Rhizopoden, Flagellaten, Infusorien, Rotatorien und Gastrotrichen. Untergeordnet waren daran beteiligt Diatomeen und Chlorophyceen, gelegentlich auch Nematoden, Turbellarien, niedere Krustaceen, Tardigraden und Chironomidenlarven. Das Enderzeugnis war eine durch starke Einlagerung von Schwefeleisen schwärzlich gefärbte Faulmudde.

Ein derartiger Stoff lag in keiner der von Borna-Lobstädt beschriebenen, ebenfalls in kleinen Teichen entstandenen Muddearten vor, auch wenn man die mechanischen und chemischen Veränderungen bei der Fossilisierung in Betracht zieht. Ebenso wenig ließ sich durch eingehende Untersuchung mit einiger Sicherheit die Frage entscheiden, ob bei diesen (wie bei zahlreichen anderen) Muddebildungen »eine hervorragende, ja erste Rolle die Planktonorganismen als Urmaterialien spielen,« ob es sich also um Sapropelbildungen im Sinne H. Potoniés (1908 I S. 129) handelt.

Wenn es statthalt sein sollte, aus der Farbe einen Schluß zu ziehen, so scheinen alle dort angetroffenen eher Chironomus- als Tanytarsusmudden im Sinne Thienemanns (1918) zu sein, also doch Mudden, die in sauerstoffarmem Wasser entstanden. Indessen fehlen noch Untersuchungen über die Farbänderung, die die verschiedenen Muddearten im Laufe langer Zeiträume unter den natürlichen Vorkommensverhältnissen erfahren, obwohl es nach der Färbung der diluvialen Lebermudden sicher ist, daß sie durch allmähliche Vertorfung dunkler werden.

Einar Neumann nennt (1917) mit Hampus von Post aus schwedischen Seen nur graue und braune Mudden, jene als Gytja, diese als Dy bezeichnet. Die braunen sollen in bräunlichem, die hellen in klarem, farblosem Wasser entstehen. Aber abgesehen davon, daß man nicht weiß, ob das für Schweden richtig Beobachtete auch für Norddeutschland gilt, so ist es doch nicht möglich, die Mudden von Borna-Lobstädt einer dieser Klassen einzuordnen, so lange eben die Farbänderungen, die sie im Laufe geologischer Zeiträume erfahren, nicht festgestellt sind.

Es erscheint nach alledem voreilig, alle Muddearten ohne weiteres als Fäulniszeugnisse zu erklären und unter einer entsprechenden Bezeichnung (wie Faulschlamm, Sapropel) zusammenzufassen. Dadurch wird etwas vorausgesetzt, was erst noch zu beweisen ist. Das entspricht nicht der Forderung strenger Wissenschaftlichkeit, ganz abgesehen von der Nichtachtung der Priorität. Überhaupt erscheint es nicht gerade praktisch, statt wie sonst in der Petrographie das morphologische ein genetisches Moment in den Vordergrund der Definition zu stellen und eine dem jetzigen Sprachgebrauch bewußte Konsistenzbezeichnung als Sachbezeichnung zu wählen. Die Bezeichnung Mudde = Pelit genügt m. E. dem geologischen Bedürfnis und umschließt keinerlei vorweg genommenes Urteil. Warum übrigens ein Wort, nur weil es deutsch ist, als »unwissenschaftlich« abgelehnt und durch ein Fremdwort ersetzt werden muß, ist mir unverständlich.

8) Zu Seite 227.

Im Anschluß an die Auffassung, daß die jüngeren Flußschotter dem Beginn der Eiszeit angehörten und daß die Entstehung einer solchen nicht allein durch eine Temperaturerniedrigung, sondern auch durch eine Vermehrung der Niederschläge verursacht wäre, erwogen wir gelegentlich die Möglichkeit der folgenden Hypothese.

Der Sternhaufen, dem die Sonne angehört, hat, worauf die Milchstraße deutet, eine mehrfach gelappte Gestalt. Näherst sich die Sonne auf ihrer Bahn der Ausbuchtung zwischen zwei Lappen der Oberfläche des Haufens, so entfaltet sich auf ihr wegen der Verminderung des Sternendruckes eine lebhaftere Tätigkeit, die sich auf der Erde durch stärkere Luftbewegung, vermehrte Verdunstung und vergrößerte Niederschläge äußert. Da ferner an der Peripherie des Haufens eine niedrigere Temperatur des Raumes als in seinem Innern herrscht, so sind gleichzeitig auf der Erde die Nächte und Winter kälter. Vermehrte Niederschläge, vermehrte Bewölkung im Sommer und verstärkte Winter-

kälte bewirken eine Zunahme der Gletscher und veranlassen an Stellen, die durch ihre geographischen Verhältnisse dazu geeignet sind, die Entstehung großer Landeisgebilde. Diese erhalten sich infolge der von ihnen veranlaßten Luftdruckverteilung und Luftströmungen noch geraume Zeit, nachdem die Ursache, die sie zuerst hervorrief, aufgehört und die Sonne sich wieder dem Innern des nächsten großen Lappens des Sternenhaufens zugewendet hat. So oft sie auf ihrer Bahn aufs neue an Ausbuchtungen vorbeigeführt wurde, wiederholten sich die Eiszeiten. Auf der entgegengesetzten Seite des Haufens berührte sie die Peripherie während der präkambrischen, kambrischen und permischen Eiszeit.

Angeregt waren diese Gedanken durch E. Kaysers Kritik der Arrhenius'schen Hypothese und die Ausführungen v. Loszinskis über erdgeschichtliche Kälteperioden.

9) Zu Seite 232.

In seiner Arbeit über die Wasserstandsverhältnisse einer Reihe mittelschwedischer Seen während der Postglazialzeit kommt Uno Sundelin (1917) ebenfalls zu dem Ergebnis, daß die Wasserstände während der atlantischen Periode in dem von ihm berührten Gebiete nicht so hoch waren, wie in dem gegenwärtigen subatlantischen Zeitalter.

10) Zu Seite 233.

Man wird H. Potonié (1909) darin beipflichten, daß die durchlaufenden Brandlagen des Gifhorner und anderer Moore Trockenhorizonte sind, aber nicht in dem Fehlschlusse, daß, weil auch der Grenzhorizont einen Trockenhorizont darstellt, die Brandlagen Grenzhorizonte wären. Der sachliche Unterschied liegt natürlich in der Zeitdauer, deren Maß für den Grenzhorizont die tiefgreifende und weitgehende Zersetzung des ältern Sphagnumtorfs abgibt, wogegen die Brandlagen z. T. eine Schutzdecke gegen die starke Zersetzung und den Zerfall der unmittelbar darunter befindlichen Lage bildeten. Die Brandlagen sind Zeugnisse nur verhältnismäßig kurzer, aber nicht große Säkularperioden in Anspruch nehmender Unterbrechungen des Wachstums der Hochmoorsphagneten, und wenn auch auf ihnen hier und da einzelne Föhren oder eine kleine Gruppe solcher zu Bäumen heranwachsen konnten, so beweist das nichts weiter, als daß die starke Aschendeckung auf dem sonst äußerst nährstoffarmen Hochmoorboden die dazu erforderliche Bodennahrung in dem Wurzelraume darbot und zugleich die Wiederansiedlung der Sphagnen so lange hemmte, bis die Auslaugung der Alkalien und die Ausbreitung einer dünnen Waldmoderlage über der manchmal eine halbe Hand hohen Aschenschicht es nach einigen Jahrzehnten wieder erlaubte.

Daß die mehr oder minder vollkommene bis auf den Grund der Schicht gehende Zersetzung des ältern postglazialen Sphagnumtorfs nicht die einfache Folge seines höhern Alters sein kann, beweist die Tatsache, daß der in diluvialen Mooren enthaltene Sphagnumtorf sie nicht zeigt, sondern in seinem Erhaltungszustande vielmehr fast ganz mit dem jüngern postglazialen Sphagnumtorf oberhalb des Grenzhorizontes übereinstimmt. Potoniés Einwand (1912, III, S. 104f.), daß interglazialer und prädiluvialer Sphagnumtorf seine bessere Erhaltung allein einer frühzeitigen Bedeckung mit luftabschließendem moränischen Materiale verdanke, hätte nur unter der Voraussetzung einige Wahrscheinlichkeit für sich, daß diese Lager am Rande des Landeises entstanden wären oder daß das Landeis mit fabelhafter Geschwindigkeit von den skandinavischen Gebirgen in die norddeutsche Ebene vorgedrungen wäre.

Der springende Punkt, den Potonié übersehen hat, ist die haarscharfe Grenze zwischen den beiden postglazialen Sphagnumtorfschichten mit ihrem verschiedenen Erhaltungszustande, die nur an den Stellen alter Kolkbildungen hier und da verwischt ist. Sie macht es unmöglich, die Zersetzung der ältern als eine Erscheinung des Alterns — des »Reifens« wie Potonié sagt — aufzufassen, da solche durchweg einen allmählichen Übergang verlangt. Die weite Verbreitung zweigegliedelter Hochmoore verbietet, sie als eine örtliche und zufällige Erscheinung zu betrachten. Der Umstand, daß die Bildung des jüngern Sphagnumtorfs von den Rändern und Einsattelungen oder Mulden des ältern ausging und sich allmählich über dessen flache Hügel, ihre Höhenunterschiede ausgleichend, fortschob, ja gelegentlich ihre höchsten Kuppen bis zur Gegenwart überhaupt

nicht erreicht hat, ferner die Störungen, die der ältere durch die Auflagerung des jüngern erfuhr und die sich unter anderm hier und da in lakkolith- oder hutpilzartigen Einpressungen in letzteren kundgibt, die Wirkungen der Wasserosion und der Deflation auf die Oberfläche des ältern, das alles und noch manches andere läßt über die Irrtümlichkeit der Potoniéschen Auffassung keinen Zweifel bestehen.

Was die Brandlagen anlangt, so treten im ältern Sphagnumtorf des Großen Gifhorner Moores zwei weithin durchlaufende auf, zu denen streckenweise noch eine dritte stark ausgeprägte, im Südteile des Moores hier und da auch noch eine vierte und fünfte schwächere kommt. In einer Photographie hat Potonié (1909, S. 405) die beiden zuerst genannten festgehalten, die obere aber mit dem Grenzhorizonte (in meinem Sinne) identifiziert, der in Wahrheit 10—15 cm darüber lag. Potoniés Irrtum ist dadurch entstanden, daß die Hohlkehle, die in der lange der Verwitterung ausgesetzt gewesenen Torfwand in der Schnittlinie der oberen Brandlage durch Wasseraustritt, Ausfrieren und Ausblasen entstanden war, sich bis zu dem darüber liegenden Grenzhorizonte erweitert hatte. Hätte er die Wand weit genug frisch abgestochen, so würde er den wahren Sachverhalt erkannt haben.

Daß Feuer auch zuweilen über den Grenzhorizont gelaufen ist, dafür fand ich allerdings auch Beweise, aber nicht bisher im Gifhorner Moore. Eigentlich ist es erstaunlich, daß sich Feuerspuren in diesem Horizonte nicht regelmäßig finden. Ein dichter Wollgrasbestand, der zur Zeit seines Bestehens die Hochmoore meist bedeckte, scheint indes der Entstehung von Bränden wenig günstig zu sein. Übrigens besteht die Möglichkeit, daß die Deflation, die, wie ich zunehmend erkannte, während dieses Zeitalters eine bedeutende Rolle auf den Hochmooren spielte, die Brandspuren häufig verwischt hat.

Der »halbreife« Sphagnumtorf, den Potonié unter der einen Brandlage des ältern Sphagnumtorfs im Gifhorner Moore gefunden zu haben behauptet, läßt in Wahrheit beim Reiben und Zusammenpressen in der geballten Hand vielmehr genau dasselbe Verhalten wie der »ganz reife« erkennen, indem er nämlich zwischen den geschlossenen Fingern breiartig hervorquillt — das bekannte Erkennungsmerkmal stichreifen, frischen Hochmoorbrenntorfs. Unter dem Mikroskope zeigten sich die Zellwände der Sphagnumblätter dieser Lage fast ganz in Ulmin verwandelt. Aber die Ulminmicellen hatten meist ihren Zusammenhang behalten, was vermutlich damit zusammenhängt, daß sie durch die verdichtete Brandlage gegen von oben eindringendes und verschwemmendes Wasser mehr geschützt waren. Technisch unterschied sich der aus dieser Lage bereitete Brenntorf nicht von dem aus anderen Lagen des ältern Sphagnumtorfs hergestellten.

Brandlagen finden sich auch im ältern Sphagnumtorf anderer Hochmoore sowohl bei uns zu Lande wie in Skandinavien und Centralrußland. Im allgemeinen liegen sie ganz regellos in verschiedenen Horizonten dieser Schicht. Sollte es sich aber auch zeigen, daß die eine oder die andere in weiterer Verbreitung in demselben zeitlichen Horizonte auftritt, so würde das nichts weiter beweisen, als daß sich während der späteren atlantischen Zeit Dürreperioden grade wie in der Gegenwart zuweilen über ganz Europa erstreckten und in demselben Sommer an verschiedenen Orten Moorbrände veranlaßten.

Brandlagen fehlen auch dem jüngern Sphagnumtorf nicht; sie sind im Großen Gifhorner Moore stellenweise vorhanden. Besonders zahlreich traf ich sie in einem südnorwegischen Hochmoore. Allein weder ich noch Hellmuth W. fand sie bisher in dieser Schicht so weithin durchlaufend und nur selten so tief eingebrannt wie in dem ältern.

Brandlagen sind auch in den Seggen-, Schilf- und Walddorfschichten der Niedermoore keine Seltenheit, und in dem Übergangswaldtorf, namentlich unter dem ältern Sphagnumtorf der Hochmoore, lassen sich zuweilen deren mehrere erkennen, über denen sich der Wald jedesmal wieder erneute, ein Beweis dafür, daß es nicht die Beseitigung der Wälder und ihres Verbrauchs an Wasser gewesen sein kann, die überall erst die Entstehung der Hochmoore veranlaßte.

11) Zu Seite 239.

Diese sehr richtige Bemerkung Hellmuth Webers sei denen zur Beachtung empfohlen, die immer wieder auf die den toten Saum des Malaspinaglet-

schers bedeckenden Sitkafichtenwälder und auf die in einer subtropischen Vegetation endenden Gletscher Neuseelands verweisen, um daraus unzulässige Schlüsse auf das Klima der Eiszeit in Mitteleuropa zu ziehen. Alle Erscheinungen bezeugen, daß die Vegetation in der Umgebung des Gletscherfußes im großen Ganzen keine andere ist als die des weiteren Umkreises in derselben Horizontalen. In einer mitteleuropäischen Glazialzeit kann es auch nicht anders gewesen sein.

12) Zu Seite 241. Fußbemerkung.

Dem Gedanken, daß die Glazialpflanzen in solchen Ablagerungen Schonens, wo sie zusammen mit Föhren vorkommen, als Glazialrelikte zu gelten haben, ist auch Otto Gertz (1917, S. 513) nahe getreten.

13) Zu Seite 245.

Die Probenreihe für die Untersuchung des Hochmoores bei Schussenried wurde mir von dem inzwischen auf dem Felde der Ehre gebliebenen württembergischen Moorkonsulenten Dr. Paulus geschickt, der in Bremen durch mich auch in die Geologie der Moore eingeführt worden war. Zugleich mit den Pollen der Eiche und Buche kamen in demselben Horizonte die der Erle, Birke, Hainbuche, Weide, Föhre, Fichte und Tanne vor. In der tiefern Lage des Seggentorfs fanden sich nur solche der Fichte. Eine im Herbste 1914 durch Hellmuth W. beabsichtigte umfassende örtliche Untersuchung, die sich namentlich auch auf die unter dem Moore befindlichen Glazialschichten erstrecken sollte, kam nicht mehr zur Ausführung.

14) Zu Seite 246.

Die Ermittlungen, auf die sich Hellmuth hier bezieht, wurden von mir im Juli 1910 angestellt. Die dazu dienenden Proben habe ich dem südwestlichen Abschnitte des Leopoldskronmoors entnommen: I einer tiefern Lage des Schilftorfs, der in einem Teile des Hochmoores die unterste Torfschicht bildet, II der Mitte des ältern Sphagnumtorfs, III dem Grenzhorizonte (der Verwitterungsrinde des ältern Sphagnumtorfs, die hier anscheinend vollständig erhalten geblieben war), IV 50 cm über der Unterkante des jüngern Sphagnumtorfs an einer Stelle seiner größten Mächtigkeit. Sämtliche Proben waren ungewöhnlich reich an Pollen. In II—IV waren außer den in der folgenden Zusammenstellung genannten nur noch solche von Weiden vorhanden, die bei der Berechnung aufs Hundert mit berücksichtigt wurden, während die von Ericaceen, Gramineen, Cyperaceen und anderen Stauden unberücksichtigt blieben. Darnach betrug unter den Baumpollen die von

	Pinus	Picea	Abies	Betula	Alnus	Quercus	Fagus
in I	70%	24%	—	6%	—	—	—
» II	4 »	17 »	24%	6 »	2%	2%	40%
» III	9 »	29 »	22 »	3 »	3 »	1 »	33 »
» IV	6 »	26 »	16 »	13 »	4 »	13 »	18 »

Die Pinus-Pollen rühren vermutlich alle von *Pinus montana* s. l. her, deren näher bestimmbare Reste sich häufig, besonders im Grenzhorizonte fanden. Anscheinend hat die Eiche hier später als die Buche Raum gewonnen, was sich aus der Höhenlage unter den damaligen Klimaverhältnissen erklären würde. Bekanntlich liegt die Höhengrenze der Eiche gegenwärtig in den Alpen beträchtlich unter der der Buche. H. Schreiber erwähnt ihr lebendiges Vorkommen auf den Mooren Salzburgs in der Gegenwart in Seehöhen zwischen 418 bis 624 m. (Die Moore Salzburgs 1913, S. 119).

Leider sind wir über das früheste Auftreten der Buche in dem westlichen Alpengebiete vollständig im Ungewissen; denn die Angabe von Früh und Schröter (Moore der Schweiz, S. 373), daß z. B. im Staufmoos (S. 663) Buchenpollen gleich über dem Glaziallehm erschienen, läßt es unbestimmt, in welchem geologischen Abschnitte der Postglazialzeit sich das Moor über diesem Lehm zu bilden begann, und ähnlich steht es mit den anderen von ihnen aufgezählten Vorkommen. Ganz unsicher ist das angebliche Vorkommen von Buchenkohle in der gelben Kulturschicht des Schweizersbildes.

15) Zu Seite 246.

Das Hochmoor von Nusse liegt in einem kleinen Kessel der Endmoränenlandschaft. Wegen seiner geringen Ausdehnung und der flachen Gestalt des ältern Sphagnumtorfs muß sich das jüngere Sphagnetum nach dem Zeitalter des Grenzhorizontes sehr rasch über seine ganze Oberfläche ausgebreitet haben. Der Transgressionsgürtel über dem umgebenden Geschiebelehm ist vollständig vernichtet worden. Beiläufig scheint mir wegen der geringen Ausdehnung und der geschützten Lage dieses Moores der Denudationsverlust seines ältern Sphagnumtorfs nicht hoch zu veranschlagen zu sein.

Bei dem Funde im Esinger Moore handelt es sich nach dem Berichte von Poulsen (1847) um den Transgressionsgürtel des jüngern Sphagnumtorfs, der einen das Moor durchragenden Geschiebesandhügel umgab. Da die über dem Fundplatze lagernden fünf Fuß (= rd. 1,60 m) jüngern Sphagnumtorfs 1847 schon stark entwässert und verdichtet und oben durch Verwitterung vermindert worden waren, und da ferner der Abbau des Esinger Moores schon im 19. Jahrhundert erfolgte, so müssen die Buchen auf dem Hügel etwa im zweiten oder dritten vorchristlichen Jahrhundert gegrünt haben. Die Stelle war nicht mehr aufzufinden; doch konnte ich (1910) an mehreren anderen Stellen des Moores das Auftreten der Buchenpollen im Grenzhorizonte nachweisen. Leider ließ sich infolge der ausgedehnten und starken Abtragung des Moores nicht mit Sicherheit erkennen, ob sich darunter die ältesten Ausgangspunkte des jüngern Sphagnetums befanden. Im Himmelmoore aber gelang es, eine solche Stelle aufzufinden, wodurch sich der Befund von Nusse bestätigte.

Über einen ziemlich ausgedehnten Fund von Buchenblattlagen unter jüngerm Sphagnumtorf des Hochmoores Femsölyng unweit Hösterkjøb auf Seeland hat Emil Hansen 1873 berichtet. Nach der Mächtigkeit des jüngern Sphagnumtorfs (2—3 Ellen = rd. 1,30—2 m) handelt es sich auch hier um einen frühen Abschnitt der Entstehungszeit dieser Torfschicht. Nach der Beschreibung ist der »amorphe Torf«, in dem die Blätter vorkamen, eine Sumpftorfablagerung aus der Zeit des Grenzhorizontes.

Beiläufig fand sich als Zeitgenosse der Rotbuche in dem südlichen Transgressionsgebiet des jüngern Sphagnumtorfs im Esinger Moore ein mächtiger Eibenstubben, der im Wurzelanlauf einen Umfang von 146 cm hatte. Sein Stamm war, so weit er damals aus dem Sphagnetum hervorragte, durch einen Moorbrand vernichtet worden, dessen Spuren sich weithin durch den jüngern Sphagnumtorf verfolgen ließen. Das hohl ausgebrannte obere Ende des Stumpfes war ganz mit Asche und Eibenholzkohlen angefüllt. Der Stumpf befindet sich jetzt in der Sammlung der Moor-Versuchs-Station in Bremen.

16) Zu Seite 246.

Hellmuth W. bediente sich bei dieser wie anderen Bestimmungen von Brandkohlen, nachdem sich andere in der Literatur vorgeschlagene Methoden als unbefriedigend erwiesen hatten, des Vertikalilluminators von Zeiß in Jena, nachdem er an den zu untersuchenden gereinigten und getrockneten Kohlen glatte Bruch- oder Schnittflächen nach den erforderlichen drei Richtungen hergestellt und sie durch Abblasen, mit einem weichen Pinsel oder durch Abspülen von Kohlenstaub vorsichtig befreit hatte. Querschnitte von Laubhölzern wurden am besten auf frischen glatten Bruchflächen untersucht. Die zu untersuchenden Stücke wurden auf einem Objektträger so mit Wachs befestigt, daß die zu betrachtende Fläche wagerecht lag. Auch tertiäre Hölzer, deren Schwefelkiesgehalt sie nicht zu schneiden erlaubte, wurden auf diese Weise mit Erfolg bestimmt.

Aus dem Vorkommen der Buche in dem Muschelabfallhaufen am Windebyer Noor bei Eckernförde geht mit Sicherheit hervor, daß seine Anhäufung in der Übergangszeit von der Stein- zur Bronzezeit in Schleswig-Holstein noch nicht abgeschlossen war, gleichgültig, wie das archäologische Inventar in ihm gestaltet sein mag und welche Folgerungen sich daraus für die Kulturgeschichte des westbaltischen Gebietes etwa ergeben. Übrigens kam Sophus Müller auf Grund der ihm bis dahin vorliegenden archäologischen Befunde zu dem Schlusse, daß in Dänemark Muschelabfallhaufen bis an den Beginn der Zeit der Eibenstubben hinanreichen (Affaldsdynger S. 176). Vermutlich reichen sie aber auch

dort noch höher hinauf. Denn Rostrups Zweifel an der primären Zugehörigkeit des halbverkohlten Buchenzweigstückes zu dem Abfallhaufen von Örum Aa gründet sich allein darauf, daß es in einer höhern Lage dieses Haufens gefunden wurde. Im Hinblick auf Hellmuth Webers Beobachtung an dem Abfallhaufen bei Eckernförde dürfte dieser Fund doch in etwas anderem Lichte erscheinen.

17) Zu Seite 248.

Nach meiner an den Fundverhältnissen der Oben-Altendorfer altgermanischen Moorleiche im nördlichen Abschnitte des Kehdinger Moores, die nach J. Mestorf (1900) ungefähr dem 5. Jahrhundert unserer Zeitrechnung angehört, 1895 angestellten Ermittlung hat die Bildung einer 1 m dicken Lage hellbraun gefärbten und infolge langer und starker Entwässerung dicht gelagerten jüngern Sphagnumtorfs rund 1000 Jahre beansprucht.

Der südlichste Abschnitt jenes Moores war 1895 zum größten Teile noch mit einem geschlossenen, wachsenden Sphagnetum bekleidet, das wenige Jahre später durch Entwässerung und Urbarmachung vollständig vernichtet wurde. Die größte Mächtigkeit der Schicht tief gebräunten und dicht gelagerten jüngern Sphagnumtorfs betrug 1915, nachdem sie stark zusammen gesunken war, und sich im mittleren Teile des Moores bis um 3 m gesenkt hatte, noch rund 3 m und entsprach in ihrer Ulmifizierung und Lagerungsdichte etwa der desselben Torfs an der Fundstelle der erwähnten Leiche. Die Schicht hat demnach zu ihrer Entstehung annähernd 3000 Jahre bedurft und begann sich gegen Ende des zweiten oder Anfang des ersten vorchristlichen Jahrtausends abzulagern. Da nach Annahme der Archäologen (s. M. Lienau 1914) der Übergang von der ausgesprochenen Bronze- zu der ausgesprochenen Eisenkultur in Norddeutschland während der Zeit vom 9. bis zur Mitte des 7. Jahrhunderts v. Chr. erfolgte, so fällt der Beginn dieser archäologischen Epoche in ein Zeitalter, in dem sich der jüngere Sphagnumtorf im Kehdinger Moore bereits zu bilden angefangen hatte.

Die Dauer der Zeit, während welcher die ältere Sphagnumtorfschicht der nordwestdeutschen Hochmoore infolge klimatischer Trockenheit kein geschlossenes Sphagnetum trug und die starke Zersetzung erfuhr, in der wir sie jetzt vorfinden, habe ich zu etwa 1000 Jahren bestimmt (1910). Das Zeitalter des Grenzhorizontes setzte demnach etwa gegen das Ende des dritten vorchristlichen Jahrtausends ein, also ungefähr um dieselbe Zeit, während deren sich nach archäologischer Annahme in Norddeutschland der Übergang von der Stein- zur Bronzezeit vollzogen hat.

Übrigens bedarf die Verwendung des angegebenen Zeitmaßes für die einwandfreie Altersbestimmung archäologischer Funde in den Hochmooren einer ausführlicheren Darstellung als hier angebracht erscheint. Insbesondere gilt das von den Bohlwegen. Ich habe deshalb einen Ausblick auf diese wie auf andere archäologische Moorfunde aus Hellmuths Arbeit auszuscheiden für passend gehalten und bemerke nur, daß der von ihm erwähnte im Grenzhorizonte befindliche Bohlweg des Aschener Moores auch nach meiner Meinung dem Übergange von der Bronze- zur Eisenzeit, wahrscheinlich dem Schlusse dieser Übergangszeit, angehört, etwa der Zeit zwischen 700 und 600 v. Chr.

Zusammenstellung der benutzten Literatur.

Affaldsdynger fra Stenalderen i Danmark, undersøgte for Nationalmuseet af P. Madsen, Sophus Müller, Carl Neergaard, C. G. Petersen, E. Rostrup, K. J. V. Steenstrup og Herulf Winge. Kopenhagen und Leipzig 1900.

Andersson, Gunnar, Die Geschichte der Vegetation Schwedens. Englers Botan. Jahrb. 22. 1897.

— Studier öfver Finlands Torfmossar och fossila kvartärflora. Bull. de la Comm. géol. de Finlande. Helsingfors 1898.

- Andersson, Gunnar**, Swedish climate in the late-Quaternary period. In: Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit, herausgeg. v. d. Exekutivkomm. d. 11. internat. Geologenkongresses. Stockholm 1910.
- Berg, Leo**, Das Problem der Klimaänderung in geschichtlicher Zeit. Geogr. Abhandl. herausgeg. v. A. Penck Bd. 10, Heft 2. Besprochen von R. Gradmann, Geogr. Ztschr. 21. 1915.
- Birk, Carl**, Das tote Moor am Steinhuder Meer. Eine moorkundliche Studie. Arb. d. Laborat. f. technische Moorverwertung, herausgeg. v. G. Keppeler. Bd. 1. 1914.
- Blytt, A.**, Essay on the immigration of the Norwegian flora during alternating rainy and dry periods. Chria 8. 1876.
- Theorien om vexlande kontinentale og insuläre Klimater anvendt paa Norges Stigning. Christiania Videnskabselskabs Forhandl. Nr. 4. 1881.
 - Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate. Englers Botan. Jahrb. 2. 1882.
 - Zur Geschichte der nordeuropäischen, besonders der norwegischen Flora. Englers Botan. Jahrb. 17. 1893.
- Brückner, Ed.**, Moorbildungen und postglaziale Klimaschwankungen am Nordsaume der Ostalpen. Ztschr. f. Gletscherkunde 7. 1913.
- Diedrichs, R.**, Über die fossile Flora der mecklenburgischen Torfmoore. Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg 58. 1904.
- v. Fischer-Benzon, R.**, Die Moore der Provinz Schleswig-Holstein. Eine vergleichende Untersuchung. Abh. d. Naturw. Vereins Hamburg 11. 1891.
- Fliche, M.**, L'indigénat de l'Épicéa (*Picea excelsa*) dans les Hautes-Vosges. Bull. Herb. Boiss. 2. VIII, 10. 1906.
- Fraas, O.**, Beiträge zur Kulturgeschichte des Menschen während der Eiszeit. Archiv f. Anthropologie 2. 1867.
- Friedrich, P.**, Die Grundmoräne und die jungglazialen Süßwasserablagerungen der Umgegend von Lübeck. Mitt. d. geograph. Ges. und d. Naturhistor. Museums in Lübeck. 20. 1905.
- Früh, J.**, Über Torf und Dopplerit. Eine minerogenetische Studie. Zürich 1883.
- Über Moorausbrüche. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, XLII. 1897.
- Früh, J. u. C. Schröter**, Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Bern 1904.
- Geinitz, E. u. C. A. Weber**, Über ein Moostorflager der postglazialen Föhrenzeit am Seestrande der Rostocker Heide. Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg 58. 1904.
- Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen**, Sektion Borna-Lobstädt von K. Dalmer, neubearb. v. C. Gäbert, Leipzig 1914.
- Gertz, Otto**, Några nya fyndorter för arktiska växtlämningar i Skåne. Geol. Fören. Förhandl. Stockholm, Bd. 39, 1917.
- Götze, A.**, Vorgeschichtliche Moorfunde und heutige Moorkultur. Die Saalburg Nr. 26. 1911.
- Hansen, Emil Chr.**, En forløbig Beretning om Moseundersøgelser i Eftersommeren 1873. Videnskab. Meddel. fra den naturhist. Forening i Kjöbenhavn. 1873.
- Hartz, N.**, Bidrag til Danmarks senglaciale Flora og Fauna. Danmarks Geol. Undersøgelser II Række Nr. 11. 1902.
- Den submarine Törv (»Tuul«) paa Sylt. Meddel. fra Dansk geol. Foren. Nr. 9. Kopenhagen 1903.
 - Alleröd-Mull. Meddel. fra Dansk. geol. Foren. 4. Kopenhagen 1912.
 - Alleröd-Gytje und Alleröd-Mull. Ebenda.
- Hermann, F.**, Flora v. Deutschland und Fennoskandinaviens sowie v. Island und Spitzbergen. Leipzig 1912.

- Holmboe, Jens**, Planterester i Norske torfmyrer. Et bidrag til den norske vegetationshistorie. Videnskabselsk. Skr. I Mathemat.-naturv. Kl. Kristiania 1903.
- Holst, N. O.**, De senglaciala lagren vid Toppeladugård. Sveriges Geol. Undersökn. Afhandl. och uppsatser Ser. C Nr. 200. Stockholm 1906.
- Efterskörd från de senglaciala lagren vid Toppeladugård Ebenda, Ser. C. Nr. 210. 1908.
- Postglaciala Tidsbestämningar Ebenda Ser. C. Nr. 216. 1909.
- Hooker, J. D.**, The Students Flora of the British Islands. London 1884.
- Jessen, Knud**, Mindre Meddelelser om Fortidens Planteväxt i Danmark. Botan. Tidsskr. 36. 1917.
- Johansen, A. C.**, Om den fossile kvartäre molluskenfauna i Danmark og dens relationer til forandringer i klimaet. Kopenhagen 1904.
- Klautzsch, A.**, Die geologischen Verhältnisse des Großen Moosbruchs in Ostpreußen unter Berücksichtigung der jetzigen Pflanzenbestände. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt, XXVII, 1906.
- Kükenthal, G.** Cyperaceae-Caricoideae. In A. Engler: Das Pflanzenreich. 1909.
- Lange, Joh.**, Conspectus Florae Groenlandicae. Meddel. om Grönland 3. 1887.
- Lauterborn, Rob.**, Die sapropelische Lebewelt, ein Beitr. z. Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer. Verh. d. naturw.-medic. Ver. z. Heidelberg. Neue Folge 13. 1916.
- Lienau, M. M.**, Über Megalithgräber und sonstige Grabformen der Lüneburger Gegend. Mannus-Bibliothek, herausgeg. v. G. Kossinna Nr. 13. Würzburg 1914.
- Menzel, H.**, Klimaänderungen und Binnen-Mollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit. Ztschr. d. Deutschen Geol. Ges. 62. 1910.
- Die geologische Entwicklungsgeschichte der ältern Postglazialzeit im nördlichen Europa und ihre Beziehungen zur Prähistorie. Ztschr. f. Ethnologie. 46. 1914.
- Mestorf, J.**, Moorleichen. 42. Ber. des Museums vaterländ. Altertümer bei der Universität Kiel. 1900.
- u. **C. A. Weber**, Wohnstätten d. älteren neolithischen Periode in der Kieler Förde. 43. Ber. d. Museums vaterländ. Altertümer bei der Universität Kiel. 1904.
- Müller, Sophus**, Nordische Altertumskunde. Straßburg 1897/98.
- Urgeschichte Europas. Straßburg 1905.
- Nathorst, A. G.**, Über den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnis von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen. Bih. till Kgl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Afd. III, Nr. 5. Stockholm 1892.
- Sveriges Geologi. Stockholm 1894.
- Spätglaziale Süßwasserablagerungen mit arktischen Pflanzenresten in Schonen. Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 1910.
- Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen und einige darauf besonders für Mitteldeutschland basierte Schlußfolgerungen Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 1914.
- Neumann, Einar**, Undersökningar öfver fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggående gytja- och dybildningar inom vissa syd- och mellansvenska urbergsvatten. Kgl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Bd. 56. Nr. 6. 1917.
- Neuweiler, E.** Beiträge zur Kenntnis schweizerischer Torfmoore. Inaug.-Diss. Zürich 1901.
- Nordmann, V.**, Postglacial climatic changes in Denmark. In: Veränderungen d. Klimas seit d. Maximum d. letzten Eiszeit, herausgeg. v. d. Exekutivkomm. d. 11. internat. Geologenkongresses. Stockholm 1910.
- Alleröd-Oscillationen og Kristianiafjordens senglaciale Dannelser. Meddel. fra Dansk geol. Foren. 4. Kopenhagen 1912.

- Nüesch, J.**, Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus paläolithischer und neolithischer Zeit. Neue Denkschr. d. schweiz. naturf. Ges. XXXV. 1902.
- Nyman, C. J.**, Conspectus Florae Europaeae. Örebro 1878—1890.
- Palla, Die Cyperaceen.** In Brand und Hallier, Kochs Synopsis d. Deutschen und Schweizer Flora. Leipzig 1907.
- Passarge, S.**, Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. XXII. 1902.
- Penck und Brückner**, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901—1909.
- v. Post, Hampus**, Studier öfver nutidens koprogena Jordbildningar, Gyttja, Dy, Torf och Mylla. Kgl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. 4. Nr. 1. 1862.
- v. Post, Lennert**, Über stratigraphische Zweigliederung schwedischer Hochmoore. Sveriges Geologiska Undersökn. Ser. C. Nr. 248. 1913.
- Om skogsträdpollen i sydsvenska torfmosslagrens följder. Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 1916.
- Potonié, H.**, Eine rezente organogene Schlamm-Bildung des Cannelkohlentypus. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt XXIV. 1904.
- Das Auftreten zweier Grenzhorizonte innerhalb desselben Hochmoorprofils. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt XXIX. 1909.
- Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Berlin 1908/1912.
- Poulsen**, Mitteilung über das Esinger Moor im amtl. Bericht über die 11. Versammlung Deutscher Land- und Forstwirte zu Kiel im September 1847. Vierte Sitzung, Mittwoch, 8. Sept. Altona 1848, S. 515.
- Raeffler, Friedr.**, Die Entstehung der Braunkohlenlager zwischen Altenburg und Weißenfels. Inaug.-Diss. Jena 1911.
- Range, P.**, Das Diluvialgebiet von Lübeck und seine Dryastone. Ztschr. f. Naturwissenschaften 76. 1903.
- Reid, Clement**, The Origin of the British Flora. London 1899.
- Sarauw, Georg F. L.**, En Stenalders Boplads i Maglemose ved Mullerup, sammenholdt med beslægtede Fund. Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie 1903. Kopenhagen 1904.
- Schreiber, Hans**, Die Moore Vorarlbergs und des Fürstentums Liechtenstein in naturwissenschaftlicher und technischer Beziehung. Staab 1910.
- Vergletscherung und Moorbildung in Salzburg mit Hinweisen auf das Moorkommen und das nacheiszeitliche Klima in Europa. Staab 1912.
- Die Moore Salzburgs in naturwissenschaftlicher, geschichtlicher und technischer Beziehung. Staab 1913.
- Schucht, F.**, Das Kehdinger Moor. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt. XXIII, 1905.
- Sernander, Rutger**, Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen. In: Veränderungen d. Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit, herausgeg. v. d. Exekutivkomm. d. 11. internat. Geologenkongresses. Stockholm 1910.
- Postglaziale Klimaschwankungen im skandinavischen Norden. Gerlands Beitr. z. Geophysik. 11. 1912.
- Om nordvästra Tysklands högmossar. Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 1912.
- Siegert u. Weissermel**, Das Diluvium zwischen Halle und Weißenfels. Abh. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. Neue Folge. 60. 1911.
- Spethmann, Hans**, Ancylussee und Litorinameer im südwestlichen Ostseebecken von der dänischen Grenze bis zur Odermündung. Mitt. d. Geograph. Ges. und des Naturhist. Museums in Lübeck, 2. Reihe, Heft 21. 1906.
- Stahl, Ernst**, Aufbau, Entstehung und Geschichte mecklenburgischer Torfmoore. Inaug.-Diss. d. Universität Rostock 1913.
- Stefánsson, St.**, Flóra Íslands. Kopenhagen 1900.

- Steusloff, Ulrich**, Torf- und Wiesenkalkablagerungen im Rederang- und Moorseebecken. Ein Beitr. z. Geschichte d. Müritz. Inaug.-Diss. d. Universität Rostock. 1905.
- Beiträge zur Fauna und Flora des Quartärs in Mecklenburg: Spätglaziale und holocäne Ablagerungen mit *Vertigo Genesii* Gredl. und *Succinea Schumacheri* Andr. bezw. *Planorbis Stroemi* Westerl. von Güstrow in Mecklenburg. Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgeschichte in Mecklenburg. 61. 1907.
 - Beiträge zur Fauna und Flora des Quartärs in Mecklenburg: Holocäne und lebende Gyraulen. Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgeschichte in Mecklenburg, 65. 1911.
- Sundelin, Uno**, Fornsjöstudier inom Stålgåns och Svartåns Vattenområden. Sveriges Geol. Undersög. Ser. C. Nr. 16. 1917.
- Szafer, Wl.**, Eine Dryasflora bei Krystynopol in Galizien. Extr. du Bulletin de l'Acad. d. Sc. de Crakovie. Krakau 1902.
- Thienemann, Aug.**, Untersuchungen über Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. Archiv f. Hydrobiologie. XII, 1918.
- Vollmann, Franz**, Flora von Bayern. Stuttgart 1914.
- Wahle, Ernst**, Ostdeutschland in jungneolithischer Zeit. Ein prähistorisch-geographischer Versuch. Mannus-Bibliothek, herausgeg. v. G. Kossinna Nr. 15. Würzburg. 1914.
- Warnstorf, C.**, Sphagnales-Sphagnaceae (*Sphagnologia universalis*) in A. Engler: Das Pflanzenreich. Leipzig 1911.
- Weber, C. A.** Über die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium. Abh. Naturw. Ver. Bremen XIII. 1896.
- Über die Vegetation zweier Moore bei Sassenberg in Westfalen. Abh. Naturw. Ver. Bremen XIV. 1897.
 - Ein Beitrag zur Frage nach dem Endemismus der Föhre und Fichte in Nordwestdeutschland während der Neuzeit. Abh. Naturw. Ver. Bremen XIV. 1897.
 - Über die Moore mit besonderer Berücksichtigung der zwischen Unterweser und Unterelbe liegenden. Jahresber. d. Männer v. Morgenstern Nr. 3. Geestemünde 1900.
 - Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoores von Augstumal im Memeldelta mit vergleichenden Ausblicken auf andere Hochmoore der Erde. Berlin 1902.
 - Über Torf, Humus und Moor, Versuch einer Begriffsbestimmung mit Rücksicht auf die Kartierung und Statistik der Moore. Abh. Naturw. Ver. Bremen, XVII, 1903.
 - Über Litorina- und Prälorinabildungen der Kieler Föhre. Englers Bot. Jahrb. 35. 1905.
 - Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Tieflandes seit der Tertiärzeit. Résult. scient. du Congrès intern. de Botanique, Wien 1905. Jena 1906.
 - Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. Englers Bot. Jahrb. 40. 1907.
 - Die grundlegenden Begriffe der Moorkunde. Ztschr. f. Moorkultur und Torfverwertung. Wien 1907.
 - Die wichtigsten Humus- und Torfarten und ihre Beteiligung an dem Aufbau der norddeutschen Moore. In: Festschrift zur Feier d. 25jährigen Bestehens des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reich. Berlin 1908.
 - Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit? Ztschr. d. Deutschen Geol. Gesellsch. 62. 1910.

- Weber, C. A.**, Die Moostorfschichten im Steilufer der kurischen Nehrung zwischen Sarkau und Cranz. Englers Botan. Jahrb. 42. 1908.
- Das Moor. Vortrag, gehalten am 12. Novemb. 1909 in der geograph. Gesellsch. zu Hannover. Hannoversche Geschichtsblätter 14. 1911.
 - Der Aufbau einiger Hochmoore der Alpenländer. Protokoll d. 66. Sitzung d. Central-Moor-Commission. Berlin 1911.
 - Die Mammutflora von Borna. Abh. Naturw. Ver. Bremen XXIII. 1914.
 - Die Pflanzenwelt des Rabutzer Beckentons und ihre Entwicklung unter Bezugnahme auf Klima und geologische Vorgänge. Englers Botan. Jahrb. 54. 1917.
- Werth, E.**, Die Mammutflora von Borna. Naturw. Wochenschrift Nr. 44. 1914.
- Wesenberg-Lund, C.**, Om Ferskvands Kitin- og Kisellevninger i Törvelagen. Meddel. fra dansk geol. Foren. Nr. 3. Kopenhagen 1896.
- Studier over Sökalk, Bönnemalm og Sögytje i dansk Jndsöer. Meddel. fra dansk geol. Foren. Nr. 7. Kopenhagen 1901.
 - Om Limnologiens betydning for kvartärgeologien särilg med Hensyn til postglaziale Tidbestämmelser og Temperaturangivelser. Geolog. Fören. Förhandl. Stockholm 1909.
- Zailer, V.**, Die Entstehungsgeschichte der Moore im Flußgebiete der Enns. Ztschr. f. Moorkultur und Torfverwertung. Wien 1910.
- Žmuda, A. J.**, Fossile Flora des Krakauer Diluviums. Extr. du Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie. Krakau 1914.
-

Erklärung der Tafeln.

Tafel 1.

Abb. 1. Ostwand des Tagebaus »Victoria«. Die verbogene Oberkante der in senkrechter Wand stehenden Braunkohle tritt zwischen a und b deutlich hervor. Darüber liegen die Schotterterrasse und der Aulehm, die erste in schräger, von Ost nach West geneigter Wand. Die dunklen Flecken in diesem oberen Teile sind Schatten der beim Abbau entstandenen Pfeiler und Vertiefungen. In der Mitte des Bildes ist unter dem Aulehm das mittlere Moorbecken, rechts unter dem Absatze (unterhalb c) das südliche als dunkle Horizontallinie sichtbar. (S. 192.)

Abb. 2. Geschiebelehm-Einpresseung in die Braunkohle. Höhe ungefähr 15 m. Oben im Hintergrunde tritt der Aulehm hervor, unter dem sich das südliche (in der Photographie nicht sichtbare) Moorbecken befindet. Links anstehende Braunkohle, rechts Geschiebelehm. (S. 193.)

Tafel 2.

Abb. 3. Profil durch die südliche Flanke des südlichen Moorbeckens. 1. Kalkmudde mit der schwarzen Schicht am Grunde. 2. Untere Torfmudde. 3. Hypnumtorf. 4. Obere Torfmudde. 5. Waldtorf. 6. Obere Lebermudde. 7. Tonmudde. 8. Aulehm.

Die untere Lebermudde fehlt in dem Aufschlusse. Sie beginnt erst weiter nordwestlich, wo nicht photographiert werden konnte. (S. 196.)

Abb. 4. Mitte des südlichen Moorbeckens. 1a. Untere Stufe der unteren Abteilung der Kalkmudde. 1b. Obere Stufe der unteren Abteilung der Kalkmudde. 1c. Obere Abteilung der Kalkmudde. 2. Untere Torfmudde. 3. Hypnumtorf. 4. Obere Torfmudde. 5. Waldtorf. 6. Obere Lebermudde. 7. Torfmudde. 8. Aulehm.

Auch hier ist die untere Lebermudde nicht vorhanden. Rechts ein Schuttkegel. (S. 196.)

Bemerkung zu der Texttafel auf Seite 200.

Die auf Seite 200 dargestellten, im Original mit Bleifeder gezeichneten Abbildungen wurden zur Ersparung einer Steindrucktafel auf Kornpapier übertragen, um durch Autotypie in Zink geätzt zu werden. Das angewandte Verfahren hatte zur Folge, daß die zur Ergänzung abgebrochener Stücke der Gegenstände mit einer punktierten Linie umzogenen Teile der Abbildungen 1–4 leider schattiert erscheinen.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort des Herausgebers	189
Einleitung	191
Kap. 1. Beschreibung des stratigraphischen Profils und der Lagerungsverhältnisse in dem Tagebau der Gewerkschaft Victoria	192—226
I. Tertiär	192
II. Diluvium	193
a. Grundmoräne	193
b. Schotterbildungen	193
c. Die Stellung der Beckenbildungen zu den Flußablagerungen	196
d. Diluviale Muddebildungen	196
1. Schwarze Schicht	197
2. Kalkmudde	198
3. Untere Torfmudde	204
III. Alluvium	208
a. Moorbildungen des südlichen Beckens	208
1. Untere Lebermudde	208
2. Hypnumtorf	211
3. Obere Torfmudde	214
4. Waldtorf	216
5. Obere Lebermudde	217
6. Tonmudde	218
b. Das mittlere Becken	219
c. Das nördliche Becken	220
1. Kalkmudde	221
2. Lebermudde	222
d. Die Befunde am rechten Wyhraufer	224
e. Der Aulehm	225
Kap. 2. Geologische Ergebnisse	226
Kap. 3. Beziehung zu den klimatischen und geologischen Erscheinungen Skandinaviens und Norddeutschlands	230
Kap. 4. Die Wanderung einiger der wichtigsten Waldbäume in Deutschland und Skandinavien während der Postglazialzeit	236
Liste der Pflanzenfunde	252
Anmerkungen	254
Zusammenstellung der benutzten Literatur	261
Erklärung der Tafeln	267