

Joachimsthal, ein Beispiel für die Auswertung eines postglazialen Pollendiagramms.

W. Benrath u. Fr. Jonas - Berlin.

(Mit Tafel VI bis XI)

Die Literatur über die pollenanalytisch-statistischen Untersuchungen ist, trotzdem sie sehr jung ist, doch schon umfangreich. Erdmann und Gams haben sich in den letzten Jahren bemüht, über die gesamte Literatur zu referieren, gewiß keine leichte Aufgabe, wenn man bedenkt, wie zerstreut diese Veröffentlichungen sind. Nur einem Bruchteil der beteiligten Forscher ist es möglich, auch selbst die wichtigsten Arbeiten zu studieren, und daher mag es kommen, daß die merkwürdigsten Ansichten nebeneinander gleichzeitig in Druck gehen.

Ich will ganz absehen von gewissen nichtbotanischen Schriftstellern, die im Zuge der Zeit von der Pollenanalyse sich übertrieben Vorstellungen machten und beispielsweise hofften, jedes x-beliebige Spektrum mittels eines normalen Diagramms einzuordnen. Es ist kein Wunder, daß man infolgedessen in geologischen Kreisen zu der Meinung kommen konnte, in dem Pollenspektrum ein Leitfossil zu besitzen. Es ist das gewiß ebenso verkehrt wie die hin und wieder von ökologisch-physiologischer Seite geäußerte Ansicht, die Pollenanalyse wäre zwecklos, weil ihr Spektrum mehr oder minder dem Zufall unterworfen wäre. Den Gipfpunkt in dieser Richtung erreichte eine polemische Betrachtung in einer angesehenen norddeutschen Zeitschrift, in der allen Ernstes behauptet wurde, daß Pollenspektren durch Infiltration von oben her entstehen könnten. Diesem Verfasser standen dabei gewiß die Wurzeln vor Augen, an denen entlang nach Meinung mancher Abseitiger ganze Spektren nach unten rutschen können. In den Mooren galt besonders das Schilfrohr in dieser Hinsicht als gefährlich.

Wie sehr man andererseits in botanischen Kreisen die Pollenanalyse überschätzte, beweist die bis zur Gegenwart von mehreren Forschern vertretene Ansicht, daß bei Berücksichtigung der *Ericales*-Werte in den Mooren eine Lösung der Heidefrage erreicht werden könnte.

Sehr wenig Einigkeit herrschte auch bezüglich der Herkunft der Pollen. Auf Grund von Beobachtungen in den Gebirgsmooren glaubte

man an eine unbeschränkte Streuung der Pollen und besonders ansteckend wirkte die Mitteilung, daß im nördlichen Eismeere auf der Insel Nowaja Semlja mehrere 100 km nördlich der Baumgrenze noch Baumpollen gefunden wurden. So spielt bei der Beurteilung von Pollenspektren in fast allen Gebieten Europas die Fern- oder Weitstreuung eine mehr oder minder große Rolle, trotzdem ältere Beobachter dieselbe ganz ablehnten. So schrieb schon 1913 Thore C. E. Fries in seiner Arbeit über Tornedalen Lappmark über die Waldgrenze im Norden und über die Beteiligung der Fichte an derselben und diskutiert dabei eine Reihe älterer Ansichten, so auch die Brandtheorie Kihlmanna. Es handelt sich um das anormale Verhältnis, daß die Fichte im nördlichen Teil des Amtes Norrland, des Amtes Tromsö und Finnmarken in Norwegen fast gänzlich fehlt. „Wie wir jetzt sicher wissen, hatte die Fichte schon während des letzten Teiles der Waldperiode in Harrjedalen größere Höhen als die jetzigen in den Gebirgen erreicht und konnte infolgedessen über die Gebirgskette nach Norwegen eindringen durch Pässe, die heute durch die postglaziale Klimaverschlechterung gesperrt sind.“ (Seite 42.) Aus diesem Grunde mußten die Verhältnisse im nördlichen Skandinavien ähnlich gewesen sein. Daß das nicht so gewesen ist, geht daraus hervor, „daß ich bei mikroskopischer Untersuchung von Torsproben aus allen untersuchten Mooren keinen einzigen Fichtenpollen beobachtete, während Kiefernpollenkörper immer reichlich vorkamen.“ (Seite 43.) Der große Gürtel geschlossener flechtenreicher Kiefernwälder setzt der Ausbreitung der Fichte in Norrland einen wirkungsvollen Widerstand entgegen, so daß sie heute in diesem Gebiete nur sporadisch auftritt.

Es ist das Verdienst von F. Firbas, daß er die Abhängigkeit der Pollenspektren von den Waldzonen der regio subalpina im hohen Norden nachweisen konnte auf Grund von Probenreihen, die der unterdessen verstorbene H. Preuß in Finnisch Lappland sammelte. Allerdings muß bei der Auswertung von Nichtbaumpollenprozenten große Vorsicht walten, wie das mir die Untersuchung in den waldarmen Gebieten Mitteleuropas zeigte.

Eine Kette von Fehlern entstand ferner und entsteht auch heute stets noch durch die Untersuchung von sogenannten Oberflächenproben. Während auf der einen Seite Moospolster infolge ihres verschiedenen Wachstums ganz verschiedene Werte geben, man denke nur einmal an ein *Leucobryum*-Bult auf einem nordwestdeutschen Hochmoor oder an einen *Sphagnum-cuspidatum*-Schlenkenrasen, in dem erodierte ältere Torfteile enthalten sind, so sind auf der anderen Seite Oberflächenhumusproben noch irreführender. Dieser echeinbare rezente Oberflächenhumus ist in Wirklichkeit unter Umständen das Produkt vieler Jahrhunderte, und zwar kenne ich Fälle, wo ein gut ausgebildeter dunkler Heidehumus unter rezenter Heidevegetation bei harmloser Betrachtung uns darüber täuschen kann, daß dieser Humus die alte denudierte Oberfläche einer interstadialen Landschaft ist. Anscheinend fand die Hesmer'sche Untersuchung der Wald-Rohhumusschichten bei Syke

viel zu wenig Beachtung. Diese Beispiele mögen genügen. Es ist also Grund vorhanden, bei der Beurteilung der sogen. Oberflächenspektren größte Vorsicht walten zu lassen.

Bei anderer Gelegenheit hoffe ich auf die Theorie der sogenannten selektiven Pollenzersetzung zurückzukommen. Den Verfassern stand ein derart umfangreiches Material aus verschiedenen Gebieten Europas zur Verfügung, daß sich auch dazu neue Gesichtspunkte ergeben haben. Im allgemeinen dürfte diese Zersetzung weit überschätzt sein. Dagegen ist über die Veränderung der Pollen in den verschiedenen Substraten viel zu wenig bekannt. Im Moorinstitut der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurden systematisch die verschiedenen Moor-, Sand-, Ton- und Gyttjaproben auf ihren Polleninhalt verglichen. Die Größe der Pollen variierte so stark, daß man aus derselben keine Schlüsse auf Artenzugehörigkeit ziehen kann. Es ist das aber nicht allein die Folge verschiedener Einbettung, sondern wie der Augenschein lehrt, auch die Folge verschieden großen rezenten Materials. Die Zellwände und Porenverhältnisse, Ansatzpunkt und Luftsäcke bzw. Oberflächenstruktur und ähnl. geben, und das muß ausdrücklich betont werden, erst nach langjähriger Übung Anhalte für die Unterscheidung von Arten der uns bekannten Gattungen. In dem weiter unten besprochenen Pollendiagramm war die Einbettung und Erhaltung der Pollen eine denkbar günstige, nämlich Gyttja.

Bereits bei der Auswahl der Bohrstelle durch den einen der Verfasser wurde die Erfahrungstatsache moorkundlicher Untersuchungen berücksichtigt, daß solche Lagerfolgen ausgesucht werden müssen, in denen voraussichtlich möglichst wenig lokale Pollenspektren das normale Schaubild beeinträchtigen; auch war anzunehmen, daß durch die Lage des Bohrpunkts zwischen großen Seenflächen die äolischen Faktoren (Pollenmischung) durchaus günstige sein mußten.

Mit der Untersuchung ist, wie im folgenden ausführlich gezeigt ist, ferner bezweckt, eine absolute Zeitrechnung für postglaziale Schichtenfolgen Norddeutschlands durchzuführen und wir können der Ansicht Berthold's hier Raum geben, „daß es nicht angeht, daß man wie bisher bei Pollenanalytikern üblich, „weiterdatiert“, indem man bei einem Fehlen genau festliegender Kulturschichten vorgeschichtlicher Siedlungen Einzelfunde in ein in der Nähe ermitteltes Diagramm einfügt. Bestenfalls entnimmt man ihnen nachträglich kleine Schmutzproben, von denen man nie sicher weiß, ob sie zu gleichaltrigen Schichten gehören. Meist aber datiert man nach dem Blytt-Sernaunderischen System, oder nach einem mehr oder minder gut ausgeprägten Verwitterungshorizont als dem gesicherten Grenzhorizont!“ (Briefl. Mitteilung vom 23. 11. 1936.)

Eine große Rolle spielt in der pollenanalytischen Literatur die Feststellung der empirischen und rationellen Pollengrenze. Bekanntlich unterscheidet die Botanik seit längerem eine empirische und rationale Baumgrenze. Die empirische Baumgrenze bezeichnet im Norden (nach Sylvén 1904) die Linie, die die Birke wirklich erreicht. Die

rationelle Baumgrenze wird als auf der Höhe verlaufend angegeben, auf der die Birke aufhört, durch eigenen Samen ihren Bestand verjüngen zu können. Nun wies Thore C. E. Fries darauf hin, „daß ein sicheres Feststellen dieser Linie, das auf einen Durchschnittswert mehrjähriger Beobachtungen für jeden Punkt besonders gestützt sein muß, eine äußerst schwierige und zeitraubende Arbeit ist“. Daß wirklich die Samenreife bei Birken sowie bei Kiefern während verschiedener Jahre infolge der Verschiedenheit der Witterung großen Variationen unterworfen sein muß, dürfte selbstverständlich sein. Die bisher in der Literatur für die rationelle Baumgrenze angegebenen Höhenziffern stützen sich jedoch durchwegs auf mehr zufällige Beobachtungen und röhren nicht einmal immer von Samenjahren der Birke her. Diesen Ziffern kaum deshalb kein allzu großer Wert beigemessen werden. Die an genügend großem Beobachtungsmaterial berechnete Samenreifegrenze, d. h. die rationelle Baumgrenze, muß jedoch als eine wichtige Linie in der Regia subalpina anerkannt werden, da sie sicher eine Klimagrenze repräsentiert. Das Feststellen derselben bereitet jedoch große Schwierigkeiten.“

Was hier von der Baumgrenze gesagt wird, können wir ohne weiteres auf die Pollengrenze der Diagramme übertragen. Das Feststellen der empirischen Pollengrenze einer Art verursacht große Schwierigkeiten, und diese wachsen mit der Zahl der Diagramme. Ich will nur ein Beispiel nennen. Bis vor kurzem war man der Ansicht, daß die Buche in Mitteleuropa relativ spät eingewandert sei. In vielen Gebieten sah man das mittlere Atlantikum als die empirische Grenze dieser Art an. So ist es erklärlich, daß man annahm, daß die Buche im Norden verspätet eintraf, und man glaubte, diese Wanderung in Norddeutschland verfolgen zu können. Allerdings wäre man wohl zu anderen Ansichten gekommen, wenn aus den Gebieten der Baltischen Endmoräne rechtzeitig genügend Profile untersucht wären. So hielt man unentwegt an der Theorie des verspäteten Eintreffens der Buche im Nordseegebiet fest, ja man glaubte sogar eine maximale niedrigere Grenze der Buche westlich der Weser gegen Gebiete östlich der Weser gefunden zu haben. Preuß entdeckte ganz unabhängig von mir schon 1926 *Fagus*-pollen in spätborealen Schichten des Hümmings, und ich konnte diese wichtige Beobachtung kurze Zeit darauf bestätigen. Was diese Funde bedeutsam machte, war der Umstand, daß die Probe aus Aufschüssen gewonnen wurde und nicht aus Bohrungen, so daß eine Verunreinigung ganz ausgeschlossen war. Es besteht keine Veranlassung, daran zu zweifeln, daß *Fagus* sporadisch um 3000 v. d. Ztw. an der Nordsee vorhanden war. Bevorzugte Gebiete der Hochgeest hatte sie schon im Spätboreal erreicht, und ihre erste schwache Ausbreitung erfolgte von hier aus um 3000, ohne daß dieselbe eine definitive gewesen wäre.

Ganz ähnliches gilt von der Fichte (*Picea excelsa*), die im erwähnten Küstengebiet der Nordsee sehr sporadisch auftritt, und zwar in sehr charakteristischer Weise im Spätboreal, Mittelatlantikum und schließlich um 1500 und 1000 v. d. Ztw. Wie wichtig diese Feststellungen sind,

erkennt man dann, wenn man sieht, daß in Rußland in denselben Zeiten die Fichte sich jedesmal stark ausbreitet. Ich glaube kaum, daß selbst ein fanatischer Anhänger der Ferntransporttheorie es wagen kann, Fichtenprozente in ostfriesischen Mooren mit jenen östlichen Wäldern in Verbindung zu bringen. Wir sehen aber, und die führenden nordischen Pollenforscher haben diese Tatsachen erfolgreich benutzt, daß solch geringes Vorkommen von Arten für die chronologische Betrachtung erhöhten Wert bekommt. Man möchte nur wissen, was sich jene Untersucher dabei dachten, wenn sie die *Pinus*-Werte von 5 bis 20% in westlichen Gebieten registrierten und dabei gleichzeitig bekanntgaben, daß Kiefernwälder diesen Gebieten ganz fehlten. Als man diese Meinung bei dem besten Willen nicht mehr halten konnte, ging man dazu über, der Kiefer „einen kümmerlichen Platz auf einzelnen Mooren am Wiehengebirge“ einzuräumen.

Ich habe diese Beispiele, die sich leicht um einige vermehren ließen, deshalb zusammengestellt, um zu zeigen, wie schädlich für den Fortschritt in der Forschung, besonders in einem jungen Zweige derselben, vorgefaßte Theorien sind.

Wenn wir bei der Auswertung postglazialer Diagramme noch keine Einigkeit unter den verschiedenen Forschern besitzen, so gilt das in erhöhtem Maße für das sogenannte Spätglazial, das bekanntlich einen größeren Zeitraum als das erstere umfaßt. Die von Nilsson während der älteren Dryas-Zeit von 12—10 000 v. d. Ztw. in sämtlichen Ablagerungen Schonens regelmäßig angetroffenen Werte von *Picea* (2—11%), *Alnus* (etwa 5% mit einem Maximum über 11% in Baremosse und Vanstads mosse), *Corylus* und *Tilia* stehen in einem schroffen Gegensatz zu den betreffenden Schichten in Mitteleuropa, die von *Firbas*, *Bertsch* und *Schütrumpf* untersucht sind, und denen solche Arten fehlen.

G. Ekström (1934) hat, indem er sich auf die Pollendiagramme C. Larssons aus der Gegend von Svalöv stützt, die Auffassung vertreten, daß während der Interstadialzeit vor dem Vordringen des jüngeren baltischen Eises im westlichen Schonen Wälder von Kiefer, Fichte, Birke, Weide, Hasel und Erle, wahrscheinlich auch von Ulme, Linde und Eiche vorhanden gewesen sind. Nur der Pollen von *Abies*, *Pinus cf. cembra* und *Fagus* wird als gänzlich ferntransportiert betrachtet. Die Waldbäume der „Interstadialzeit“ würden noch zur Zeit des Maximums des jungbaltischen Eises weitergelebt haben und mit Ausnahme von Kiefer, Birke, Hasel und Weide erst nach der beginnenden Rezession des Eises aus dieser Eisrandlage ausgestorben sein.

Für die Richtigkeit dieser Auffassung scheinen keine Beweise vorzuliegen. Die Konsequenz derselben wäre ja, daß die mehr wärmebedürftigen Baumarten im Zusammenhang mit einer Klimaverbessezung ausgestorben wären. Dieser Widerspruch wird durch mein Material noch stärker hervorgehoben, denn aus demselben geht hervor, daß die fraglichen Pollenarten nicht verschwanden, ehe Schonen wahrscheinlich ganz eisfrei geworden war, unmittelbar vor der warmen Allerödoszillation. — In der letzten Zeit machen sich immer stärkere

Tendenzen geltend, welche die spätglazialen Pollendiagramme ohne größere Rücksichtnahme auf Ferntransport erklären wollen (vgl. z. B. Hyppä 1933). Gegenüber diesen Tendenzen muß betont werden, daß sich Schlüsse der hier erörterten Natur nur auf makroskopische Fossilienreste stützen können. Aus den älteren Teilen der spätglazialen Zeit fehlen solche Reste von Waldbäumen jedoch vollständig, obgleich sowohl in Schonen wie in Dänemark eine bedeutende Anzahl von Vorkommen untersucht worden sind.

Wir haben mehrere Hinweise darauf, daß geringe Pollendichte und gleichzeitiges Überwiegen von *Pinus* Waldfreiheit oder Waldarmut bedeuten. Aber schon in den Fällen, wo *Betula* höhere Werte erreicht, dürften lokale Birkenbestände (*Betula nana?*) eine Rolle spielen. Daß zur selben Zeit in Mitteleuropa schon Birkenwälder ausgebreitet waren, wissen wir durch die obengenannten Untersuchungen. Gleichzeitig mit diesen Birkenwäldern gehen niedrige Nichtbaumpollen-Werte einher. Rätselhaft bleibt nur die Herkunft der übrigen Pollen in Schonen, besonders von *Alnus* und *Picea*. Vielleicht ließen dichtere Birken-Kiefern-Bestände in Mitteleuropa diese ferntransportierten Pollen nicht mehr in Erscheinung treten. Für diese Hypothese kann vielleicht auch sprechen, daß bei Hamburg im betr. Abschnitte noch immerhin einzelne *Picea*-Pollen vorkamen. Vielleicht dürfen wir doch mit lokalen Fichtenbeständen in Mitteleuropa während der letzten Vereisung bzw. danach rechnen (s. Untersuchung eines mitteldeutschen Trockenrasenbodens bei Merseburg 1935). Alle diese Ergebnisse sind zunächst in erster Linie nur wichtige Hinweise und mahnen erneut zur Vorsicht bei der Auswertung spätglazialer Diagramme. M. E. sind wir auch heute noch weit von einer brauchbaren, allgemein gültigen Methodik der Pollenanalyse entfernt, und den besten Beiweis dafür sehe ich in den gewaltigen Fortschritten und überraschenden Resultaten der letzten Jahre. Allerdings können gewisse methodische Grundlagen, deren Mangel allgemein stark empfunden wurde, wie z. B. das Fehlen eines Abbildungswerkes (keine schlechten Fotos und Meinke'sche Zeichnungen), nicht länger ohne Schaden aufgeschoben werden. Und dasselbe gilt auch für die Anlage allgemein zugänglicher Sammlungen von Moorproben und Torfpräparaten, Aufgaben, denen sich das Moorinstitut der Deutschen Forschungsgemeinschaft in den beiden letzten Jahren unterzogen hat. Es ist jedenfalls ein unhaltbarer Zustand, und es kann nicht Aufgabe dieser Stelle sein, angesichts der Verdienste eines C. A. Weber oder neuerdings Ber tsch beispielsweise für die Moorforschung, deren Fehler ausführlich zu kritisieren, ohne deren Verdienste zu besprechen. Jeder Moorforscher, auch Pollenanalytiker, muß gründlicher als das bisher geschieht, die systematische Botanik studieren, je nach den Mooren des Untersuchungsgebietes entweder Algen, Moose oder Samen! Die erfolgreiche Auswertung der Pollenspektren ist zuletzt gewiß abhängig von einer genauen Kenntnis des pflanzengeographischen Raumes, in dem sich heute vielfach noch die Relikte jener Gesellschaften vorfinden, um deren Erkenntnis es sich handelt.

Erst eine solche Betrachtungsweise ist imstande, auch die großen klimatischen und historischen Probleme zu lösen.

Das Moor am Gr. Lubow-See bei Joachimsthal liegt ungefähr einhalb Kilometer südlich der Ortschaft Joachimsthal und füllt eine glaziale Rinne zwischen dem Grimnitz- und Werbellinsee aus. Es ist ungefähr 1700 m lang und durchschnittlich 200—300 m breit, abgesehen von dem mittleren Komplex, der 600 m breit ist. Das Moor wird im Süden von der steil ansteigenden Baltischen Endmoräne begrenzt. Diese Moräne erreicht schon 200 m südlich des Moores 90 m Höhe und fällt in drei deutlichen Terrassen gegen das Moor hin ab. Die Terrassenhöhen sind in abgerundeten Zehnern auf der beiliegenden Skizze angegeben. Aus ihr ist zugleich ersichtlich, daß die oberste 90-m-Terrasse aus Geschiebelehm, die zweite 80-m-Terrasse aus Sanden und die dritte 70-m-Terrasse aus Ton besteht. Innerhalb des Moores, dessen Oberfläche mit 65,0 angegeben ist, befindet sich noch eine vierte Terrasse, auf der 58-m-Höhenlinie. Diese vier Terrassen dürften auf das ruckweise Zurückgehen eines großen glazialen Stausees zurückzuführen sein, dessen heutiger Rest im Grimnitzsee noch erhalten ist. Der glaziale Stausee durchbrach die Endmoräne zwischen dem jetzigen Moor und dem Werbellinsee südlich des jetzigen Bahnhofs Werbellinsee und fand so Verbindung mit dem Werbellinsee. Dieser Abfluß konnte während der Zeit der ersten und zweiten Stauseeterrasse ungehindert vorstatten gehen. Erst nach Ausbildung der dritten Terrasse wurde das jetzige Moorbecken vom Werbellinsee isoliert. Der Wasserstand des ehemaligen Rinnensees fiel aber noch weiter, und dasselbe gilt für den Grimnitzsee, so daß noch eine vierte Tertasse, die jetzt unter dem Moor verborgen ist, ausgebildet wurde. Das Becken trocknete sogar völlig aus, wie das die Torflage am Grund des Sees ergibt. Erst in einem relativ späten Abschnitt des Spätglazials stieg das Wasser periodisch wieder an, wie das unsere Untersuchungen ergeben haben und weiter unten ausführlicher beschrieben ist. Der Wasserstand des Grimnitzsees beträgt nach dem Meßtischblatt Joachimsthal (Nr. 1554) 65,1 m, der des Werbellinsees 43,2 m, so daß hier auf eine Entfernung von 1,8 km eine Differenz von rund 22 m vorhanden ist.

Durch das Moor führt heute ein Graben, der mittels zweier Durchstiche den Grimnitzsee mit dem Werbellinsee verbindet. Bezuglich dieses Grabens richteten wir an das Preußische Wasserbauamt in Eberswalde eine Anfrage, auf die uns unter dem 10. Juli 1936 folgendes geantwortet wurde:

„Nach den Akten der Forstverwaltung soll der Grimnitzsee seinen natürlichen Ablauf ursprünglich zum Gebiet der Welse (Nebenfluß der Oder unterhalb Schwedt) gehabt haben; er war jedoch schon Ende des 18. Jahrhunderts durch einen künstlichen Graben mit dem Lubow-See und durch diesen auch mit dem Werbellinsee verbunden. Der Abfluß erfolgt jetzt ausschließlich durch diesen. Diese Annahme dürfte wohl die richtige sein, da die Geländegestaltung zwischen Grimnitz- und Lubow-See auch heute noch keinen Anhalt für einen

natürlichen Abfluß vom Grünitzsee durch den Lubow-See zum Werbellinsee. Auch die Bezeichnung „Neuer Graben“, den der genannte Verbindungsgraben früher im Volksmunde getragen hat, spricht für eine künstliche Anlage dieses Wasserlaufs.

Der Graben war seit Ende des 18. Jahrhunderts, wenn nicht schon früher, der Zubringer für eine Mühle, die bis Mitte des 19. Jahrhunderts im Privatbesitze war und dann vom Staat erworben wurde. Bei der Mühle war eine Stauarche. Wasserkraft und Stauberechtigung gingen durch Kauf zunächst in das Eigentum der Königlichen Forstverwaltung über, welche sie zeitweise durch ein privates Elektrizitätswerk ausüben ließ. Seit dem Jahre 1912 wird jedoch die Wasserkraft nicht mehr ausgenutzt.

Bei dem Bau des Hohenzollernkanals kurz vor dem Weltkriege ging die Ausübung des Staurechts im Grünitzsee im Jahre 1913 auf die Wasserbauverwaltung über. Zur Zeit wird der Wasserspiegel des Grünitzsees zwischen der Ordinate 64,31 NN und 64,83 NN gestaut, um die zwischen den beiden Ordinaten liegende Wassermenge zur Speisung des Hohenzollernkanals in trockenen Zeiten ausnutzen zu können. Der Höchststau im Grünitzsee ist zwar durch Kammergerichtsentscheidung vom 17. Juli 1909 zunächst auf 65,17 NN festgelegt worden, doch scheitert ein Austau des Wasserspiegels daran, daß dann die den See umgebenden Wiesen verwässert werden. Die Wasserbauverwaltung hat sich daher freiwillig damit einverstanden erklärt, im allgemeinen den Wasserspiegel etwa nur bis zur Höhe 64,83 NN auszunutzen, sich das Staurecht aber vorzubehalten. Im allgemeinen schwankt der Wasserspiegel etwa zwischen 64,50 und 64,83 NN, da der Wassersstand nur in ganz trockenen Sommern bis auf den Mindeststau abgelassen wird. Der Unterschied zwischen der Stauhöhe 65,17 NN im Jahre 1809 und der jetzt ohne Schaden für die Landwirtschaft möglichen Stauhöhe von 64,83 NN zeigt das Bestreben einer allmählichen Stausenkung. Ob diese Entwicklung auch bis in' frühere Jahrhunderte zurückgereicht hat, ist nicht mehr festzustellen. Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, daß der Wasserspiegel früher noch höher gewesen ist und allmählich mit Rücksicht auf die Anlieger stetig gesenkt worden ist. Diese Entwicklung läßt sich vielleicht dadurch klären, daß die den See umgrenzenden moorigen Wiesen mit dem Absenken des Wasserspiegels auch abgesunken sind, sodaß sich daraus wieder zwangsläufig der Drang nach einem weiteren Absenken des Wasserspiegels ergab.

Ich betone jedoch ausdrücklich, daß diese Ansicht nur auf Vermutung beruht und daß darüber keine Aktenunterlagen vorhanden sind.

Aus vorstehenden Äußerungen geht schon hervor, daß in historischer Zeit eine starke Verbindung des Grünitzsees mit dem Großen Lubow-See und dem weiter westlich gelegenen, heute vollständig verlandeten See in Richtung des Abflusses zum Werbellinsee unwahrscheinlich ist. Ein natürlicher Abfluß hätte sich vermutlich eine in der Natur deutlich ausgeprägte Abflußrinne eingegraben. Solche Rinnen sind

nicht vorhanden. Der heutige Abflußgraben zeigt vielmehr deutlich den Charakter eines künstlich angelegten Grabens. (gez. Steude.)"

Die engere Umgebung des Moores wurde bereits in mehreren Arbeiten behandelt, so das Moor Plagfenn bei Chorin 13 km südöstlich des Moores am Gr. Lubow-See in einer Monographie von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege. Dieses Gebiet wurde noch einmal behandelt in der Beschreibung des Meßtischblattes Niedersnow von K. Hueck. Von demselben Verfasser stammt auch die Monographie des 9 km nördlich liegenden Moores am Plötzendiebel. Hier veröffentlichte Hueck auch zum ersten Male Pollenanalysen. Unsere Kenntnis über die Waldgeschichte der Landschaft wurde wesentlich bereichert durch Untersuchungen von Hesmer, über die er 1933 berichtete. Vereinzelte Pollenanalysen stammen außerdem von L. Hein. Besonders in der Hueck'schen Arbeit ist ausführlich über den Klima- charakter der Landschaft geschrieben, so daß wir darauf verweisen können. Das wichtigste Ergebnis der Pollendiagramme ist die Erkenntnis über das natürliche Vorkommen der Buche, die auf die Moränenböden beschränkt ist. Ferner hat es sich gezeigt, daß die gewaltigen Sandflächen der Mark Brandenburg, von denen ein Teil südwestlich von Joachimsthal als Sand der Schorfheide bis in unmittelbare Nähe des Moores reichen, seit Beginn des Postglazials dauernd mit Kiefern bestanden waren. Die Untersuchungen innerhalb des Moränen- gebietes lassen wieder starke Schwankungen im Buchenanteil erkennen. Diese, ebenso das gelegentliche Vorkommen von höheren *Carpinus*- Werten, beweisen uns den lokalen Wert solcher Pollendiagramme. Die Feststellungen Hesmers haben ergeben, daß das regelmäßige Vorkommen von relativ hohen Eichenwerten während der Buchenzeit in den Diagrammen des Moränengebietes auf natürliche Beimischung dieses Baumes in den Buchenwäldern zurückzuführen ist. Das Vorkommen von Hainbuchen-Horsten wurde bereits erwähnt, aber auch die Linde muß bis kurz vor der Gegenwart mehrere natürliche Standorte innerhalb des Buchengebietes besessen haben. Es sind das sämtlich Erscheinungen, welche die in das kontinentale Gebiet Ostdeutschlands vorgeschobenen baltischen Buchenwälder von den westdeutschen- Buchenwäldern unterscheiden.

Moorgeologisch ist die Mark Brandenburg durch das Vorwiegen von Flachmooren, die sich in größerer Ausdehnung an den Flüssen der Urstromtäler erstrecken und als „Luch“ bezeichnet werden, charakterisiert. Echte gewölbte Hochmoore fehlen dem Gebiete ganz. Dafür treten orographisch bedingt in den Mulden und Senken immer über Flachmoortörfen jüngere oligotrophe Bildungen auf, die wir am besten als topogene Moosmoore bezeichnen. In solchen Mooren ist die *Eriophorum-vaginatum* - *Sphagnum-recurvum* - Soziation am häufigsten ausgebildet. Ferner finden sich in diesen Mooren eine Reihe von Grasgesellschaften mit vorwiegender *Sphagnum-cuspidatum*- und *Sphagnum-recurvum*-Bodenschicht. Die Bulte bildenden *Sphagna* treten infolgedessen ganz zurück und mesotrophe Einschläge sind in solchen Mooren gar nicht selten, wie das die Untersuchungen

von Hueck ergeben haben. Arten wie *Sphagnum contortum*, *Sph. teres*, *Sph. Warnstorffii* innerhalb oligotropher Moore deuten auf eutrophe Einstüsse hin. Die atlantischen Moorarten *Sph. molle*, *Sph. molluscum*, *Sph. papillosum* und *Drosera intermedia* treten ganz zurück. Vielfach mag das Vorkommen der erwähnten eutrophen Torfmoose auf jüngere Einstüsse zurückzuführen sein, die Hueck bereits angedeutet hat. So schildert er die Entstehung von „echten Schlenken“ auf den Mooren durch das von der Umgebung herabfließende Regenwasser, und die Ausbildung von reinen *Drepanocladus-fluitans*-Beständen im Gefolge derselben. Zweifellos beruht auch das Auftreten von *Sphagnum subsecundum* und *Sph. contortum* auf dieser von Hueck mitgeteilten erosiven Wirkung des Regenwassers. Atlantische Einstüsse, die wir aus dem sporadischen Vorkommen von *Erica tetralix* in der Mark Brandenburg schon erkennen, sind wahrscheinlich auf lokale Klimaformen der Sandgebiete beschränkt. So tritt bezeichnenderweise in dem großen Sandgebiete nördlich von Berlin, in dem atlantische Elemente sonst ganz fehlen (nach Reimers) an einer isolierten Stelle im Moore des Wuken-Sees bei Biesenthal neben untergetauchten *Sphagnum inundatum* innerhalb der *Carex-lasiocarpa*-Zone am Rande des Moores auch *Sphagnum molle* und *Sph. compactum* auf. Wie schon gesagt, spielen alle diese atlantischen Elemente innerhalb der Moorflora keine wesentliche Rolle. Dafür ist aber besonders das kontinentale und nordische Element stark vertreten. In unmittelbarer Nähe der Moore des Moränengebietes liegen jene bekannten pontischen Hänge mit einem Reichtum von kontinentalen Arten, die weiter westlich nicht mehr vorkommen. In den Mooren sind die östlichen Arten: *Carex limosa*, *Carex paradoxa*, *Scheuchzeria palustris*, um nur einige zu nennen, keine Seltenheit. Unter den Moosen sind besonders jene verbreitet, die in den großen Mooregebieten Rußlands die Hauptrolle spielen, so *Camptothecium nitens*, *Campylium stellatum*, *Sphagnum Warnstorffii*. Neben frühatlantischen Reliktkräutern wie *Cladium mariscus* fallen aber besonders eine Reihe nordischer bzw. nordisch-alpiner Arten auf, so *Eriophorum alpinum*, *Carex chordorrhiza*, *Paludella squarrosa*, *Cinclidium stygium*, *Meesea*-Arten.

Das Moor am Gr. Lubow-See bei Joachimsthal ist durch das Vorkommen mehrerer Pflanzengesellschaften ausgezeichnet, die wir als Relikte aus älteren Perioden, aber nicht aus der Eiszeit, wie vielfach angegeben wird, ansehen dürfen. Das Moor ist heute von einem geschlossenen Schilfröhricht überzogen, nur am Rande des Restsees ist der Erlenwald entwickelt. Der Rand des Moores wird durch eine besonders nasse Zone eingenommen, in der *Carex diandra* Bestände bildet. Innerhalb des Röhrichts ist sehr sporadisch *Alnus* angepflanzt. An zwei Stellen im Südteil des Moores treten auf lokal begrenzten Flächen zwei Pflanzencinheiten auf, die von größerem Interesse sind. Es sind das die *Paludella-squarrosa*-Soziation und die *Eriophorum-alpinum-Sphagnum-Warnstorffii*-Soziation. Das Arteninventur dieser beiden Soziationen mögen die beiden Aufnahmen vom 30. Mai 1935 veranschaulichen:

Paludella squarrosa-Soziation

<i>Carex diandra</i>	1	<i>Paludella squarrosa</i>	4
<i>Carex Goodenoughi</i>	+	<i>Drepanocladus revolvens</i>	+
<i>Carex lepidocarpa</i>	1	<i>Calliergon cuspidatum</i>	+
<i>Carex panicea</i>	1	<i>Camptothecium nitens</i>	1
<i>Carex limosa</i>	+	<i>Bryum ventricosum</i>	+
<i>Heleocharis pauciflora</i>	1	<i>Campylium stellatum</i>	1
<i>Valeriana dioica</i>	+	<i>Aulacomnium pal.</i>	1-2
<i>Viola palustris</i>	+	<i>Sphagnum teres</i>	1
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	<i>Sphagnum obtusum</i>	1
<i>Comarum palustre</i>	+	<i>Sphagnum Warnstorffii</i>	1-2
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	3-4		
<i>Drosera rotundifolia</i>	+		
<i>Salix rep. v. rosmarinifolia</i>	1		

Eriophorum alpinum-Sphagnum Warnstorffii-Soziation

<i>Eriophorum alpinum</i>	3-4	<i>Paludella squarrosa</i>	1
<i>Eriophorum polystachyum</i>	+	<i>Drepanocladus revolvens</i>	1
<i>Carex diandra</i>	+	<i>Bryum ventricosum</i>	1
<i>Carex panicea</i>	+	<i>Camptothecium nitens</i>	1
<i>Carex limosa</i>	+	<i>Campylium stellatum</i>	1
<i>Carex lepidocarpa</i>	1	<i>Aulacomnium palustre</i>	2
<i>Heleocharis pauciflora</i>	1	<i>Sphagnum teres</i>	1
<i>Briza media</i>	1	<i>Sphagnum Warnstorffii</i>	3-4
<i>Triglochin palustris</i>	+	<i>Fissidens adianthoides</i>	+
<i>Viola palustris</i>	+	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	+
<i>Stellaria uliginosa</i>	+	<i>Salix rep. v. rosmarinifolia</i>	+
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	4		
<i>Drosera rotundifolia</i>	1		

Es kann betont werden, daß wie das schon an anderer Stelle früher geschah, *Vaccinium oxycoccus* im Flachmoor hohe Deckungsgrade erreicht.

Später im Laufe des Sommers wurde die Anwesenheit folgender paludososer Orchideen in der *Eriophorum-alpinum* - *Sphagnum-Warnstorffii*-Soziation festgestellt:

Malaxis paludosa, vereinzelt,
Epipactis palustris, häufig.

Im Mai fand sich außerdem noch sehr sporadisch eine paludose Form der *Orchis latifolia* in einem Exemplar innerhalb der Aufnahmefläche.

Der Bohrpunkt des vollständigen Profils Joachimsthal lag unmittelbar neben dem Aufnahmequadrat der *Paludella-squarrosa*-Soziation, und zwar auf einem der flachen *Sphagnum-Warnstorffii*-Bulte, der etwa 20 cm die erwähnte Soziation überragte. Auf dem Rücken dieses flachen Bultes hatten sich eine *Betula pubescens*, ferner einige Exemplare von *Pinus sylvestris* und *Juniperus communis* angesamt. Diese letztgenannten Pflanzen deuten die Entwicklung zu Birken- oder Kiefernwäldern auf Moorböden an, die in der Monographie über den Plötzendiebel von K. Hueck ausführlich geschildert sind. Es ist sehr wichtig zu wissen, daß in diesen Moorwäldern einige montane Elemente vorhanden sind, so besonders *Dicranum*-Arten, ferner *Sphagnum Russowii*, *Sphagnum Girgensohnii* und *Circaea alpina*. Von mehreren Mooren hebt Hueck außerdem das Vorkommen von Buchenwald auf Torf

hervor, so auch am Forst Grumsin, eine Erscheinung, die innerhalb Deutschlands ganz isoliert dasteht.

Die beiden geschilderten Soziationen sind eutropher Natur. Die erste gehört einer Assoziation an, die in der Hochmoormonographie des zweiten Verfassers über die Nordhümmlinger Moore als *Caricetum chordorrhizae-diociae (Paludelletum)* beschrieben wurde. Diese Pflanzengesellschaft ist in der subalpinen Zone des Nordens sowohl wie in den Alpen verbreitet, allerdings bevorzugt sie in beiden Gebieten den Osten, ferner sind große Areale mit diesen Gesellschaften in Rußland bedeckt. Innerhalb Norddeutschlands zeigt sich eine deutliche Bevorzugung des östlichen Teiles. So ist sie besonders häufig in den Provinzen Brandenburg, Grenzmark-Posen-Westpreußen, ferner im südlichen Ostpreußen, also in Gebieten, die durch ein Kiefernlima ausgezeichnet sind. Wir können annehmen, daß das Optimum der Gesellschaft vor dem Beginn des Atlantikums fällt, also in das Boreal und Praeboreal, ferner, daß die heute noch vorhandenen Standorte bereits in jenen Perioden allerdings in tieferen Niveaus entwickelt waren. Im Rahmen der Untersuchung über diese Reliktassoziationen war eine Profiluntersuchung aus solchen Standorten vorgesehen und als erstes Profil wurde dazu das Moor am Großen Lubow-See bei Joachimsthal bestimmt. Der Bohrpunkt selbst ist auf Taf. VI eingezzeichnet.

Der Abhang im Süden des Moores gliedert sich in drei deutliche Terrassen, die wir auch an dem Moränenstück nördlich des Moores wiederfinden. Die oberste Terrasse ist vom jüngeren Geschiebemergel gebildet, der im natürlichen Stadium als Endentwicklung den baltischen Buchenwald trägt. Derselbe ist in der Umgebung des Moores völlig verschwunden, ausgedehnte Steinbrüche und Äcker haben seinen Platz eingenommen. Nur an einigen unzugänglichen Steilhängen entwickeln sich natürliche Gesellschaften, in denen neben Gräsern und Stauden besonders reichlich die Wiesensalbei (*Salvia pratensis*) vorhanden ist. Vereinzeltes Eichen- und Ahorngebüsch verrät uns die Entwicklung zum E i c h e n m i s c h w a l d , der sich selbst überlassen zum Buchenwalde übergehen würde, wie das jene prachtvollen, zweifellos urwüchsigen Bestände nördlich des Grimnitzsees und bei Chorin zeigen, die von Hueck als baltischer Buchenwald geschildert wurden. Am Fuße der ersten Terrasse werden diese grasreichen Hänge plötzlich durch die Fetthafergesellschaft (*Arrhenatheretum elatius*) abgelöst, die eine schwache Durchfeuchtung des Standortes anzeigen. An diese Bestände schließt sich der breitgewölbte Rücken der zweiten Terrasse an. Er ist im Gegensatz zur ersten Terrasse aus diluvialen gelben Sanden gebildet, die sehr durchlässig sind, und infolgedessen nur schlechte Äcker bzw. Aufforstungen tragen. Mehrfach wird er aber noch durch eine Trockengrasgesellschaft eingenommen, die wir als kontinentale Silbergrasflur bezeichnen müssen. Sie weicht von der normalen Ausbildung dieser Gesellschaft, die auf sterilen Sandböden der Umgebung sehr verbreitet ist, durch das Zurücktreten der Flechten ab. Dafür nehmen einige Kräuter und Stauden neben dem Silbergras überhand.

Es ist die *Weingaertneria-canescens-Artemisia-campestris*-Fazies, in der anscheinend *Cladonia macilenta* konstant ist. Am Fuße der zweiten Terrasse beobachten wir einen plötzlichen Übergang dieser Trocken-grasgesellschaft in sehr üppige Grasbestände, in denen *Carex hirta* dominiert. Überall keimen aus diesem Grassteppich junge Erlen und Birken, die auch noch mehrere ältere Überhälter besitzen (siehe Gebüsch auf Tafel VIII links). Der schroffe Wechsel der beiden Grasgesellschaften läßt vermuten, daß hier ein intensiver Grundwasseraustritt vorhanden ist. Dieser verläuft über der unteren Tonterrasse und tritt in mehreren Rinnen am Grunde der zweiten Terrasse zutage. In diesen Rinnen schieben sich *Tussilago-farfara*-Bestände in die Silbergrasflur aufwärts. Der Hang der dritten Terrasse ist wieder durch die Fetthafergesellschaft eingenommen, die hier sehr üppig entwickelt ist und neben dem vorherrschenden Gras *Arrhenatherum elatius*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Briza media*, *Alchemilla vulgaris* und *Chrysanthemum leucanthemum* aufweisen. Diese Gesellschaft tritt in einer *Parnassia-palustris-Geum-rivale*-reichen Fazies bis unmittelbar an den nassen Moorrand.

Das deutliche Hervortreten der geschilderten drei Terrassen, betont durch verschiedene Vegetation, macht es um so erstaunlicher, daß dieselben von geologischer Seite nicht erwähnt sind. Aus der Literatur über die benachbarten Gebiete stieß ich nur auf eine Erwähnung von Terrassen am Oderhaff (Fr. Kühne, Terrassen und Dünen des Stauseegebietes zwischen Randow und Odermündung), wo der Verfasser drei Terrassen in 20—14 m, 14—8 m, 8 m bis zur Hafffläche, zu erkennen glaubt. Diese Terrassen sollen eine nordwestliche Abflußrichtung durch die in dieser Richtung einschlägigen Kiese beweisen. Südwestlich des Moores beginnen jenseits der Endmoräne die großen Sander der Schorfheide, die heute geschlossene Kiefernwälder tragen. Zweifellos enthalten diese Kieferngeschiebe auch größere Teile natürlichen Kiefernwaldes, doch sind besonders in dem letzten Jahrhundert größere Flächen nach oder neu aufgeforstet, sodaß im obersten Spektrum *Pinus* mit 68% dominiert. Wahrscheinlich wäre dieser Anteil noch höher ausgefallen, wenn nicht im Pollenbild sich noch die Reste des Bruchwaldes auf der zweiten Terrasse bemerkbar gemacht. Die Laubhölzer sind dagegen fast ganz verschwunden, wie erwartet wurde. Das oberste Pollenspektrum spiegelt also den lokalen Waldbestand der Gegenwart wieder.

Die Stratigraphie des Moores zeigt folgende Einzelheiten: mit 14,40 m erreichte der Bohrer den festen Untergrund im Ton. Es folgt dann bis 14,26 m ein Schwemmtorf mit Braunmoosfetzen und Radizellen, der pollenfrei ist. Über demselben liegt ein Braunmoos- und Radizellentorf (mit *Menyanthes*-Samen) bis 14 m, dann folgt bis 13,80 eine sandige Algenmudde, und darauf erneut eine Radizellen- und Braunmoostorflage bis 13,58 m. Von hier ab beginnt die Sedimentation einer ununterbrochenen Algenmudde bis unmittelbar unter der Oberfläche, wo eine erneute Verlandung mit 30 cm Radizellentorf und 60 cm Braunmoostorf die Moorbildung abschließt. In 13,20 m Tiefe wechselt

der Charakter der Algenmudde, die bis dahin eine Flachwasserablagerung war, in Tiefwassermudde.

Es wäre verkehrt, wenn man aus den 90 cm Verlandungstorf der Oberfläche auf eine längere Zeitdauer schließen wollte. Dieser Torf ist sehr wässriger und läßt sich mit der Hand leicht auf 10 cm zusammenpressen. Ferner bestehen die nächstfolgenden Schichten aus sehr wässriger Gyttja, die ebenfalls wie der hangende Torf in kurzer Zeit gebildet ist. Wohl aber können wir annehmen, daß die Sedimentation der Algenmudde (Gyttja) bis 13,20 m in gleicher Form vor sich ging. Infolgedessen wurde eine Zeitskala (am Rande des Diagramms) folgendermaßen festgesetzt. Am besten bekannt ist innerhalb dieser 13 m-Schicht der Zeitraum vom Punkte S 3 (Beginn des *Corylus*-Absturzes und der *Fagus*-Kurve) bis zum Punkte S 4 (erster *Fagus*-Rückgang). Dieser Zeitraum umfaßt nach den Untersuchungen in nordwestdeutschen Mooren die Zeit von 1200 v.d.Ztw. bis 200 n.d.Ztw., also 1400 Jahre. Mit diesem Intervall wurde die Skala bis 6000 durchgeführt, wo bei überraschenderweise dieser Zeitpunkt genau auf den Haselgipfel entfiel. Dieser Punkt wurde in Abänderung einer früheren Veröffentlichung als S 1 bezeichnet. Der synchrone Horizont S 2 (= 3000) fällt zusammen mit einem *Corylus*- und *Pinus*-Gipfel. Kurz vorher treten ebenso wie in Nordwestdeutschland zum ersten Male subatlantische Einflüsse (*Fagus*, *Carpinus*, *Picea*) etwas deutlicher hervor. Der synchrone Horizont S 5 fällt mit dem Höhepunkt der *Fagus*-Kurve zusammen. Die Übereinstimmung mit den nordwestdeutschen synchronen Horizonten, die hier zum ersten Male auf ein ostdeutsches Diagramm bezogen wurde, ist also sehr gut, und es lassen sich, wie weiter unten gezeigt wird, auf Grund dieser Zeitskala sehr genaue Datierungen einzelner Schichten vornehmen.

Wir betrachten zunächst den Abschnitt unter dem Haselgipfel. Wie die Tiefangaben an der linken Seite des Diagramms schon zeigen, ist dieser Abschnitt sehr kurz (rd. 1 m), er wurde deshalb in der Zeichnung stark verzerrt. Diese 1 m mächtige Schicht würde im ähnlichen Sedimentationsverlauf wie die darüber liegende Mudde 800 Jahre umfassen. Wir können allerdings annehmen, daß die Schätzung um ein Beträchtliches zu kurz ist, da eine zweimalige Verlandung die Bildung der Mudde unterbricht. Es könnte dafür als Höchstbetrag die doppelte Zeitdauer in Rechnung gesetzt werden, damit würde der Beginn der pollenführenden Braunmooslage in 14,26 m Tiefe auf 7600 v. d. Ztw. fallen. Um eine genaue Beurteilung der Pollenspektren des Boreals vorzunehmen, ist es nötig, die bisher bekannt gewordenen Untersuchungen kurz zusammenzufassen. Das größte Material über spätglaziale Bildungen wurde im Jahre 1935 von T. Nilsson aus Südschweden bekanntgegeben. Nilsson fand, daß die Pollendichte seit Beginn der Baltischen Eisseezeit bis zur Alleröd-Zeit um 9000 v. d. Ztw. allmählich zunahm. So kamen beispielsweise im Moore von Ramnäsjön um 10 000 über 200 Pellenkörper von Waldbäumen in 1 qcm Quadratfläche vor. Dieser Höhepunkt wird erst wieder zu Beginn der

Yoldia-Zeit um 7800 v. d. Ztw. erreicht, während in die Zeit dazwischen zwei Tiefstände fallen, die wohl gotiglazialen Eisvorstößen entsprechen dürfen. Der erste Vorstoß fand um 8500, der zweite um 8000 statt. Ein ähnliches Ergebnis ergaben die Untersuchungen in den Mooren von Kassatorpsmosse, Storemosse, Allerums mosse, Vanstads mosse, Bare mosse, sämtlich aus Schonen und Soekkedam von Seeland. Diese Periode wird als jüngere *Dryas*-Zeit bezeichnet. Ihr folgt die *Yoldia*-Zeit von 7800 bis 7500, die durch starke *Betula*-Zunahme charakterisiert ist. Die Haselzone ist in Schonen sehr breit entwickelt, sie umfaßt das gesamte Boreal von 7500 bis 6000, also die *Ancylus*-Zeit. Häufig besitzt die Hasel während dieser Periode einen kleineren unteren Gipfel im ersten Drittel des Abschnittes und einen zweiten kräftigeren Gipfel, der manchmal durch mehrere Gipfellagen aufgelöst ist. Das Ende dieser Zeit, die durch Hasel dominanz gekennzeichnet ist, fällt nach Nilsson kurz vor 6000; während zur Zeit des ersten Gipfels die Eichenmischwald-Elemente so gut wie ganz fehlen, sind diese zur Zeit des zweiten Haselgipfels gewöhnlich in niedrigen Werten vorhanden. Im übrigen teilen sich Birken und Kiefern in die Waldbildung.

Durch die Untersuchungen Schütrumpfs bei Hamburg (Meiendorf und Stellmoor) sind wir in der Lage, die Ergebnisse aus Südschweden mit denen Norddeutschlands zu vergleichen. Ich habe schon an anderer Stelle auf die Bedeutung dieser Profile hingewiesen, sodaß ich mich auf eine kurze Zusammenfassung des jüngeren spätglazialen Abschnittes beschränken kann. Wichtig ist die Feststellung, daß die End-Magdalénien-Kultur der sogenannten Ahrensburger Stufe mit der jüngeren *Dryas*-Zeit in Schonen zusammenfällt. Das erneute Auftreten von *Hippophaë* und *Selaginella* verbunden mit zweimaliger *Betula-Salix*-Zunahme und ebenfalls doppeltem, starken Anschwellens der Nichtbaumpollenwerte kennzeichnen die beiden glazialen Vorstöße dieser Zeit, in deren Gefolge Rentierjäger erneut in dieser Landschaft bei Hamburg aufraten. Während der folgenden *Yoldia*-Zeit nimmt die Pollendichte schnell zu, die Nichtbaumpollenprozente sinken dementsprechend schnell ab, und die *Salix*-Kurve geht bis auf niedrige Prozente zurück. Die *Ancylus*-Zeit ist bei Stellmoor durch Schwankungen der *Pinus-Betula*-Kurven und sporadisches Vorkommen von *Tilia*, *Quercus* und *Ulmus* gekennzeichnet. Gleichzeitig beginnen die Farne eine geschlossene Kurve zu bilden. Ein Vergleich der Pollendiagramme von Stellmoor und Meiendorf beweist die lokale Ausbildung von Birken- und Kiefernbeständen während jener Zeit. Bei Meiendorf sind im Boreal zwei Kieferngipfel vorhanden, die jedesmal mit einer Zunahme der Nichtbaumpollenwerte verbunden sind, das letztemal bis auf 158 %. Kurz darauf beginnt der Anstieg von *Corylus* in einer flachen Kurve zu einem schwach ausgeprägten Maximum von 20 %, das auf 6000 datiert werden kann. Auch in diesen Abschnitt des Hasel-Anstieges fallen archäologische Funde, die wahrscheinlich zum Tardeñoisien gehören. Ein Vergleich der beiden erwähnten Diagramme zeigt aber, daß die Nichtbaumpollen-Werte nicht an allen Stellen ein sicherer Hinweis auf die jüngere *Dryas*-Zeit sind, eine

Beobachtung, die u. a. Groß aus Ostpreußen bestätigte. In den ostpreußischen Diagrammen besitzen wir in einem kräftig ausgebildeten *Salix*-Gipfel um 8000 einen Hinweis auf das erneute Vordringen des glazialen Klimas in südlichere Breiten.

Mittels dieser neuen Ergebnisse, die im obigen kurz skizziert wurden, ist es auch möglich, jene Pollenspektren westdeutscher und holländischer Moore vor dem Haselgipfel, die durch auffällige Schwankungen und stellenweise höhere Beteiligung von wärmezeigenden Elementen ausgezeichnet sind, genauer zu datieren, wie das bisher möglich war. Insbesondere muß die Auffassung, daß es sich bei dem Ansteigen der *Alnus*- und *Betula*-Kurven mit gleichzeitigen Eichenmischwald-Werten um eine atlantische Schwankung nach dem Alleröd handelt, aufgegeben werden. Diese Schwankungen werden von der Hasel-Kurve zum größten Teil umschlossen, und wir finden vielerorts die beiden geschilderten Haselgipfel wieder (am extremsten im Profil aus der Zuider See). Es handelt sich bei all diesen Erscheinungen um boreale, ancycluszeitliche Spektren, und häufig geht dieser Entwicklung eine *Betula*-Dominanzzone mit gleichzeitigen fallenden *Salix*-Werten voraus (so bei Esterwegen). Allerdings sind die *Salix*-Werte nur lokaler Herkunft, wie das bei Esterwegen festgestellt wurde, und das Auftauchen subarktischer Weidengebüsche innerhalb der *Yoldia*-Zeit scheint auf den Osten beschränkt zu sein. Wichtig ist das Vorkommen von *Betula nana* zu Beginn des Boreals bei Papenburg a. d. Ems. Schubert hat triftige Gründe vorgebracht, daß die Zwergbirke sich an der Niederelbe bis zum Beginne des Atlantikums halten konnte. Es ist sehr bedauerlich, daß nicht überall in den spätglazialen Mooren mit enger Schichtenfolge untersucht wurde und ebenso die Nichtbaumpollenwerte vernachlässigt wurden. Jedenfalls ist der späte Beginn der Moorablagerungen im Westen sehr auffällig, und ich hoffe, an einer anderen Stelle die Vegetationsverhältnisse Norddeutschlands während des Boreals in einem größeren Zusammenhang zu behandeln.

Die dünne Schwemmtorflage am Grunde des Moores bei Joachimsthal in 14,40 m Tiefe ergab ein Spektrum von 89% *Pinus* und 11% *Betula* (nicht eingezeichnet), daneben 2 *Carex*- und 2 *Gramineen*-Pollen. Schon diese geringen Nichtbaumpollenwerte sind ein Hinweis auf ein relativ junges Alter der Schicht. In 14,26 bis 14,20 m Tiefe erlebt *Pinus* einen Rückgang auf 63%, *Betula* dagegen einen Anstieg auf 22%; ferner sind vorhanden 6% *Quercus* (3 *Qu. robur*, 3 *Qu. sessilis*), 2 *Ulmus*, 7 *Alnus*, 14 *Corylus* und 2 *Salix*. Dann verschwinden alle Arten bis auf *Betula* und *Pinus*, die bis zum Haselgipfel die absolute Herrschaft haben. Während dieser Zeit beobachten wir eine zweimalige Zunahme von *Betula*, die stratigraphisch durch jedesmalige Vernässung in Erscheinung tritt, und deren klimatische Ursache besonders durch das Fehlen irgendeiner Sandschicht beim Übergang zur Algengyttja gekennzeichnet ist. Mit dieser *Betula*-Zunahme ist gleichzeitig das sporadische Auftreten von *Corylus*,

Quercus, *Ulmus* und *Salix* verbunden und das Zusammenfallen der beiden *Pinus*-Gipfel mit dem Ende einer Verlandung in der Stratigraphie des Profils ist ein weiterer Hinweis auf die klimatische Ursache dieser Erscheinungen. Wie schon weiter oben gesagt, können wir häufig einen ersten niedrigen Haselgipfel zu Anfang des Boreals feststellen. Bei genügend dichter Probenentnahme sind auch innerhalb des Boreals wiederholt mehrere Birkengipfel erfaßt worden. Wir haben es also innerhalb der langdauernden *Ancylus*-Zeit mit kleineren klimatischen Schwankungen zu tun, die bisher nur eine ungenügende Beachtung fanden. Die Birkenschwankung in 13,80 m stellt jedenfalls innerhalb des Boreals einen bemerkenswerten Einschnitt dar und die quantitative Diatomeen-Analyse (s. Teil II) läßt auch für die zweite Schwankung eine weitaus größere Bedeutung erkennen, als bisher angenommen werden konnte. In den dargestellten vier Spektren zwischen 13,80 und 13,87 m ist *Betula nana* zu 4 bis 8% an der *Betula*-Kurve beteiligt. Die vorhergehende Flachwassermudde zeigt dementsprechend einen sehr hohen Anteil der nordisch-subalpinen Arten innerhalb der Diatomeenflora. Diese Arten treten zum zweiten Male gegen Ende des Boreals in der Schicht 13,58 bis 13,65 m in verminderter Zahl auf, um dann zu verschwinden.

Wir dürfen nach den obigen Überlegungen den schwachen Haselgipfel am Grunde des Moores mit dem schwachen ersten Haselgipfel des Boreals in Verbindung bringen. Dann nimmt *Corylus* ab, und zwar bei Joachimsthal so stark, daß sie nur noch sporadisch viermal in Erscheinung tritt. Dieser geringen Haselbeteiligung während des Boreals entspricht auch der relativ niedrige Hasel-Gipfel mit 40% am Ende des Boreals. Hueck fand in derselben Zeit am Plötzendiebel 50 bis 60%, Hesmer bei Chorin 40%. Im übrigen ergab die Mark Brandenburg nach Hesmer Differenzen im Haselmaximum von 5 bis 62%. Wir ersehen daraus, daß die Haselbeteiligung unter den gleichen klimatischen Bedingungen relativ große Schwankungen aufweist, und das gleiche gilt für alle übrigen Gebiete Europas. Nach den weiter oben aufgeführten Zeitbestimmungen fällt der erste schwache Haselgipfel in die Zeit zwischen 7500 und 7000 v. d. Ztw. Die Birkenschwankung in 13,8 m Tiefe dürfte also der Zeit um 6900 v. d. Ztw. entsprechen, die beiden Kiefern-Gipfel auf 7000 und 6600 v. d. Ztw. fallen. Die Berechnung des Beginns der Moorablagerungen bei Joachimsthal mittels der Sedimentation dürfte also zutreffen, wenn auch der Zeitpunkt vielleicht um ein Geringes zu hoch gegriffen ist.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Birken-Kiefern-Schwankungen des Boreals klimatischer Natur sind. Das Kiefern-Klima war den gemäßigten Arten durchaus feind. Wir sind gewohnt, in der Kiefernzeit des Postglazials die Wärmezeit zu sehen. Es wäre richtiger, von einem ariden Klima dieser Zeit zu sprechen, und anscheinend haben sich die Reste des Inlandeises noch im Boreal

bemerkbar machen können, bzw. haben sie noch einen schwachen Vorstoß unternommen.

Über die Trennung des Spätglazials vom Postglazial ist bekanntlich bei den nordischen Forschern keine Einigkeit vorhanden. Nilsson hat neuerdings in Übereinstimmung mit Jessen das Postglazial mit seiner Periode IX (7800) beginnen lassen und führt für diese Ansicht besonders ins Feld, daß seit Beginn der *Yoldia*-Zeit (= Periode IX) eine schnellere Erwärmung sich in der Zunahme der Pollendichte dokumentierte. Es handelt sich bei diesem Zeitpunkt bekanntlich um das Abrücken des Inlandeises von den mittelschwedischen Endmoränen Raen-Salpausselkä. De Geer hat dagegen das Postglazial mit der Zweiteilung des Inlandeises am Indals-Elf um 6700 beginnen lassen.

Es ist natürlich klar, daß der Beginn des Postglazials um so näher der Gegenwart zu liegen kommt, je weiter wir nach Norden gehen. Es ist deshalb m. E. nicht richtig und logisch nicht einwandfrei, wenn wir bei der Festsetzung dieser Grenze auf die nordischen oder alpinen Erscheinungen Rücksicht nehmen. Die mitteleuropäischen Forscher Kulezynski und Rudolph haben beide betont, daß der Hauptwechsel im Vegetations- und Klimacharakter seit der letzten Eiszeit in dem Eintreten atlantischer Verhältnisse, die durch die Hasel-Ausbreitung eingeleitet werden, zu sehen ist. Hierhin muß deshalb die Grenze vom Spät- zum Postglazial verlegt werden. Allerdings kann man von einer Übergangszeit vom Spätglazial zum Postglazial sprechen, und diese Zeit würde dann die *Yoldia*- und *Ancylus*-Periode umfassen. Bekanntlich hatte De Geer für dieselbe die Bezeichnung „Finiglazial“ geprägt.

Bei der exakten Zeitbestimmung der Grenze zwischen dem Spät- und Postglazial spitzt sich alles auf die Frage zu, ist das Hasel-Maximum in Nord- und Mitteleuropa, wie das von den meisten Forschern angenommen wird, absolut synchron?

Wie ich schon in einer früheren Schrift angeführt habe, halte ich das für ausgeschlossen. Schon allein die Tatsache, daß die Haselzeit die atlantische Eichenmischwaldzeit einleitet, muß m. E. in Mitteleuropa eine verschiedene Ausbildung der Haselzeit bedingen. In diesem Zusammenhange möchte ich die Aufmerksamkeit auf das Vorhandensein zweier verschiedener Haselrassen lenken, die wahrscheinlich auch in den Interglazialen schon eine Rolle spielten.

Besonders späte Haselgipfel scheinen auf bruchwaldähnliche Bestände hinzuweisen, die beispielsweise an der Unterems im Atlantikum größere Ausdehnung besaßen. Ungewöhnlich hohe Haselprozente scheinen besonders für kalkreiche Moränenböden des nordischen Vereisungsgebietes typisch zu sein. Extrem hohe Haselwerte (80 bis 100 %) fand D. Schröder in borealen Schichten der Zuider-See. Der Ansicht Nilssons, daß der Anstieg der Haselkurve in Schonen gleichzeitig sei, kann ich mich aus Grund seines mitgeteilten Materials nicht

anschließen. So fällt in dem Diagramm von Mörkholts-mosse der Maximalstand der *Corylus*-Kurve mit der voll ausgebildeten Eichenmischwaldzeit zusammen. Davor liegt ein erster kleinerer Haselgipfel, der mit dem ersten Anstieg der *Alnus*-Kurve einhergeht. Im Gegensatze dazu zeigt das Diagramm von Büksmossen, das ebenfalls im Küstengebiete Westschonens gewonnen wurde, mehrere Haselgipfel, die sämtlich vor der ersten Ausbreitung der Erlenbrücher vorhanden waren.

Die Untersuchungen Hesmers in Brandenburg zeigten, wie verschieden in diesem begrenzten Gebiete nicht allein die Ausprägung des Haselmaximums, sondern auch seine Lage ist. Mit der *Alnus*-Kurve gleichlaufend ist die *Corylus*-Kurve bei Biesenthal (Profile D 3 und D 5), Freienwalde, Lagow (Profil D 23) und Lieberose. Leider sind die Probenabstände in den Diagrammen Hesmers zu weit, um genaue Schlüsse auf Abgrenzung von Perioden zu ziehen.

Mit dem plötzlichen Anstieg der Hasel in unserem Diagramm vom Gr. Lubow-See bei Joachimsthal beginnt jener entscheidende Wechsel im Charakter des postglazialen Klimas, den wir als Wechsel vom ariden zum humiden Typus bezeichnen können. Gleichzeitig steigt der Wasserstand des Sees (siehe Diatomeenflora), der bis dahin als Flachwassersee bezeichnet werden muß. Die klimatischen Schwankungen innerhalb des nun folgenden Postglazials haben den Charakter des Sees also nicht mehr grundlegend ändern können. Dem Haselanstieg auf 40% folgt der *Quercus*-Anstieg auf 12%. Die Eichenwerte während der ersten Moorphase (S 1 bis S 2) bewegen sich um 10% und gewinnen nur einmal vorübergehend um 4000 v. d. Ztw. die Höhe von 14%. Auch die beiden anderen Eichenmischwaldkomponenten *Ulmus* und *Tilia* sind relativ niedrig. Ihr Höchststand (14%) fällt mit dem Eichenhöchststand zusammen. Die Kiefernkurve liegt in der ersten Moorphase noch hoch und bewegt sich zwischen 50 und 60%. Nur zweimal vermag die Birke zu Anfang dieser Phase die Kiefernprozente auf 36 bzw. 38% herabzudrücken. Die erste Birkenzunahme auf 44% ist aus vielen westdeutschen Gebieten als „Birkenphase“ bekannt und fällt noch in die Haselzeit. Erst jetzt steigt die Erle auf 26%. Da wir die *Alnus*- und *Betula*-Werte auf den Bruchwald in der zweiten Terrasse zurückführen können, muß das Verhältnis zwischen Erle und Birke innerhalb des Bruchwaldes nicht immer dasselbe gewesen sein. Wir können vermuten, daß eine höhere Beteiligung von *Betula* innerhalb des Erlen-Birken-Bruches eine kühlere, dagegen eine höhere Beteiligung von *Alnus* eine wärmere Phase anzeigen. Diese Vermutungen scheinen ihre Bestätigung darin zu finden, daß zweimal Haselansteige mit *Alnus*-Höhepunkten zusammenfallen (um 5200 und um 3000). Die *Betula*-Ausschläge um 5800 und 4800 sind dagegen mit *Corylus*-Tiefständen verbunden. Die Hasel ist während der ersten Moorphase starken Schwankungen ausgesetzt, die wir in vielen Diagrammen Mittel- und Nordeuropas wieder antreffen. Gegen Ende der ersten Phase erreicht *Corylus* mit 5% ihren Tiefstand.

Der größte Teil der ersten Moorphase ist durch eine kontinuierliche sehr niedrige *Picea*-Kurve ausgezeichnet. Innerhalb dieser Kurve liegt das Vorkommen von *Fagus* (zweimal) und *Carpinus* (einmal). Ganz ähnliche Erscheinungen finden wir ebenfalls in vielen Mooren Norddeutschlands. Wir können also annehmen, daß in derselben Zeit, als die ersten sporadischen Fichten in der Umgebung von Joachimsthal auftraten, auch Hainbuche und Buche vorkamen. Die Buche ist bereits (eine Bestätigung von Beobachtungen in Westdeutschland) um 5500 mit 1% einmal vorhanden. Das Auftreten der Schatholzarten Fichte, Hainbuche und Buche fällt, wie wir sehen, jedesmal mit einer Vermehrung des Eichenmischwaldes zusammen, ein Hinweis darauf, daß beide Erscheinungen dieselbe Ursache hatten. Allerdings war das atlantische Klima während der ersten Moorphase für die Eichenmischwaldarten weit günstiger als für die genannten Schathölzer. Infolgedessen konnten letztere im Landschaftsbilde keine bedeutendere Rolle spielen.

Während der zweiten Moorphase (S 2 bis S 3), von 3000 bis 1200, beobachten wir eine kräftigere Schwankung von *Alnus*, die zur Folge hat, daß die Kiefernwerte absinken. Im übrigen sind die Vegetationsverhältnisse gegen die der ersten Phase nur insofern geändert, als die Beteiligung von *Ulmus* am Eichenmischwald erlischt, ebenso wird die Beteiligung von *Tilia* geringer, und die Buche tritt dafür etwas regelmäßiger auf. In diese Moorphase fallen zweimalige Vernässungsanstiege. An der linken Seite des Diagramms ist außer den Schathölzern und Eichenmischwald-Elementen die Bruchwald-Kurve (gestrichelte Linie *Betula* + *Alnus*) eingezeichnet. Aus dieser Kurve geht hervor, daß der Bruchwald während der zweiten Moorphase um 2300 und um 1400 je einen Anstieg besitzt. Dieser Anstieg ist auf Zunahme des Grundwasseraustritts in der zweiten Terrasse zurückzuführen, also eine Folge vermehrter Niederschläge.

Während der dritten Moorphase (S 3 bis S 4) von 1200 vor bis 1200 n. d. Ztw. zeigt die *Pinus*-Kurve zur Grenzhorizontzeit einen letzten Gipfel (57%). Der Bruchwald hat zu dieser Zeit einen Tiefstand erreicht, und wir datieren die erneute Vernässungszunahme mit 600 v. d. Ztw. Die dritte Moorphase ist charakterisiert durch den *Corylus*-Absturz, der allerdings infolge der geringeren Haselwerte der vorhergehenden Moorphasen nur schwach in Erscheinung tritt. Immerhin ist in sehr vielen norddeutschen Diagrammen noch um 1200 ein deutlicher letzter Haselgipfel vorhanden, und die Zeit des *Corylus*-Absturzes wird gewöhnlich als „postglaziale Klimaverschlechterung“ beschrieben. Diese Klimaverschlechterung bereitet sich jedenfalls seit 3000 und in sehr schwachem Maße seit 6000 vor (sporadisches Auftreten von Schathölzern!). Mit dem Anfang der dritten Moorphase fällt der Beginn der *Fagus*-Zone zusammen, doch bleiben die *Fagus*-Werte niedrig, um erst am Ende der dritten Moorphase (zur Römerzeit) zum ersten Male zuzunehmen. Der Beginn der kontinuierlichen *Fagus*-Kurve ist ebenso wie in Westdeutschland auch bei

Joachimsthal durch eine kleine, aber geschlossene *Picea*-Kurve begleitet. Außer *Fagus* ist dann regelmäßig noch *Carpinus* vorhanden. Der erste *Fagus*-Rückgang ist charakteristisch für den synchronen Horizont S 4 (200 n. d. Ztw.).

Erst während der vierten Moorphase erreicht *Fagus* ihr Maximum in 2,50 m Tiefe mit 22%. Gleichzeitig besitzt *Carpinus* 6% und *Quercus* 23%. Dem Buchenwalde sind also Eichen im gleichen Anteile, Hainbuchen nur schwach beigemischt. Linde und Ulme sind so gut wie verschwunden. Gleichzeitig hat die Kiefer ihren postglazialen Tiefstand mit 20% erreicht. Am Anfang und am Ende dieser Moorphase zeigt die Bruchwaldkurve jedesmal einen Anstieg, und wir datieren diese beiden letzten Vernässungshorizonte mit 400 n. d. Ztw. und 1200 n. d. Ztw.

Die letzte, fünfte Moorphase umfaßt die sogenannte Kulturspektren-Zeit und ist gekennzeichnet durch die Rodung der Wälder und infolgedessen Zunahme von *Pinus*. Die Buche erleidet einen katastrophalen Absturz; sie hat also unter der Rodung zuerst gelitten. Wir wissen aus forstlichen Beobachtungen, daß die Buche den Kahlschlag am wenigsten vertragen kann, während einzelne Überhälter von Hainbuchen und Eichen wieder ausschlagen können. Infolgedessen zeigen die beiden letztgenannten Arten eine schwache Zunahme, und die Eiche hält sich (vielleicht infolge Begünstigung durch den Menschen) noch bis um 1800 mit 22%, um erst dann schnell auf 4% zurückzufallen. *Fagus* verschwindet vorübergehend ganz, und schließlich wird auch der Bruchwald auf der Terrasse, wie der heutige Zustand das zeigt, immer mehr gerodet. Die Bruchwaldrodung beginnt aber erst um 1600, während die Buchenwaldrodung schon um 1200 ihren Anfang nimmt, und wir sehen darin den Fortschritt des Ackerbaues, der zuerst von den besseren Böden Besitz ergreift und schließlich auch die nasseren Böden in Bearbeitung nimmt. Immerhin haben sich namhafte Bestände des Bruchwaldes, wie das der Augenschein lehrt, bis zur Gegenwart halten können, und die letzte sprunghafte Zunahme von *Pinus* (41 bis 68%) geschieht zum größten Teile auf Kosten der Eichen, zum geringeren Teile auf Kosten der Birken und Erlen.

Ein regionaler Vergleich der Waldphasen im Gebiete der baltischen Moränen und des Hinterlandes muß so lange zurückgestellt werden, bis aus diesen Gebieten genügend Pollenanalysen vorliegen. Diese fehlen gegenwärtig noch ganz in Mecklenburg wie in großen Teilen Pommerns. Aus dem eigentlichen Moränengebiet liegen einige Analysen von Hueck und Hesmer und L. Hein vor. Am nächsten liegt das untersuchte Moor am Plötzen diebel (Hueck). Das Diagramm (der Bohrung B z. B.) weicht schon stark von dem Joachimsthaler ab, ein Beweis, wie richtig die Berücksichtigung lokaler Faktoren ist. Im Falle Plötzen diebel handelt es sich um die Ausbildung von Birken und Kiefermoorwäldern, deren Vegetationszusammensetzung von Hueck ausführlich geschildert ist. Die Moorwälder

haben eine Reihe montaner und nordischer Elemente, die man als Relikte auffassen kann. Diese Wälder sind nach Aussage des Pollendiagramms erst nach der „subatlantischen Klimaverschlechterung“ entstanden und haben sich seit dieser Zeit noch ständig auf dem Moore ausgebreitet. Die Eiche erreicht sehr spät, nämlich mit Beginn der Buchenausbreitung, höhere Werte, ebenso die Linde, die ein ausgesprochenes spätes Maximum besitzt (um 1200 v. d. Ztw.). Lindenbestände haben sich bis kurz vor der Gegenwart noch halten können, eine Bestätigung der Mitteilung Hesmers.

Die Buchenwerte schwanken innerhalb des Moränengebietes im Maximum immerhin noch zwischen 15 bis 50%, also sehr beträchtlich, ein weiterer Beweis, daß die Buche nicht alle buchenfähigen Böden besiedeln konnte. Noch krasser tritt diese Erscheinung in dem Gebiete Pommerns hervor, der durch H. Nietsch bearbeitet wurde. Die Herrschaft der Eiche ist dort im Subatlantikum nirgends gebrochen worden, und es ist typisch, daß auch das plötzliche Anschwellen der Buchenwerte (so bei Kl.-Möllen auf 20%) die Eichenkurve nicht beeinflußte. Während des Buchenanstiegs übergipfelt teilweise die Hainbuche die erstere (so am Prilippsee!). Die Buchenwälder waren also deutlich kontinental, d. h. sie schlossen sich nicht überall, so daß die Eiche die Herrschaft behalten konnte. Wie weit Besiedlungsverhältnisse hier eine Rolle mitspielten, entzieht sich leider noch einer exakten Beurteilung.

Auffällig ist jedenfalls die relativ geringe Beteiligung der Linde am Eichenmischwald, und das Überwiegen der Ulme über erstere. Im Gebiete der Weizacker-Schwarzerde sowie auf Grundmoränenboden existierten bis um 3000 v. d. Ztw. Eichen-Ulmenwälder, die höchstwahrscheinlich Steppenwaldcharakter trugen. Dieser Waldtyp ist als Relikt an den Oderhängen bis zur Gegenwart infolge günstigen Lokalklimas erhalten. Während dieser Eichen-Ulmenzeit hat die Kiefer noch überall vorgeherrscht, ein weiterer Beweis für den Steppenwaldcharakter. Höhere Erlenwerte als Kennzeichen ausgebreiteter Versumpfungen treten in diesem pommerschen Gebiet sehr spät, nämlich zur Zeit des rapiden Haselabstiegs auf.

Vielfach zeigt erst jetzt die Eiche (so in Gr.-Gelüch) stärkere Zunahme, ebenso wie bei Joachimsthal, was wir auf dieselben Ursachen, verspätete Zunahme der Bewaldungsdichte im Verein mit dem Beginn des regelmäßigen Auftretens der Schatthölzer zurückführen können. Gleichzeitig erreicht die Kiefer überall ihre niedrigsten Werte. Also hatte die Bewaldungsdichte erst in der Bronzezeit einen entscheidenden Wechsel erfahren, und dieses Verhältnis ändert sich erst wieder, als der Mensch seit dem Mittelalter die Wälder lichtet. An anderer Stelle habe ich ausgeführt, daß in nordostdeutschen Küstenprofilen die Ulmenkurve auf *Ulmus-effusa*-Auenwälder zurückzuführen ist, also gar keine Beziehung zu den Ulmenkurven kontinentaler Gebieten hat. In letzteren sind es bekanntlich die Ulmenarten *Ulmus campestris* und *Ulmus montana*. Die Reste der ulmenreichen

Auenwälder sind durch die intensive Kultur im Nordwesten vernichtet, doch kommen noch ähnliche Bestände wieder an Küstengebieten des Kurischen Haffs in Ostpreußen vor. Die Lindenwälder des Atlantikums scheinen eine durchaus selbständige Rolle gespielt zu haben; sie dürften in ihrem Aussehen nicht allzu weit von Lindenbeständen entfernt gewesen zu sein, die heute z. B. noch in dem Colbitzer Forst (Letzlinger Heide westlich von Magdeburg) vorhanden sind und durch ihre relative Artenarmut auffallen. Von anderen Baumarten sind nur vereinzelt Eichen und Hainbuchen aus jenem Walde nachgewiesen.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie vorsichtig man mit dem Begriff Eichenmischwald sein muß, der sehr heterogene Elemente umfassen kann. Dasselbe gilt, wie wir das oben schon sahen, für den Begriff Buchenwald, dessen rezente Waldformen aber naturgemäß viel besser bekannt sind als die sogenannten Eichenmischwälder. Im allgemeinen kann man sagen, daß jede Landschaft, wenn auch in Relikten, an gewissen Plätzen, die lokalklimatisch oder edaphisch von der Regel abweichen, auch die älteren Waldformen noch neben den vorherrschenden jüngeren erhalten kann.

Die Bedeutung des Profils Joachimsthal liegt einerseits darin, daß es hier gelang, mittels der quantitativen Diatomeenanalyse, die damit zum ersten Male ihre Anwendung findet, die finiglazialen Klimaschwankungen unter Beweis zu stellen. Ferner aber konnten fünf wichtige Vernässungszonen seit 3000 v. Chr., die klimatische Ursachen haben, dadurch festgestellt werden, daß die orographischen Verhältnisse der nächsten Umgebung des Moores berücksichtigt wurden.

Bei der Beschreibung der Vegetation auf den Terrassenstufen am Gr. Lubowsee wurde schon erwähnt, daß auf der zweiten Terrasse ein Bruchwald z. T. in Restbeständen stockt, der durch Birken und Erlen gebildet ist. Er verdankt lokal beschränktem Grundwasseraustritt seine Entstehung. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß diesem Bruchwald die Pollenspektren von *Alnus* und *Betula* zuzuschreiben sind, besonders da am See bis vor seiner Absenkung keine nennenswerten Erlenbestände wachsen konnten.

Auf der linken Seite des Diagramms wurde deshalb außer den Licht- und Schattholzkurven noch eine dritte (Bruchwald) Kurve gezeichnet, die die Spektren von *Betula* und *Alnus* zusammenfaßt. In dem vorigen Kapitel wurde schon auf den wechselnden Anteil von *Betula* innerhalb der einzelnen Moorzonen hingewiesen.

Die Bruchwaldkurve ergibt seit 3000 v. Chr. fünf deutliche Tiefstände bzw. Anstiege, die klimatischen Schwankungen, d. h. wiederholter Zunahme der Niederschläge entsprechen müssen. Diese

fünf Tiefstände der Bruchwaldkurve lassen sich mittels der Zeitskala (am Rande des Diagramms rechts) ziemlich genau berechnen, und wir stellen die überraschende Tatsache fest, daß diese fünf Minima sich weitgehend mit den fünf Rekurrenzflächen Granlund s aus Schweden decken. Im einzelnen sind:

1. Minimum = Ry V = 2300 v. d. Ztw.
2. Minimum = Ry IV = 1400 v. d. Ztw.
3. Minimum = Ry III = 600 v. d. Ztw.
4. Minimum = Ry II = 400 n. d. Ztw.
5. Minimum = Ry I = 1200 n. d. Ztw.

Die erste Vernässungszone fällt also in das Ende der jüngeren Steinzeit, die zweite in die ältere Bronzezeit und die dritte in den Beginn der Eisenzeit. Während der beiden letzten Jahrtausende sind zwei Vernässungszenen (400 und 1200 n. d. Ztw.) festzustellen. Dabei fällt die letzte bei Joachimsthal mit dem Buchenmaximum, die vorletzte mit dem Ende des ersten Buchenrückganges Norddeutschlands zusammen. Den Beginn dieses charakteristischen Buchenkniicks konnte ich schon früher auf 200 n. d. Ztw. datieren. (Synchrone Horizont S 4!)

Bei der Untersuchung eines nordwestdeutschen Hochmoorgebietes (Nordhümmling) konnte ich schon 1932 einen wiederholten Wechsel von Vernässungs- und Trockenschichten durch Verbindung mit datierbaren archäologischen Funden zeitlich bestimmen. Es wurden zunächst fünf Vernässungslagen unterschieden.

- S 1 = 6000 bis 5500 v. d. Ztw.
- S 2 = 3000 v. d. Ztw.
- S 3 = 1200 v. d. Ztw.
- S 4 = 200 n. d. Ztw.
- S 5 = 1200 n. d. Ztw.

Außerdem traten Vernässungslagen zwischen S 3 und S 4 (um 600 v. d. Ztw.) auf.

Daß diesen an drei verschiedenen Orten Nordeuropas gemachten ähnlichen Feststellungen größere Bedeutung zukommt, steht außer Zweifel, und es erhebt sich jetzt für uns das Problem, wie sich dazu die Küstenschwankungen im südlichen Nordseegebiet verhalten.

Wenn wir die Bruchwaldkurve von 2300 weiter rückwärts verfolgen, so treffen wir kurz vor 3000 auf einen sechsten Vernässungsanstieg. Um 5000 v. d. Ztw. sind ferner noch zwei kleinere Ausschläge vorhanden. Im ganzen gesehen, ist die Bruchwaldkurve von 5000 bis 2500, also während des größten Teiles der jüngeren Steinzeit, relativ niedrig. Jene rapide Vernässung, welche um 6000 beginnt, ist aus allen Moorgebieten Europas am besten bekannt und entspricht also einem siebenten Vernässungshorizont.

Von diesen sieben Vernässungszonen fallen drei mit dem Beginn einer Küstensenkung im südlichen Nordseegebiet zusammen.

6. Vernässungshorizont = S 2 = 3. Küstensenkung Schütt es,
7. Vernässungshorizont = S 1 = 2. Küstensenkung Schütt es,
3. Vernässungshorizont = S 4 = 4. Küstensenkung Schütt es.

Es mag angezeigt sein, darauf hinzuweisen, daß eine „Küstensenkung“ ebensogut eine Erhöhung des mittleren Tidenhubs sein kann, was für das Küstengebiet denselben negativen Erfolg hat, besonders da von verschiedenen Forschern darauf aufmerksam gemacht worden ist, daß tektonische Schwankungen der Erdkruste nie in gleichen Abständen sich wiederholen, sondern durchaus unregelmäßig verlaufen.

Wir wissen ferner, daß mit der obersten (1.) Vernässungszone der erneute Einbruch der Nordsee mit einer Häufung von Deichkatastrophen beginnt (Bildung des Dollarts, Jadebusen usw.).

Einige Untersuchungen an der Westküste Schleswig-Holsteins und an der ostfriesischen Inselreihe deuten darauf hin, daß neben den großen Schwankungen, die man als Veränderung des Tidenhubs bezeichnen kann, tektonische Schwankungen einherlaufen, die orogenetisch als „Fältelungen“ bezeichnet werden können. Diese aber komplizieren den Schwankungsvorgang so, daß schon in 50 km Entfernung eine ganze Schwankungsstufe aufgehoben ist. Diese zusammengesetzten Vorgänge zu klären, muß weiterer Forschung vorbehalten sein.

Wie schon erwähnt wurde, stellen die Ergebnisse der Sedimentanalysen von Joachimsthal einen wichtigen Beitrag für die Klimakunde des Postglazials dar. Wegen ihrer prinzipiellen Bedeutung sollen sie eine gesonderte Darstellung erfahren.

Doch sei am Schluß dieser Arbeit auf die Bedeutung des „Sekundärpollens“ (d. h. umgelagerte Pollen aus älteren Ablagerungen) hingewiesen, und zwar einerseits wegen der Gefahr der Überschätzung dieser Fehlerquelle der Pollenanalyse, andererseits um zu zeigen, welche Schlüsse u. U. aus dem Auftreten der Sekundärpollen gezogen werden können.

Es muß besonders bemerkt werden, daß der Erhaltungsgrad der Sekundärpollen ein ganz anderer ist als der postglazialen Pollen bei Joachimsthal. Auf Grund dieses Merkmals konnte jeder Sekundärpollen, mit dessen Auftreten allerdings zu Beginn der Untersuchung nicht gerechnet wurde, sofort erkannt werden. Da es sich um tertiäre Pollenformen handelte, wurde jeder Sekundärpollen gezeichnet (s. Tafel XI). Trotz der starken Korrasion konnten noch einige Gattungen bestimmt werden, so neben Sporen, die aus tertiären Schichten des Neogens bekannt sind, besonders *Nyssc* und *Liquidambar spec.*

Wir wissen, daß die Joachimsthaler Moräne mehrere tertiäre Tonlager einschließt, die bisher als Schollen gedeutet wurden, und zwar auf Grund ihrer Fauna zum Oligozän gehörend. In der Literatur spielt sogar diese Oligozänfauna als Küstenfazies eine gewisse Rolle. Die beobachteten Pollenformen widersprechen der Altersstellung dieser

Tone nicht, die an zwei Stellen südlich des Moores östlich vom Werbellinsee die Oberfläche erreichen und auch kartiert wurden. Wir können aus dem Vorkommen der tertiären Pollen schließen, daß das Tonlager der zweiten Terrasse tertiären Alters (Oligozän!) ist und diese Pollen mit dem hervorquellenden Grundwasser ausgespült und im Moor abgelagert wurden.

Wichtig ist nun, daß die tertiären Pollen nur in bestimmten Schichten vorkommen. Unterhalb der 13-m-Grenze fehlen sie bis auf eine Ausnahme. Dann häufen sich die Funde aber in 8,50 m bis 12 m Tiefe und erreichen hier zweimal sogar 3% insgesamt. In den Schichten darüber treten die tertiären Pollen besonders in 5 m bis 5,90 m Tiefe und ferner vereinzelt bei 4 m, 2,50 m, und bei 1 m Tiefe auf. Den übrigen Schichten fehlen sie.

Das gehäufte Auftreten der sekundären tertiären Arten fällt also mit dem ausgeprägten Vernässungsanstieg zu Beginn des Atlantikums zusammen, und später läßt ihr Vorkommen deutlich nach, um nur während der Zeit des Grenzhorizontes (Ry III) noch einmal wieder zuzunehmen. Damit dürfte bewiesen sein, daß u.U. das Auftreten von „Sekundärpollen“ in einem Moorprofile gewisse Rückschlüsse auf Grundwasserzutritt erlaubt.

Nachtrag:

Nach Abschluß dieser Arbeit erhielten wir die Schrift von Iversen „Sekundäres Pollen als Fehlerquelle“. (Siehe Schriftenverzeichnis.)

Sie enthält den für Auswertung der Pollendiagramme des sogenannten Spätglazials außerordentlich wichtigen und einwandfreien Nachweis der Pollenumlagerung („sekundäre Verfrachtung“) aus dem klassischen Fundort Norre Lyngby in Nordjütland. Die bisher als „Ferntransport“ übliche Erklärung des Auftretens wärmeliebender Arten in spätglazialen Sedimenten (Yoldien-, Süßwasser- und Bänderton) konnte eindeutig als sekundär dadurch bewiesen werden, daß einerseits im unterlagernden Geschiebelehm ganz ähnliche Prozente, andererseits im eingeschobenen Moostorf die wärmeliebenden Arten nicht auftraten. Es wird dann eine Methode (Subtraktionsmethode) entwickelt, mittels der die spätglazialen Spektren von den sekundären Pollen (tertiärer und interglazialer Herkunft) gereinigt werden können. Aus diesen gereinigten Spektren werden *Pinus*, *Betula*, *Salix*, *Gramineae* und *Cyperaceae* auf den Hundertsatz bezogen, und als dann an zwei Beispielen gezeigt, daß diese neue Darstellungsweise den Vegetationsverhältnissen des Spätglazials weit besser entspricht als die bisher übliche.

Die Feststellung des hohen Pollengehalts dänischer Geschiebelehme steht im scheinbaren Gegensatz zu den negativen Ergebnissen einiger westdeutscher Geschiebelehranalysen, die teils der Mindel-, teils der Riß-Vereisung angehören und wohl deshalb keine Pollen enthielten, weil das Eis hier keine Gelegenheit hatte, Pollen aufzunehmen (pliozäne Schotter), während es in Dänemark (und Holstein) über pollenreiche miozäne Tonlager hinwegschritt. Ein unbestreitbares Verdienst des Verfassers ist die Begründung der Notwendigkeit des Studiums aller, auch tertiärer Pollen, für einwandfreie Ergebnisse der Erforschung der Nacheiszeit.

Schriften:

Ernst, O.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands IV. Untersuchungen in Nordfriesland. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein. Bd. XX, H. 2 — Kiel, 1934.

Fries, Th. C. E.: Botanische Untersuchungen im nördlichen Schweden. — Uppsala, 1913.

Firbas, Fr.: Über die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation waldloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse. — Planta, 22. Bd., 1. Heft. Berlin, 1934.

Granlund, E.: Kungshamsmossens utvecklings historia joimte pollenanalytiska aldersbestämningen i Uppland. — S.G.U. Sec. C. 368. 1931.

— De Svenska högmozzarmas geologi. — Sveriges Geol. unders. Sec. C. N. 373. Stockholm, 1932.

Hesmer, H.: Die Entwicklung der Wälder des nordwestdeutschen Flachlandes. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes., 1932.

— Die natürliche Bestockung und die Waldentwicklung auf verschiedenenartigen märkischen Standorten. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, J. 10—12. Berlin 1933.

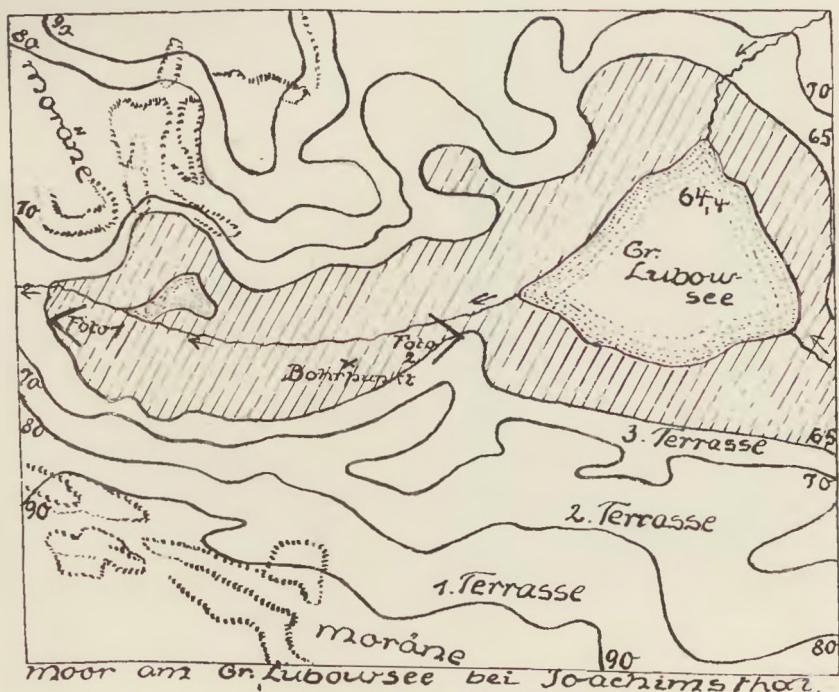
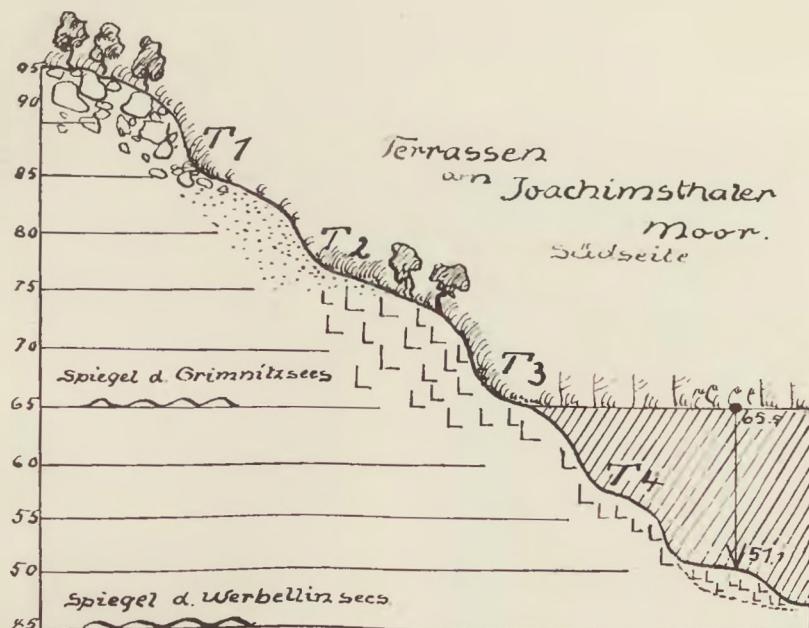
Hein, L.: Beitrag zur postglazialen Waldgeschichte Norddeutschlands. — Verhdl. des Bot. Vereins d. Prov. Brandenburg, 1931.

Hueck, K.: Vegetationsstudien auf brandenburgischen Hochmooren. — Beitr. z. Ntdmpfl. Bd. X, Heft 5. Berlin, 1925.

— Vegetation und Entwicklungsgeschichte des Hochmoores am Plötzenkiebel. — Beitr. z. Ntdmpfl. Bd. XIII, Heft 1. Berlin, 1929.

— Erläuterung zur vegetationskundlichen Karte des Endmoränengebietes von Chorin. — Beitr. z. Ntdmpfl. Bd. XIV, Heft 2. Berlin, 1931.

- J o n a s , F r . :** Die Entwicklung der Hochmoore am Nordhümmling. — Fedele's Repertorium. Beih. Bd. LXXVIII. Dahlem b. Berlin, 1934.
- K ü h n e , F r . :** Terrassen und Dünen des Stauseegebietes zwischen Rindow und Odermündung. — Ber. der Geol. Landesanst. f. 1927.
- L i n s t o v , O. v.:** Die Verbreitung der tertiären und diluvialen Meere in Deutschland. — Abhdl. d. Preuß. Geol. Landesanst. Heft 87. Berlin, 1922.
- N i e t z s c h , H.:** Waldgeschichtliche Untersuchungen im westlichen Ostpommern und in der angrenzenden Neumark. — Dohrniana 13. Stettin 1934.
- N i l s s o n , T.:** Die pollenanalytische Zonengliederung der spät- und postglazialen Bildungen Schonens. — Geol. Fören. Bd. 57, Heft 3. Stockholm, 1935.
- S c h ü t t e , H.:** Der geologische Aufbau des Jever- und Harlingerlandes und die erste Marschbesiedlung. — Oldenburg. Jahrb. f. Landesgesch. 37. Bd. 1933.
- W i l d v a n g , D.:** Versuch einer stratigraphischen Eingliederung der ostfriesischen Marschmoore ins Alluvialprofil. — Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1933, Bd. 54.
- S c h ü t r u m p f , R.:** Pollenanalytische Untersuchungen der Magdalénien- und Lyngby-Kulturschichten der Grabung Stellmoor. — Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit. Bd. 11, Heft 11. Leipzig, 1935.
- S c h u b e r t , E.:** Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands, das Gebiet an der Oste und Niederelbe. — Mitt. d. Prov.-Stelle f. Ntdmpfl. Heft 4. Hannover, 1933.
- I v e r s e n , J.:** Sekundäres Pollen als Fehlerquelle. — Danmarks Geol. Undars. IV. Raekke, Bd. 2, Nr. 15. Kopenhagen, 1936.





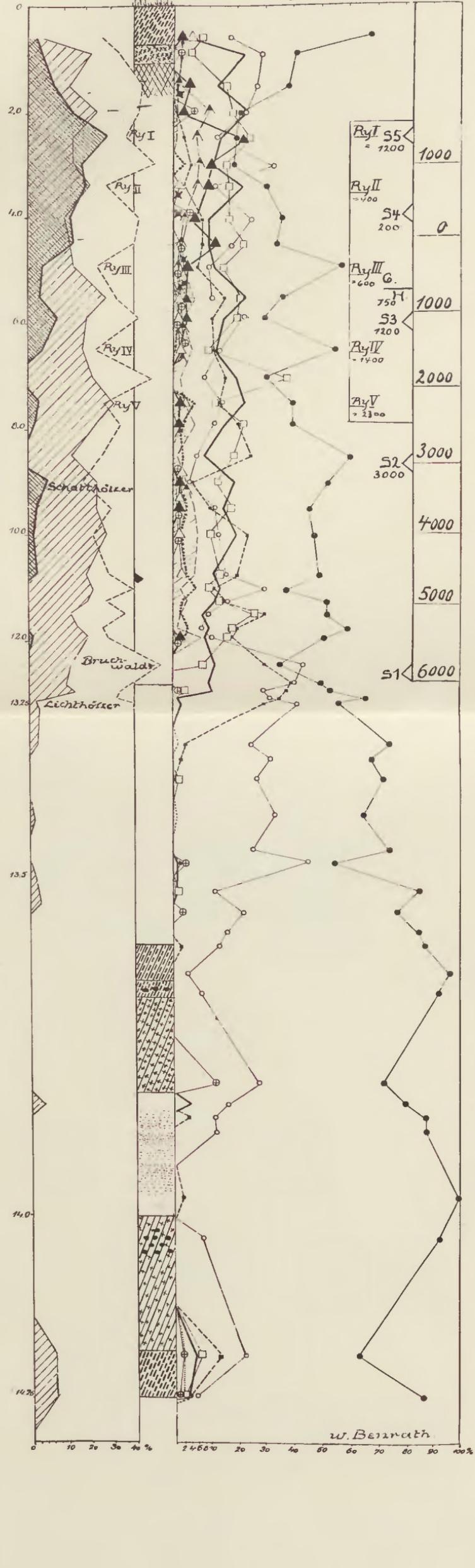
Joachimsthal - Moor am Gr. Lubowsee, Blick nach Osten.



Fedde, Rep. Beih. XCI. tab. VII.



Joachimsthal - Moor am Gr. Lubowsee, Blick nach Westen.



T H E F L E L.

• = Gerüste, I häufige Verklemmen, II massenhaft (Die Zahlen sind auf 100 Raumzellen berechnet.)

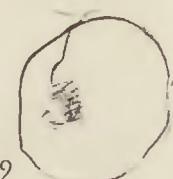


1

a



b



2



3



4



5



6



7



8



9



10

SUBFOSSILE PFLANZENFESTE, meist verkohlt.
(Unter dem Mikroskop in Glycerin-Kaliumzucker eingebettet)

Lfd. Nr.	Fund-Ort	Beschreibung	Durchm. oder Länge in μ
1	1.4f m; 3.5; 3.5; 4.0; 5.1; 5.9; 6.4; 7.8; 8.5; 9.0; 9.5; 10.7; 11.0; 11.5; 11.5;	TULOGA sp. (ältere Form) a) von oben b) Seite	oben 50 unten 62
2	11.0m; 11.25; 12.0; 12.25; 12.5; 13.0		50-50
3	9.4 m; 12.85m	TERT. PINUS?	42.5
4	9.4 m	PTEROCARPA SPEC.	33
5	10.75m		30
6	10.75m		26
7	14.1m	HYCCUS spec.	28
8	14.40m	Wasserfunkung d. Oligozänär	56
9	14.15m	LIQUIDAMBAR	57
10	13.15m		36

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Repertorium specierum novarum regni vegetabilis](#)

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [BH_91](#)

Autor(en)/Author(s): Benrath W., Jonas Friedrich

Artikel/Article: [Joachimsthal, ein Beispiel für die Auswertung eines postglazialen Pollendiagramms 55-82](#)