

Die
Klimaveränderungen in Deutschland
seit der letzten Eiszeit.

Herausgegeben

und

den Teilnehmern am 11. Internationalen Geologischen Kongreß
in Stockholm (August 1910)

gewidmet

von

der Deutschen Geologischen Gesellschaft.

Sonderabdruck

aus der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft.

Bd. 62, 1910, Heft II.

Berlin 1910.

J. G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger

Zweigniederlassung

vereinigt mit der Besser'schen Buchhandlung (W. Hertz)

W 35, Schöneberger Ufer 39.

Inhalt.

	Seite
Vorbemerkung	97
1. AUGUST SCHULZ (Halle): Das Klima Deutschlands während der seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verflossenen Zeit	99
2. ROBERT GRADMANN (Tübingen): Über die Bedeutung postglazialer Klimaveränderungen für die Siedlungsgeographie . .	117
3. ERNST H. L. KRAUSE (Straßburg): Die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit	123
4. E. RAMANN (München): Einteilung und Bau der Moore. — Beziehungen zwischen Klima und dem Aufbau der Moore .	129
5. C. A. WEBER (Bremen): Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit?	143
6. J. STOLLER (Berlin): Die Beziehungen der nordwestdeutschen Moore zum nacheiszeitlichen Klima	163
7. P. GRAEBNER (Groß-Lichterfelde): Die natürliche Veränderung von Vegetationsformationen und ihre geologischen Reste . .	190
8. HANS MENZEL (Berlin): Klimaänderungen und Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit	199
9. FELIX WAHNSCHAFFE (Berlin): Anzeichen für die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit im norddeutschen Flachlande	268
10. FELIX WAHNSCHAFFE (Berlin): Schlußbericht über die Ergebnisse der vorstehend genannten 9 Arbeiten	280

Vorbemerkung.

„Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit“ ist der Titel eines Sammelwerkes, das das „Ausführende Komitee des 11. Internationalen Geologischen Kongresses“ herausgegeben hat, und das als Grundlage für die Erörterung dieser Klimafrage auf dem Kongresse dienen soll.

Derjenige Aufsatz des Kongreßwerkes, der Deutschland betrifft, ist von Herrn F. WAHNSCHAFFE verfaßt worden und identisch mit dem Schlußberichte (10) des vorliegenden Buches, das folgende Entstehungsgeschichte hat:

Das vorbereitende Komitee des Kongresses hat seinerzeit einige 40 deutsche Gelehrte aufgefordert, sich an der Beantwortung der Klimafrage zu beteiligen. Zugleich hat es, da es für jedes in Betracht kommende Land nur ein Resümee zu haben wünschte (vgl. 1^{re} Circulaire, Mai 1909, p. 3), den unterzeichneten Vorstand gebeten, die Beteiligung zu organisieren und für einen zusammenfassenden, Deutschland betreffenden Bericht Sorge zu tragen. Der Vorstand hat deshalb den vom Kongresse zur Mitarbeit aufgeforderten Gelehrten den Vorschlag unterbreitet, sie mögen ihren literarischen Beitrag in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft drucken lassen und sich damit einverstanden erklären, daß der Vorstand einen der Herren

Mitarbeiter veranlaßt, die Ergebnisse der eingegangenen Arbeiten zu einer Übersicht zusammenzufassen, wie sie das Komitee des Kongresses zu haben wünscht.

Daraufhin sind die in diesem Buche vereinigten Arbeiten (1—9) eingelaufen, deren Ergebnisse Herr WAHNSCHAFFE alsdann zu dem für das Kongreßwerk bestimmten Resümee (= 10) zusammengefaßt hat.

Der Vorstand der Deutschen Geologischen Gesellschaft.

I. A.: RAUFF.

Das Klima Deutschlands während der seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verflossenen Zeit.

Von Herrn AUGUST SCHULZ in Halle.

Unter der letzten Vergletscherung versteht das Komitee wohl nicht die letzte der Perioden, in denen in Europa das dauernde Eis einen wesentlich größeren Umfang als gegenwärtig hatte, sondern vielmehr die letzte der fünf — bekannten — Perioden, in denen das nordische Inlandeis bis nach Deutschland herein drang. Die seit dem Höhepunkte dieser Periode verflossene Zeit wird in der Regel, doch ganz unrichtig, als postglaziale Zeit bezeichnet. Ich werde mich im folgenden nicht auf diesen Zeitraum beschränken, sondern auch die ihm vorausgehende Zeit vom Beginne der vorletzten der fünf großen Vergletscherungsperioden ab, d. h. die ganze seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands¹⁾ verflossene Zeit, behandeln²⁾.

Nur über das Klima Deutschlands und seiner Nachbarländer während des allerletzten Abschnittes dieses langen Zeitraumes liegen menschliche Aufzeichnungen vor; das Klima des übrigen Teils läßt sich nur nach den Spuren beurteilen, die es in den gleichzeitigen geognostischen Bildungen dieses Gebietes sowie in der gegenwärtigen Flora und Pflanzendecke und in der gegenwärtigen Fauna und Tierwelt desselben, die sich im Verlaufe dieses Zeitraumes entwickelt haben, hinterlassen hat. Aus den Ergebnissen der stratigraphischen, petrographischen, paläontologischen usw. Untersuchung der geognostischen Bildungen des bezeichneten Gebietes, der Untersuchung der Verbreitung seiner gegenwärtigen Pflanzen und Tiere und ihrer

¹⁾ Mit Ausschluß der deutschen Alpen.

²⁾ Auf eine Kritik fremder Anschauungen lasse ich mich in dieser Abhandlung nicht ein.

Fähigkeiten und Bedürfnisse sowie der Untersuchung seiner heutigen klimatischen, orographischen, hydrographischen usw. Verhältnisse läßt sich schließen, daß das Klima Deutschlands während jener Zeit nicht konstant gewesen ist, sondern Wandlungen durchgemacht hat, wie diese Wandlungen aufeinandergefolgt sind und welchen Charakter sie gehabt haben. Weiter läßt sich über das Klima aber nichts sagen, das lassen diese Untersuchungen deutlich erkennen. Es läßt sich vor allem nicht sagen, ob die erschlossenen klimatischen Perioden wirklich die einzigen während jener Zeit waren, und welche genauen Werte die einzelnen Faktoren ihres Klimas hatten. Und dies wird sich auch niemals sagen lassen. Vollständig ausgeschlossen ist es aber, zu auch nur annähernd richtigen Vorstellungen über die Wandlungen des deutschen Klimas während der seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verflossenen Zeit zu gelangen, wenn man, wie dies heute fast allgemein geschieht, einseitig nur die Ergebnisse der Untersuchung der geognostischen Bildungen Deutschlands — und seiner Nachbarländer — berücksichtigt¹⁾.

Ich werde nun im folgenden darlegen, was sich über das Klima Deutschlands während dieser Zeit zunächst auf Grund der Spuren, die es in der gegenwärtigen phanerogamen²⁾ Flora und Pflanzendecke Deutschlands hinterlassen hat, dann auf Grund der aus diesem Zeitraume stammenden geognostischen Bildungen Deutschlands und seiner Nachbarländer sagen läßt, und wie sich die Ergebnisse beider Untersuchungen miteinander vereinigen lassen³⁾.

Sehr zahlreiche Arten der indigenen Phanerogamen-Flora Deutschlands lassen sich nach ihrer klimatischen An-

¹⁾ Vergl. betreffs der Methode vorzüglich meine Abhandlung „Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke des norddeutschen Tieflandes“, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 25 (1907), S. 515 u. f. sowie 536 u. f.

²⁾ Auf die Kryptogamen-Flora Deutschlands sowie seine gegenwärtige Fauna und Tierwelt werde ich nicht eingehen, da deren Entwicklungsgeschichte bisher noch nicht genügend erforscht ist. Das Wenige, was bekannt ist, widerspricht nicht den aus der Untersuchung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands gezogenen Schlüssen.

³⁾ Ich kann hier nur kurz auf die Ergebnisse meiner Studien eingehen: ausführlich habe ich diese Fragen in einer Anzahl Abhandlungen behandelt, deren wichtigste am Schlusse dieses Aufsatzes zusammengestellt sind.

passung in vier Gruppen zusammenfassen. Von diesen Gruppen umfaßt:

die erste die Arten, die hauptsächlich oder ausschließlich in solchen Gegenden wachsen, deren Sommer- und Winterklima kühler ist als das gegenwärtig in den niedrigen Gegenden des zentralen Mitteldeutschlands herrschende;

die zweite die Arten, die hauptsächlich oder ausschließlich in solchen Gegenden wachsen, deren Sommermonate trockner und sämtlich oder wenigstens teilweise wärmer, deren Winter trockner und kälter sind als die der niedrigen Gegenden des zentralen Mitteldeutschlands;

die dritte die Arten, die hauptsächlich oder ausschließlich in solchen Gegenden wachsen, deren Winter gemäßiger, deren Sommer ebenso warm oder wärmer sind als die der niedrigen Gegenden des zentralen Mitteldeutschlands;

die vierte die Arten, die hauptsächlich oder ausschließlich in solchen Gegenden wachsen, deren Sommerklima feuchter und meist auch kühler, deren Winterklima feuchter und gemäßiger ist als das der niedrigen Gegenden des zentralen Mitteldeutschlands.

Die übrigen Arten dieser Flora haben eine — zum Teil viel — weitere klimatische Anpassung als die Arten der einzelnen der vier vorstehenden Gruppen; sie können in eine fünfte Gruppe zusammengefaßt werden. Jede der fünf Gruppen zerfällt in mehrere Untergruppen, auf die ich hier aber nicht näher eingehen will.

Man darf wohl annehmen, daß die meisten Arten der deutschen Phanerogamenflora nur an je einer räumlich sehr beschränkten Örtlichkeit entstanden sind und sich ihr heutiges Areal durch Ausbreitung von dieser Örtlichkeit aus erworben haben. Die Ursprungsörtlichkeit fast aller Arten liegt wohl außerhalb Deutschlands; fast alle Arten müssen also in Deutschland eingewandert sein. Das deutsche Areal jeder Art hat eine — z. T. große — Anzahl von Lücken. Diese sind teilweise sicher oder wahrscheinlich eine Folge menschlicher Kultureingriffe — also künstlich —, teilweise jedoch zweifellos natürlich. Die natürlichen Lücken zahlreicher Arten können ursprünglich sein, da die betreffenden Arten sich sprungweise ausbreiten können, und sind es, wenigstens teilweise, sicher auch. Bei sehr zahlreichen anderen Arten kann man jedoch höchstens bei einem kleinen Teile der kleinsten Lücken Ursprünglichkeit annehmen, da sich diese Arten fast nur schrittweise auszubreiten vermögen. Sie müssen also ehemals auf dem Raume fast aller ihrer Areallücken gelebt haben

und können erst nachträglich von diesem verschwunden sein. Die nachträglichen natürlichen Lücken der einzelnen Arten sind zwar sehr verschieden groß, lassen sich aber meist ungezwungen in wenige Größen-Gruppen zusammenfassen, die bei der Mehrzahl der Arten derselben Arten-Gruppe wiederkehren. Bei zahlreichen Arten derselben Gruppe decken sich die Lücken derselben Größengruppe entweder mehr oder weniger, oder sie fallen doch in dieselbe Gegend. Hieraus und durch Vergleichung des heutigen Klimas der Gebiete der Lücken der einzelnen Arten mit dem ihrer Wohnstätten läßt sich schließen, daß die Arten aller Gruppen von dem Gebiete ihrer meisten nachträglichen natürlichen Lücken infolge ungünstigen Klimas verschwunden sind, daß bei jeder Artengruppe mehrere Perioden der Bildung nachträglicher natürlicher Lücken aufeinander gefolgt sind, von denen jede folgende viel unbedeutender als die vorausgehende war, und daß auf jede Periode der Lückenbildung eine Periode der Neuausbreitung gefolgt ist, die in ihrer Bedeutung der auf sie folgenden Periode der Lückenbildung ungefähr entspricht. Daraus, daß sich das Areal der einzelnen Arten gegenwärtig nicht natürlich — vielfach allerdings künstlich — verkleinert, darf man schließen, daß das Klima Deutschlands in den Perioden der Lückenbildung für die Arten ungünstiger gewesen ist als in der Gegenwart, und zwar muß es um so ungünstiger gewesen sein, je größer die damals entstandenen Lücken sind. Umgekehrt darf man aus dem Umstande, daß sich die Arten in der Gegenwart in Deutschland — auch wo keine sichtbaren Ausbreitungshindernisse vorhanden sind — meist so gut wie gar nicht ausbreiten, den Schluß ziehen, daß das deutsche Klima in den Perioden der Neuausbreitung günstiger für die Arten als das der Gegenwart gewesen ist. Denn die gegenwärtige geringe Neuausbreitung der Arten ist offenbar eine Folge davon, daß die Arten in den für sie ungünstigen Zeiten genötigt waren, sich so eng wie nur möglich an die Verhältnisse ihrer einzelnen Wohnstätten anzupassen, und sich dabei Eigenschaften erworben haben, die ihre Uebersiedelung nach auch nur ganz unbedeutend abweichenden Örtlichkeiten sehr erschweren oder verhindern. Diese Eigenschaften schwinden offenbar erst unter der Herrschaft eines Klimas, das für die Arten wesentlich günstiger als das der Gegenwart ist. Da nun den Perioden der Neuausbreitung der Arten die klimatisch für sie ungünstigen Perioden der Bildung ihrer nachträglichen natürlichen Areallücken vorausgingen, so muß in den Perioden der Neuausbreitung ein für sie viel günstigeres Klima als in der Jetztzeit geherrscht haben. Aber

nicht nur in den Perioden der Neuausbreitung der Artengruppen in Deutschland, sondern auch in denen ihrer Ansiedlung in Deutschland muß hier ein solches Klima geherrscht haben; denn es müssen, wie sich leicht zeigen läßt, die Artengruppen vor ihrer Einwanderung und Ansiedlung in Deutschland in den Ausgangsgebieten ihrer Einwanderung unter ähnlich ungünstigen Verhältnissen gelebt haben wie in Deutschland in den Zeiten vor den Perioden ihrer Neuausbreitung. Außerdem sprechen aber, wie weiterhin dargelegt werden wird, auch noch andere Gründe für die Annahme, daß sowohl in den Zeiten der Ansiedlung als auch in denen der Neuausbreitung in Deutschland hier ein von dem der Jetztzeit abweichendes, für die Arten günstigeres Klima geherrscht habe. Es läßt sich somit auf Grund der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands behaupten, daß seit dem Beginne ihrer Entwicklung eine Anzahl klimatisch recht bedeutend voneinander abweichender Perioden aufeinander gefolgt sind, und es läßt sich auch im allgemeinen recht deutlich erkennen, in welcher Reihenfolge sie auf einander gefolgt sind, und welchen Charakter ihr Klima hatte. Es läßt sich daraus aber nicht erkennen, ob diese Perioden die einzigen Abschnitte jenes Zeitraumes waren; es können sich vielmehr die Periodenpaare in annähernd gleicher Stärke mehrmals wiederholt haben, und es können zwischen die einzelnen der erkennbaren Perioden kürzere oder unbedeutendere Perioden desselben Charakters oder Perioden indifferenten Charakters eingeschaltet sein, und den letzten erkennbaren Perioden kürzere oder unbedeutendere Perioden desselben Charakters oder Perioden indifferenten Charakters gefolgt sein, ohne daß es sich aus der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands erkennen läßt.

Wir wollen nun die Artengruppen einzeln betrachten und mit der zweiten Gruppe beginnen, da bei ihr die Verhältnisse am einfachsten liegen, weil ihre Arten seit ihrer Ansiedlung in Deutschland hier zwar teilweise ihre Bodenanpassung recht bedeutend, ihre Anpassung an das Klima aber nur unbedeutend geändert haben und sich zu einem großen Teile nur schrittweise ausbreiten können. Die Arten der zweiten Gruppe können sich ebenso wie die Arten der dritten und vierten Gruppe erst nach den Arten der ersten Gruppe in Deutschland angesiedelt haben. Denn in der Zeit der Einwanderung und Ansiedlung der Arten der ersten Gruppe in Deutschland muß hier ein so kaltes Sommerklima geherrscht haben, daß die Existenz jener Gruppen hier unmöglich war. Die Areale der Arten der zweiten Gruppe haben meist drei, seltener vier Gruppen

nachträglicher natürlicher Lücken; sehr große Lücken und zwei oder drei Gruppen viel kleinerer Lücken, die sich nicht immer scharf auseinander halten lassen. Die Ansiedlung der Arten dieser Gruppe in Deutschland muß in eine Periode mit einem Klima fallen, das für sie viel günstiger als das der Jetztzeit war, heißere und trockenere Sommer — und offenbar kältere und trockenere Winter — als dieses hatte. Denn zur Zeit der Ansiedlung der Arten der ersten Gruppe in Deutschland muß in den Ländern, aus denen die Arten der zweiten Gruppe in Deutschland eingewandert sind, Südrußland und Ungarn, ein für diese sehr ungünstiges Klima geherrscht haben, das sie offenbar so ungünstig beeinflußt hat, daß sie sich erst wieder ausbreiten konnten, als hier das Klima für sie erheblich günstiger als in der Gegenwart geworden war. Sie sind in der Periode ihrer Ansiedlung in Deutschland von Ungarn und Südrußland her auf zahlreichen Wegen durch Deutschland (einschl. Böhmens und Mährens) hindurch bis nach Skandinavien, Frankreich und den Westalpen gewandert. Dies wäre nicht möglich gewesen, wenn nicht in diesem ausgedehnten Gebiete in den Gebirgen ein viel wärmeres und trockeneres Sommerklima als heute geherrscht hätte, zahlreiche Niederungen ausgetrocknet gewesen wären, und die Wälder gelichtet und von weiten zusammenhängenden Strichen, die den Charakter von Steppen annahmen, ganz geschwunden gewesen wären. Eine solche Veränderung der natürlichen Verhältnisse Deutschlands konnte aber nur in einer Zeit mit sehr heißen und sehr trockenen Sommern erfolgen. Auf diese Periode — die erste trockene Periode — muß eine Periode, deren Sommer viel kühler und niederschlagsreicher als die der Jetztzeit waren — die erste kühle Periode — gefolgt sein, die das deutsche Areal der Arten der zweiten Gruppe, die sich überhaupt in Deutschland erhielten, sehr verkleinerte. Die folgende Neuausbreitung der Arten dieser Gruppe war sehr unbedeutend im Verhältnis zu ihrer Ausbreitung in der ersten trockenen Periode. Fast nur Arten, die sprungweise wandern, scheinen Wanderungen von mehr als hundert Kilometer Länge ausgeführt zu haben; und nur wenige Arten haben sich damals in Deutschland neu angesiedelt. Dennoch muß das Sommerklima dieser zweiten trockenen Periode wesentlich trockener und heißer als das gegenwärtige gewesen sein. Das Klima Deutschlands in der folgenden zweiten kühlen Periode wich wohl ebenfalls recht bedeutend von dem gegenwärtigen ab, doch längst nicht in dem Maße wie das der ersten kühlen Periode. Denn während die in dieser entstandenen Lücken bis über 500 Kilometer weit sind,

sind in jener wohl selten über fünfzig Kilometer weite Lücken entstanden. Es folgten hierauf noch eine zweite Periode der Neuausbreitung, die noch unbedeutender als die vorige war, und eine entsprechend unbedeutende Periode der Lückenbildung. Hieran schloß sich ein viertes Paar solcher Perioden, das aber nur ganz unbedeutend war und in der Verbreitung zahlreicher Arten gar nicht oder nur sehr undeutlich zum Ausdruck kommt. Weder für die einzelnen Faktoren des Klimas der vier trockenen noch für die des Klimas der vier kühlen Perioden lassen sich bestimmte Werte angeben. Nur soviel läßt sich wohl annehmen, daß in der ersten trockenen Periode das Klima der trockeneren Gegenden Deutschlands dem heute im südwestlichen Rußland herrschenden ähnlich war, sonst hätten in Deutschland sicher nicht so weite steppenartige Landschaften entstehen können, wie sie damals vorhanden gewesen sein müssen. Auch über die absolute Dauer der acht Perioden, von denen jede folgende offenbar viel kürzer als die vorausgehende des gleichen Charakters war, läßt sich nichts sagen.

Nicht so klar wie bei der zweiten Gruppe liegen die Verhältnisse bei den übrigen Gruppen. Bei der vierten Gruppe vor allem deshalb, weil die Mehrzahl ihrer Glieder sich in größeren Sprüngen ausbreiten kann. Im östlicheren Deutschland können sich die Glieder dieser Gruppe wohl erst nach der zweiten trockenen Periode angesiedelt haben. Ihre Ansiedlung in diesem Gebiete fällt offenbar vorzüglich in die zweite kühle Periode, ihre großen Areallücken in diesem Gebiete sind wohl in der dritten trockenen Periode entstanden. Darauf haben die im östlicheren Deutschland lebenden Arten dieser Gruppe hier sich sicher noch einmal, höchstwahrscheinlich aber sogar noch zweimal von neuem ausgebreitet und dazwischen eine nochmalige Verkleinerung ihrer Areale erfahren; doch läßt sich dies nicht ganz deutlich erkennen.

Über die Geschicke der Arten der ersten Gruppe läßt sich deshalb nicht so sicher wie über die der zweiten Gruppe urteilen, weil bei zahlreichen von ihnen nach ihrer Ansiedlung in Deutschland ihre hiesigen Individuen sämtlich oder teilweise eine so bedeutende Änderung ihrer klimatischen Anpassung erfahren haben, daß sie sich darauf vollständig oder fast vollständig wie Glieder einer der anderen Gruppen verhielten. Wie schon gesagt wurde, muß die Ansiedlung dieser Gruppe in Deutschland in eine Periode fallen, wo in Deutschland die Sommertemperaturen viel niedriger waren als gegenwärtig, so niedrig, daß wenigstens strichweise durch ganz Deutschland der Wald schwand, so daß auch solche Glieder der ersten Gruppe,

die sich nur mit großer Mühe oder gar nicht im Walde ansiedeln können, durch ganz Deutschland hindurch wandern konnten. Doch spricht vieles dafür, daß sich die empfindlicheren Arten dieser Gruppe damals in Deutschland nur strichweise ausgebreitet haben. Hierauf folgte eine Zeit großer Lückenbildung, deren Höhepunkt offenbar die erste trockene Periode bildet. Dann haben sich die Glieder, die in dieser Periode keine oder keine allzu bedeutende Änderung ihrer klimatischen Anpassung erfahren hatten, z. T. noch einmal, doch offenbar nur unbedeutend, vorzüglich im höheren Gebirge, ausgebreitet. Dies kann wohl nur in der ersten kühlen Periode erfolgt sein. Später haben sich in den niedrigen Gegenden wohl fast nur solche Glieder von neuem ausgebreitet, die eine recht bedeutende Änderung ihrer klimatischen Anpassung erfahren hatten.

Die Areale der Arten der dritten Gruppe haben offenbar nicht wie die der zweiten Gruppe nur in den kühlen Perioden, sondern vielmehr auch in den trockenen Perioden Lücken erhalten, die sich nicht immer deutlich unterscheiden lassen. Die Ansiedlung dieser Arten in Deutschland kann wohl nicht vor die erste trockene Periode fallen, deren Klima für sie äußerst ungünstig gewesen sein muß. In der Periode ihrer Ansiedlung in Deutschland — der ersten warmen Periode — muß in Deutschland ein sehr warmes Sommerklima und ein sehr warmes Winterklima geherrscht haben. Aus dem Umstande, daß sich manche von ihnen, die wohl nur schrittweise wandern und nicht im Walde oder nur im lichten Walde leben können, damals in Deutschland sehr weite Areale erworben haben, läßt sich auf eine sehr lange Dauer dieser Periode schließen. Die deutschen Areale der Arten dieser Gruppe haben meist sehr große Lücken, die vielfach sehr deutlich den Eindruck von solchen einer Periode mit sehr kühlen Sommern machen. Diese sind im wesentlichen wohl in der ersten kühlen Periode entstanden. In der folgenden zweiten trockenen Periode muß aber in den Strichen Deutschlands, in denen diese Arten heute vorzüglich, z. T. ausschließlich oder fast ausschließlich wachsen, das Klima recht ungünstig für sie gewesen sein, so daß man kaum annehmen kann, daß sie damals dort gelebt haben. Man muß also annehmen, daß auf die erste kühle Periode eine zweite warme Periode gefolgt ist, in der die Arten dieser Gruppe sich in Deutschland von neuem ausgebreitet haben, und wohlauch in Grenzstriche Deutschlands von auswärts eingewandert sind. Diese Periode hatte offenbar ein viel kühleres Klima als die erste warme Periode und war wohl auch von viel geringerer

Dauer als diese. In der zweiten trockenen Periode hat das neu erworbene Areal offenbar eine bedeutende Verkleinerung erfahren. Deutlich läßt sich erkennen, daß hierauf eine nicht sehr bedeutende Neuausbreitung, also eine neue warme Periode, gefolgt ist, und daß in das damals entstandene Areal wieder in einer kühlen Periode Lücken von unbedeutender Größe gerissen worden sind. Diese neue Periode der Lückenbildung kann nur die zweite kühle Periode gewesen sein. Es muß also zwischen die zweite trockene und die zweite kühle Periode noch eine — der zweiten wohl an Wärme und Dauer nachstehende — warme Periode fallen. Nach der zweiten kühlen Periode haben sich die Glieder dieser Gruppe mindestens noch einmal, doch nur unbedeutend, ausgebreitet, und sie haben nach der einzigen oder der ersten Ausbreitung noch einmal eine Verkleinerung ihrer Areale erfahren. Es ist auf die zweite kühle Periode also mindestens noch eine — unbedeutende und kurze — warme Periode gefolgt. Wahrscheinlich fällt diese Periode, oder falls es mehrere warme Perioden waren, eine davon, zwischen die dritte trockene und die dritte kühle Periode.

Die fünfte Gruppe führt zu keinen anderen Annahmen als die vier übrigen Gruppen.

Man kann somit auf Grund der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands als — z. T. sehr — wahrscheinlich hinstellen, daß auf eine kalte Periode eine trockene Periode, darauf eine warme Periode und endlich eine kühle Periode folgten, daß sich hieran eine warme Periode anschloß, der eine trockene, eine warme und eine kühle Periode folgten, daß sich vier Perioden dieses Charakters in der gleichen Folge noch zweimal wiederholten und daß alle Perioden, je weiter sie von der Jetztzeit, die den Charakter einer trockenen Periode hat, entfernt sind, desto mehr klimatisch von dieser abwichen und desto länger waren. Wie die Perioden miteinander verbunden waren, darüber läßt sich aber nichts Bestimmtes sagen. Wahrscheinlich ging der ersten trockenen Periode auch eine warme Periode voraus, die mit der kalten Periode durch eine Zeit mit gemäßigttem Klima verbunden war.

Was läßt sich nun auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung der geognostischen Bildungen Deutschlands und seiner Nachbarländer über die Wandlungen des deutschen Klimas während der seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verfloßenen Zeit sagen?

Es läßt sich wohl als sicher ansehen, daß seit dem Ausgange der Pliocänzeit — mindestens — fünfmal ein bedeutender Teil Deutschlands lange Zeit mit dauerndem Eise bedeckt war, das teils von Norden, teils von Süden — aus den Alpen — her vordrang, teils sich in den höheren Mittelgebirgen bildete. Den größten Umfang hatte das Eis in der zweiten und der dritten von diesen Eiszeiten¹⁾. Der Umfang des Eises der vierten Eiszeit war kleiner, der der fünften noch kleiner. In dieser drang das nordische Inlandeis nur bis zur sog. baltischen Endmoräne, das alpine Eis angeblich nur ungefähr südlich von München über den nördlichen Alpenrand hinaus vor. Auch später vergrößerte sich im nördlicheren Europa das Eis noch mehrmals auf längere Zeit²⁾ nicht unwesentlich über seinen heutigen Umfang, doch längst nicht in dem Maße wie in den Eiszeiten. Die fünfte Eiszeit ist die letzte Periode, wo in Deutschland ein solches Klima geherrscht haben kann, wie ich es vorhin für die Zeit der Ansiedlung der ersten Gruppe in Deutschland angenommen habe. Wir wissen auch — durch paläontologische Untersuchung der aus dieser Eiszeit stammenden Ablagerungen —, daß in der Tat damals Arten dieser Gruppe in Deutschland eingewandert und ohne Zweifel zur festen Ansiedlung gelangt sind. Die baltische Endmoräne war während des Höhepunktes dieser Eiszeit im Westen, Süden und Osten wohl von einem breiten Landstreifen begrenzt, in dem außer Gliedern der fünften Gruppe nur solche der ersten Gruppe wuchsen. Ebenso kann es als sicher angesehen werden, daß Arten der ersten Gruppe gleichzeitig von Süden her in das Alpenvorland eingewandert sind. Aber auch das ist kaum zweifelhaft, daß zur Zeit der Maximalausdehnung des Eises der fünften Eiszeit auch zwischen der baltischen Endmoräne und dem Alpenvorlande wenigstens strichweise, im Süden vorzüglich in den Berggegenden, solche Zustände herrschten, daß Arten der ersten Gruppe hier wandern und sich ansiedeln konnten. Denn über dem nordischen Inlandeise lagerte sicher eine sehr bedeutende Antizyklone, von der im Sommer dauernd in südlicher Richtung sehr kalte Luft abfloß, die weithin, strichweise wahrscheinlich bis zu den Alpen und Karpaten, die Baum- und Strauchvegetation sowie die bisherige Krautvegetation vernichtete. Auch das Alpeneis übte sicher eine erkältende Wirkung auf das Klima [des vorliegenden Gebietes,

¹⁾ Vgl. Anm. 2.

²⁾ Ich bezeichne diese Zeiten im Gegensatz zu den fünf Eiszeiten als kühle Perioden.

vorzüglich das seiner höheren Gegenden aus¹⁾. Etwas Genaueres läßt sich über das damalige Klima nicht sagen. Aus der Zusammensetzung der ältesten uns — durch fossile Reste — bekannten Flora, die das Gelände zwischen der baltischen Endmoräne und der Küste nach dem Wegschmelzen des Eises dieser Eiszeit besiedelte, darf man schließen, daß wenigstens damals in diesem Landstriche kein hocharktisches Klima herrschte. Wahrscheinlich hat ein solches selbst während des Höhepunktes dieser Eiszeit auch am Eisrande nicht geherrscht. Die fünfte Eiszeit ist aber nicht die einzige Zeit, in der in Deutschland Glieder der ersten Gruppe eingewandert und zur Ansiedlung gelangt sind; denn eine Art dieser Gruppe, *Angelica pyrenaea* (L.), kann in der fünften Eiszeit nicht aus den Pyrenäen, ihrer Heimat, in die Vogesen eingewandert sein²⁾; dies kann spätestens in der vierten Eiszeit erfolgt sein. Sie ist sicher nicht die einzige Art dieser Gruppe, die sich seit dieser Zeit in Deutschland erhalten hat, doch läßt sich keine andere mit voller Bestimmtheit bezeichnen. Aus dem Vorkommen von *Angelica pyrenaea* in den Vogesen läßt sich schließen, daß das Klima Deutschlands in der Zwischenzeit zwischen der vierten und fünften Eiszeit selbst für empfindlichere Arten dieser Gruppe nicht so ungünstig war, daß diese sämtlich dadurch vernichtet oder in ihrer klimatischen Anpassung so geändert und hierdurch so empfindlich gegen niedere Sommertemperaturen wurden, daß sie in der fünften Eiszeit zugrunde gingen. Diese Erkenntnis erschwert die Beurteilung des Klimas der fünften Eiszeit, da sich ebensogut wie *Angelica pyrenaea* ja auch die übrigen Glieder der ersten Gruppe in Deutschland erhalten haben können. Die Zwischenzeit zwischen der vierten und der fünften Eiszeit hatte wohl eine recht lange Dauer. Es fällt in sie ein Zeitabschnitt, wo selbst in Norddeutschland offenbar ausgedehnte aus Laub- und Nadelbäumen bestehende Wälder vorhanden waren, die auf ein dem heute hier herrschenden Klima ähnliches Klima schließen lassen. Diesem Abschnitte ging wahrscheinlich ein — von der Zeit der Bildung der Ablagerungen der vierten Eiszeit durch eine lange Zeit der Ver-

¹⁾ In weiterer Entfernung vom Eise besserte sich das Klima aber wohl recht schnell. Im Mittelmeergebiete war wahrscheinlich auch während des Höhepunktes dieser Eiszeit das Klima kaum weniger günstig, vielleicht sogar günstiger als heute. Auch in Frankreich blieb damals wohl die Hauptmasse seiner bisherigen phanerogamen Arten erhalten.

²⁾ Vgl. hierzu SCHULZ in der unter Nr. 17 aufgeführten Schrift S. 27.

witterung getrennter — Zeitabschnitt mit heißem, trockenem Sommerklima voraus. Denn es kann keinem Zweifel unterliegen, daß in diesen Zeitabschnitt die Ablagerung des Lösses vom Typus des Lösses der Magdeburger Börde fällt, dessen Ablagerungen auf den verwitterten Ablagerungen der vierten Eiszeit auflagern. Nun läßt sich allerdings nicht mit Bestimmtheit sagen, welchen Charakter das Klima der Zeiten der Bildung der bedeutenden Lößablagerungen hatte. Es läßt sich aber annehmen, daß diese Zeiten nur quantitativ von den auf die fünfte Eiszeit folgenden trockenen Perioden abweichen, gleichsam Verschärfungen derselben darstellen, also ein heißes, trockenes Sommerklima — und wohl ein kaltes, trockenes Winterklima — hatten, und von den Eiszeiten durch Zeiten mit gemäßigerem Klima getrennt waren¹⁾. Wenn das Klima der Zeit der Ablagerung des Lösses vom Typus des Bördelösses wirklich diesen Charakter hatte, so können — dies läßt sich auf Grund der heutigen unbedeutenden Verbreitung der meisten Arten mit dieser klimatischen Anpassung in Deutschland behaupten — die Arten der ersten Gruppe, die sich während dieser Zeit in Deutschland in der ursprünglichen oder in ihr nahestehender Anpassung erhielten, am Schlusse dieser Zeit hier nur eine ganz unbedeutende Verbreitung gehabt haben, meist wohl nur an einer einzigen Örtlichkeit vorgekommen sein. Da nun manche Arten der ersten Gruppe in der ursprünglichen oder ihr nahestehender Anpassung heute in Deutschland an weit auseinanderliegenden Stellen in bedeutender Entfernung von den in der fünften Eiszeit mit Eis bedeckten Gebieten vorkommen, so müßte man also auch bei der Annahme, daß in der fünften Eiszeit keine Art der ersten Gruppe über die damals mit Eis bedeckten Striche und die unmittelbar an sie angrenzenden Landschaften hinaus in Deutschland eingedrungen sei, annehmen, daß in der fünften Eiszeit weite Striche Deutschlands den vorhin beschriebenen klimatischen und landschaftlichen Charakter hatten.

Eine Periode mit demselben klimatischen Charakter wie die Periode der Ablagerung des Lösses vom Typus des Bördelösses, nur offenbar mit noch bedeutend extremerem Klima, die Periode der Ablagerung der Hauptmasse des sog. jüngeren Lösses, ging der vierten Eiszeit voraus. In dieser sind wohl sicher alle vorher in Deutschland eingewanderten Arten der ersten Gruppe wieder aus Deutschland verschwunden, so daß

¹⁾ Vgl. hierzu auch Wüstr: Centralblatt f. Min. usw. 1908, S. 197 u. f., 1909, S. 23 u. f. und 385 u. f.

also in die vierte Eiszeit der Beginn der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands fällt.

Während der Herrschaft eines Klimas, wie es der Zeit der Ablagerung des Bördelösses zugeschrieben wurde, müssen in Deutschland zahlreiche Glieder der zweiten Gruppe und andere Phanerogamen mit derselben klimatischen Anpassung eingewandert sein. In der fünften Eiszeit muß für diese Gewächse aber das Klima Deutschlands so ungünstig gewesen sein, daß sie sämtlich wieder aus Deutschland verschwanden. Die Ansiedlung der Arten der zweiten Gruppe in Deutschland kann also erst in die auf die fünfte Eiszeit folgende Zeit fallen. Wie ich dargelegt habe, muß diese Ansiedlung fast ganz in einer Zeit mit sehr trockenen, heißen Sommern stattgefunden haben, und müssen auf diese Zeit noch drei unbedeutendere Perioden von demselben klimatischen Charakter gefolgt sein, deren erste die heißeste und längste, deren letzte die am wenigsten heiße und die kürzeste war.

Gibt es nun auch geognostische Tatsachen, die für das Vorhandensein dieser vier Perioden sprechen? In der Tat ist es in jüngster Zeit K. OLBRICHT geglückt, nachzuweisen¹⁾, daß das Ilmenautal in der Lüneburger Heide nach der fünften Eiszeit viermal mit Sanden verschüttet wurde, und daß diese Verschüttung nur in vier trockenen, vegetationsarmen Zeiten erfolgt sein kann, die sich in bezug auf Länge und Intensität proportional den Massen der aufgeschütteten Sande, also wie 9 : 5 — 6 : 3 — 4 : 1 — 2 verhalten haben müssen. Jeder dieser vier trockenen Zeiten folgte eine niederschlagsreiche Zeit, in der sich der Fluß in die Sande einschnitt. Es ist m. E. sehr wahrscheinlich, daß die vier von OLBRICHT nachgewiesenen trockenen Perioden, in deren erster in Norddeutschland offenbar Ablagerung lößartiger Massen stattfand²⁾, mit meinen vier

¹⁾ Vgl. OLBRICHT: Centralbl. f. Min. usw. 1909, S. 599 u. f., sowie Grundlinien einer Landeskunde der Lüneburger Heide, Forschungen z. deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. 18, Heft 6 (1909), S. 96 u. f.

²⁾ Vgl. OLBRICHT, a. a. O. Löß und lößartige Massen haben sich damals zweifellos auch anderwärts in Deutschland abgelagert, doch sind solche Ablagerungen mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen worden. Im Alpengebiete ist an mehreren Stellen aus der Zeit nach der fünften Eiszeit stammender Löß und lößartiger Sand bekannt geworden, der offenbar in verschiedenen Zeiten z. T. erst nach der Daunzeit, zur Ablagerung gelangt ist. Es läßt sich also auch hieraus auf das Vorhandensein mehrerer trockener Perioden schließen.

trockenen Perioden identisch sind, und daß meine vier kühlen Perioden in die Zeiten fallen, in denen sich die Ilmenau in die Sandaufschüttungen der trockenen Perioden einschneidet. Für das Vorhandensein mehrerer trockener Perioden nach dem Ausgange der fünften Eiszeit spricht auch der Bau der norddeutschen Hochmoore. Die älteren der nach der fünften Eiszeit gebildeten norddeutschen Hochmoore enthalten sichere Spuren, daß ihre Entwicklung einmal längere Zeit — in der Zeit des sog. Grenzhorizontes zwischen dem älteren und dem jüngeren Sphagnetumtorfe — unterbrochen wurde. Es kann diese Unterbrechung wohl nur in meine dritte trockene Periode fallen. Fiele sie in die zweite oder schon in die erste trockene Periode, so müßten wir in dem auf dem Grenzhorizonte liegenden jüngeren Sphagnetumtorfe deutliche Spuren der folgenden dritten oder zweiten und dritten trockenen Periode finden; denn diese Perioden waren sicher so trocken, daß sie die damaligen Hochmoore stark beeinflußt haben. Dies ist aber nicht der Fall; es finden sich vielmehr im jüngeren Sphagnetumtorfe nur undeutliche Spuren trockener Zeiten, die wohl aus der vierten trockenen Periode und aus noch späteren, ganz unbedeutenden trockenen Zeiten stammen. Da nun der unter dem Grenzhorizonte liegende ältere Sphagnetumtorf keine Spuren der vorausgehenden ersten und zweiten trockenen Periode enthält, so muß man annehmen, daß diese Perioden so trocken waren, daß in ihnen der vorher — seit der fünften Eiszeit — gebildete Sphagnetumtorf — vielleicht mit vereinzelten Ausnahmen, die sich nicht erkennen lassen oder noch nicht erkannt sind — zerstört wurde, daß also der ältere Sphagnetumtorf vollständig aus der Zeit nach der zweiten trockenen Periode stammt¹⁾.

Auf das Vorhandensein mehrerer Perioden mit kühlem Sommerklima in der seit der fünften Eiszeit verflossenen Zeit läßt sich außer aus den Beobachtungen von OLBRICHT auch aus den Untersuchungen von PENCK und BRÜCKNER in den Alpen schließen, die ergeben haben, daß sich nach dem Ausgange der fünften Eiszeit, d. h. nach dem Rückzuge des von diesen Forschern Bühlvorstoß genannten Gletschervorstoßes, die Alpengletscher noch zweimal bedeutend über ihren heutigen Umfang

¹⁾ Daß die Baumstubbenschichten der skandinavischen Moore, wenigstens teilweise, für das Vorhandensein trockener Perioden in der seit der fünften Eiszeit verflossenen Zeit sprechen, scheint mir nicht sicher zu sein. Ich will hier darauf ebenso wie auf die skandinavischen Tuffablagerungen nicht weiter eingehen.

vergrößert haben. PENCK und BRÜCKNER nehmen auf Grund von Beobachtungen an, daß sich vor dem Beginne des zweiten, unbedeutenderen von diesen Gletschervorstößen, des Daunvorstoßes, die Gletscher unter ihren heutigen Umfang verkleinert hätten, leugnen aber, daß auch vor dem ersten Vorstoße, dem Gschnitzvorstoße, ein so weiter Rückzug der Gletscher stattgefunden hätte. Sie haben aber keine stichhaltigen Gründe für letztere Behauptung beigebracht, und es liegt deshalb kein Hindernis für die Annahme vor, daß die Zeit des Gschnitzvorstoßes, auf deren Höhepunkte die Schneegrenze in den Alpen 600—800 m tiefer als in der Gegenwart lag, mit meiner ersten kühlen Periode, die ein recht kühles Sommerklima gehabt haben muß, die Zeit des Daunvorstoßes mit meiner zweiten kühlen Periode identisch ist. Außerdem scheinen in den Alpen aber auch noch deutliche Spuren eines dritten, dem zweiten an Größe nachstehenden Gletschervorstoßes vorhanden zu sein, was PENCK und BRÜCKNER allerdings, aber, wie mir scheint, ebenfalls ohne stichhaltige Gründe leugnen. Die Spuren der unbedeutenden vierten kühlen Periode können in den Alpen sehr wohl bis jetzt übersehen worden sein. Sonst scheinen Spuren, aus denen man bestimmt auf das Vorhandensein wenigstens einer kühlen Periode nach der fünften Eiszeit schließen kann, nur im Ostseegebiete vorhanden zu sein. Bekanntlich wurde die Ostsee, nachdem sie in der fünften Eiszeit sowohl mit der Nordsee als auch mit dem Weißen Meere in offener Verbindung gestanden hatte, später durch Hebung der Gegend der Verbindungsstraßen in einen großen Binnensee verwandelt, der im Laufe der Zeit bis auf eine Anzahl größerer und kleinerer Seen austrocknete. Dann senkte sich das Ostseegebiet von neuem; der Binnensee, der sich wahrscheinlich wieder ungefähr bis zum Umfange der heutigen Ostsee vergrößert hatte, trat wieder mit dem Ozean in Verbindung, und die neu entstandene Ostsee — die sog. Litorinasee — überschritt gleichzeitig weit ihre heutigen Ufer. In dieser Zeit, in der sich auch die Westküste der skandinavischen Halbinsel bedeutend senkte, muß nicht nur in Skandinavien, sondern auch in Deutschland ein niederschlagsreiches, verhältnismäßig kühles Sommerklima geherrscht haben. Da die Yoldiasenkung — oder, falls es mehrere Senkungen dieser Art gibt, die letzte von ihnen — mit der fünften Eiszeit zeitlich zusammenfällt, so liegt die Annahme nahe, daß die Litorinaseenkung mit einem der späteren Vorstöße der Alpengletscher zeitlich zusammenfällt, also in eine meiner kühlen Perioden fällt. Und da sie die einzige Senkung Skandinaviens nach der — letzten — Yoldiasenkung zu sein

scheint¹⁾, so liegt es nahe, weiter anzunehmen, daß sie zeitlich mit dem bedeutendsten dieser Vorstöße, dem Gschnitzvorstoße, der während meiner ersten kühlen Periode stattfand, zusammenfällt. Offenbar ist dies auch wirklich der Fall. Und offenbar fällt die dem Maximum der Litorinassenkung direkt vorausgehende Zeit, in der in Skandinavien eine Anzahl Laubbäume und Sträucher viel weiter als gegenwärtig nach Norden verbreitet waren²⁾, oder wenigstens deren erster Teil³⁾ bis zum Beginne der Senkung, in dem wohl hauptsächlich die weite Ausbreitung dieser Holzgewächse nach Norden stattfand, mit meiner ersten warmen Periode zusammen. Über das Klima der Zwischenzeit zwischen der fünften Eiszeit und dieser warmen Periode und ebenso über das der seit dem Beginne der Litorinahebung verflossenen Zeit läßt sich auf Grund der skandinavischen geognostischen Bildungen etwas Bestimmtes nicht sagen, doch weist wohl der Wechsel der Molluskenfauna der aus der Zeit nach dem Beginne der Litorinahebung stammenden südnorwegischen Strandterrassen darauf hin, daß das Klima Skandinaviens seit dem Beginne dieser Hebung mehrfache nicht unwesentliche Wandlungen durchgemacht hat.

Das ist das Wenige, was sich auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung der aus der seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verflossenen Zeit herstammenden geognostischen Bildungen Deutschlands und seiner Nachbarländer über das Klima Deutschlands während dieser Zeit aussagen läßt. Es widerspricht in keiner Weise den Annahmen, zu denen die Ergebnisse der Untersuchung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands geführt haben, und ergänzt sie nur unbedeutend. Ebenso wenig wie diese Untersuchungen ermöglicht es die Untersuchung der geognostischen Bildungen, bestimmte Werte für die einzelnen klimatischen Faktoren der verschiedenen Abschnitte des behandelten Zeitraumes anzugeben.

¹⁾ Wahrscheinlich werden aber weitere Untersuchungen noch spätere — unbedeutendere — Hebungen und Senkungen Skandinaviens kennen lehren.

²⁾ Ein Teil der Reste dieser Holzgewächse ist aber wahrscheinlich älter und stammt aus der ersten trockenen Periode vorausgehenden warmen Periode.

³⁾ Dies ist wohl auch die Zeit, in der in den skandinavischen und deutschen Gebirgen die Baumgrenze viel höher als heute lag.

Literaturverzeichnis.

1. Grundzüge einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Ausgange der Tertiärzeit. Jena 1894.
2. Entwicklungsgeschichte der phanerogamen Pflanzendecke des Saalebezirkes. Halle 1898.
3. Entwicklungsgeschichte der phanerogamen Pflanzendecke Mitteleuropas nördlich der Alpen. Stuttgart 1899.
4. Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der skandinavischen Halbinsel und der benachbarten schwedischen und norwegischen Inseln. Abhandlungen d. Naturf. Gesellschaft zu Halle, Bd. **22**, 1900.
5. Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen in Mitteleuropa nördlich der Alpen. Stuttgart 1901.
6. Studien über die phanerogame Flora und Pflanzendecke des Saalebezirks I. Halle 1902.
7. Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands I—IV. Berichte d. Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. **20** und **24**, 1902 und 1906.
8. Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen im Saalebezirke und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Dauer des ununterbrochenen Bestehens der Mansfelder Seen. Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. **74**, 1902.
9. Die halophilen Phanerogamen Mitteldeutschlands. Ebendasselbst, Bd. **75**, 1903.
10. Die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der Schwäbischen Alb. ENGLERS Botanische Jahrbücher Bd. **32**, 1903.
11. Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der Schweiz. Beihefte z. Botanischen Centralblatt, Bd. **17**, 1904.
12. Die Wandlungen des Klimas, der Flora, der Fauna und der Bevölkerung der Alpen und ihrer Umgebung vom Beginne der letzten Eiszeit bis zur jüngeren Steinzeit. Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. **77**, 1904.
13. Das Schicksal der Alpen-Vergletscherung nach dem Höhepunkte der letzten Eiszeit. Centralbl. f. Min. 1904.
14. Über BRIQUETS xerothermische Periode I—III. Berichte d. Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. **22**, **25** und **26a**, 1904, 1907 und 1908.
15. Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Schwedens. Ebendasselbst, Bd. **22**, 1904.
16. Über einige Probleme der Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Süddeutschlands. Beihefte z. Botanischen Centralblatt, Bd. **20**, Abt. II, 1906.
17. Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der Oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung. Stuttgart 1906.
18. Studien über die phanerogame Flora und Pflanzendecke Deutschlands I. Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. **78**, 1906.
19. Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke des norddeutschen Tieflandes I und II. Berichte d. Deutsch. Botanischen Gesellschaft, Bd. **25**, 1907.
20. Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Skandinaviens. Ebendasselbst, Bd. **26a**, 1908.

21. Die Entwicklungsgeschichte der rezenten Moore Norddeutschlands
Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 80, 1908.
22. Die Entwicklung der Flora des mitteldeutschen Gebirgs- und
Hügellandes. Ebendasselbst, Bd. 80, 1908.
23. Die Verbreitung und Geschichte einiger phanerogamen Arten in
Deutschland, haupts. in Mitteldeutschland, sowie der Verlauf der
Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzen-
decke Deutschlands im allgemeinen. Ebendasselbst, Bd. 81. 1909.
24. Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und
Pflanzendecke Mitteleuropas (1910).

Über die Bedeutung postglazialer Klima- veränderungen für die Siedlungsgeographie.

Von Herrn ROBERT GRADMANN in Tübingen.

Die Beziehungen zwischen den postglazialen Klimaveränderungen und der Siedlungsgeographie werden durch die Pflanzengeographie vermittelt. Ich nehme jedoch an, daß über den letzteren Gegenstand von anderer Seite eingehend berichtet wird, und will mich in dieser Hinsicht auf wenige Andeutungen beschränken.

Bekanntlich bietet die Pflanzenverbreitung im mittleren Europa zahlreiche Erscheinungen, die sich nicht anders als durch Einflüsse vergangener Klimaperioden erklären lassen. Dazu gehört namentlich das erratische Vorkommen von Genossenschaften teils glazialen, teils östlichen und südlichen Charakters. Die Tragkraft derartiger Rückschlüsse schätze ich nicht hoch genug ein, um sie als selbständige Erkenntnisquelle für den Aufbau einer Geschichte der klimatischen Veränderungen seit der letzten Eiszeit anzuerkennen. Dazu gehen die Erklärungsversuche im einzelnen noch viel zu weit auseinander, und selbst die Möglichkeit einer ganz andersartigen Erklärungsweise darf keineswegs ohne weiteres von der Hand gewiesen werden. Gleichwohl dürften die Möglichkeiten einer Zurückführung der heutigen Pflanzenverbreitung auf geologische Vorgänge doch auch für die Geologie selbst nicht ganz ohne Bedeutung sein, aus dem allgemeinen Grund, weil jede Hypothese um so mehr den Charakter der Hypothese abstreift und sich der Theorie nähert, je mehr und je verschiedenartigere Erscheinungen sie zu erklären vermag, und aus dem besonderen, weil tatsächlich die Pflanzengeographie wiederholt in der Lage war, Hypothesen aufzustellen, die nachträglich von der Geologie bestätigt worden sind.

Besonders bemerkenswert sind in dieser Hinsicht die Schicksale, die die These einer postglazialen¹⁾ xerothermen Periode im Lauf der Zeit zu erfahren hatte. Eine solche

¹⁾ Das Wort postglazial ist hier und im folgenden in Beziehung auf das Maximum der Würmeiszeit gebraucht.

wurde zuerst von pflanzengeographischer Seite gefordert, nämlich von ANTON KERNER auf Grund der isolierten Vorkommnisse südlicher Pflanzen in den Ostalpen¹⁾. Bald darauf erschien FERDINAND VON RICHTHOFENS Theorie über die äolische Bildung des LÖß und der Nachweis fossiler Steppentiere durch ALFRED NEHRING. Es lag zunächst außerordentlich nahe, die hiernach anzunehmende Phase eines steppenartigen Klimas mit der von KERNER geforderten warmen Periode gleichzusetzen. Seit jedoch PENCK dem LÖß und dessen fossilen Einschlüssen ein interglaziales Alter zugewiesen hatte, schien für die Annahme einer postglazialen xerothermen Periode jede geologische Stütze zu fehlen. Trotzdem haben die Pflanzengeographen fast einstimmig daran festgehalten, daß für sie mit einer interglazialen Steppenperiode nichts anzufangen sei, da ja deren Einwirkung auf die lebende Pflanzendecke durch die nachfolgende Würmeiszeit wieder aufgehoben werden mußte, daß vielmehr, um gewisse Phänomene der heutigen Pflanzenverbreitung zu erklären, notwendig mindestens eine postglaziale trockenwarme Periode angenommen werden müsse. Sie haben bekanntlich Recht behalten. Das Vorkommen von postglazialen äolischen LÖß wird von keiner Seite mehr bestritten; reiche Steppenfaunen, die dem Höhepunkt der Würmeiszeit erst nachgefolgt sind, wurden zusammen mit Artefakten des Magdalénien in zahlreichen Höhlen der Schwäbischen Alb von Schaffhausen bis zum Ries von NÜESCH u. a., in neuerer Zeit namentlich durch E. KOKEN und R. R. SCHMIDT nachgewiesen²⁾; die interstadialen Schwankungen im Alpengebiet haben wenigstens zum Teil ein wärmeres Klima als die Gegenwart aufzuweisen³⁾, und das gleiche gilt nach OLBRICHT⁴⁾ im norddeutschen Tiefland für die der Achen-schwankung entsprechende baltische Schwankung, der sogar noch vier weitere Trockenzeiten nachgefolgt sind⁵⁾.

¹⁾ A. KERNER: Der Einfluß der Winde auf die Verbreitung der Samen im Hochgebirge. (Zeitschr. des Deutschen Alpenvereins 2, 1870/71, S. 171.)

²⁾ Aus der reichen Literatur erwähne ich hier vor allem die neueste Arbeit von E. KOKEN: Diluvialstudien (N. Jahrb. f. Mineral. 1909, II, S. 37—89); dann R. R. SCHMIDT: Das Aurignacien in Deutschland (Mannus 1, 1909, S. 117) und Die neuen paläolithischen Kulturstätten der Schwäb. Alb (Arch. f. Anthropol. N. F. 7, 1909, S. 62).

³⁾ A. PENCK u. E. BRÜCKNER: Die Alpen in Eiszeitalter. 1909, S. 732.

⁴⁾ K. OLBRICHT: Über das Klima der Postwürmeiszeit (Zentralbl. f. Mineral. 1909, S. 599 ff.).

⁵⁾ Ähnlich verhält es sich mit der Annahme einer postglazialen feuchtkalten Periode. Diese Hypothese wurde zuerst von AUGUST SCHULZ und dann auch von mir vertreten, um gewisse pflanzengeo-

Mit derartigen Klimaschwankungen hängen nun auch gewisse siedlungsgeographische Fragen eng zusammen. Verfolgt man die Siedlungsspuren der prähistorischen Bevölkerung (Wohnstätten, Grabstätten, jedoch mit Ausschluß der Einzelfunde und der häufig nicht sicher datierbaren Schanzen, Ringwälle u. s. f.) nach ihrer geographischen Verbreitung im mittleren Europa, so findet man, daß sich die Siedlungen von der neolithischen Periode durch die Bronze-, Hallstatt- und La Tène-Zeit und größtenteils auch noch während der römischen Zeit auf ganz bestimmte Flächen zusammendrängen, während andere, ebenso große Flächen ganz oder nahezu freibleiben; von den letzteren wissen wir auch aus geschichtlichen Quellen, daß sie größtenteils erst während des Mittelalters gerodet und urbar gemacht worden sind. Dieser Gegensatz zwischen alt- und spätbesiedelten Gebieten wirkt in den Siedlungsverhältnissen heute noch recht fühlbar nach; er tritt in der Verschiedenheit der Siedlungsformen, ihrer Größe und Verteilung und zum Teil selbst in der Bevölkerungsdichte zutage.

Nun ist es sehr auffallend, daß bestimmte Pflanzengenossenschaften von vorwiegend östlicher und südlicher Verbreitung genau die gleichen Flächen bevorzugen. Es sind licht- und meist auch trockenheitliebende Pflanzen, die sich an der Zusammensetzung der sogen. Trift- und Hügelformationen,

graphische Erscheinungen erklären zu können (R. GRADMANN, Pflanzenleben der Schwäbischen Alb 1. 1898, bes. S. 313 ff. — J. EICHLER, R. GRADMANN u. W. MEIGEN: Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern S. 113 ff. 1906.) Daß nach dem Maximum der Würmeiszeit wiederholt bedeutende Kälterückschläge erfolgt sind, wurde dann bekanntlich durch PENCK u. BRÜCKNER geologisch nachgewiesen. Daß es sich hier mindestens zum Teil um feuchtkalte Klimaphasen handelt, wird nicht allein durch die Zusammenstellungen von WILH. GÖTZ (Historische Geographie. 1904. S. 4 ff., S. 73, 119, 127, 196, 225, 284) wahrscheinlich gemacht; es folgt auch aus der neuesten Mitteilung von H. BROCKMANN-JEROSCH über eine fossile Waldflora aus der Zeit des Bühlvorstoßes bei Kaltbrunn (Kt. St. Gallen) in unmittelbarer Nähe des damaligen Gletschers. (Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 54, 1909.) Die Verallgemeinerung, daß demnach die Eiszeiten überhaupt in allererster Linie durch Erhöhung der Niederschläge hervorgerufen sein müßten, kann ich freilich nicht billigen. Denn der Satz, daß es unlogisch sei, die Eiszeit bald aus der einen, bald aus der andern Ursache entstehen zu lassen, ist nur so lange richtig, als nicht positive Gründe für eine derartige Annahme vorliegen. Gründe, die für den trockenen Charakter der Würmeiszeit sprechen, sind aber m. E. durch PENCK u. BRÜCKNER hinreichend beigebracht worden. (PENCK: Die alpinen Eiszeitbildungen u. der prähistorische Mensch. Arch. f. Anthropol. 29, 1903, S. 8. — PENCK u. BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. 1909. S. 713 ff.)

auch pontische Hügel, Steppenheide, in Südbayern „Heiden“ genannt, beteiligen. Diese Übereinstimmung trifft zu auf das Unterwallis, das Inntal bei Innsbruck, das Oberrheintal von Chur und St. Gallen, das ganze nördliche Alpenvorland, die Schwäbische und Fränkische Alb, das Main- und Neckarbecken, das mittlere und nördliche Böhmen, das Königreich Sachsen¹⁾, Thüringen und auf weite Strecken des norddeutschen Tieflands, namentlich den Ostrand des Harzes, die Elbeniederungen bis Magdeburg abwärts, überhaupt die Niederungen der großen diluvialen Stromtäler. Eine Ausnahme macht dagegen Nordwestdeutschland; hier haben wir zwar altes Siedlungsgebiet, es fehlen aber die genannten Pflanzengenossenschaften; ähnlich in den Küstenstrichen der Ostsee²⁾.

Daß hier eine Gesetzmäßigkeit vorliegt, darüber kann vollends ein Zweifel nicht mehr bestehen, seit ANDR. M. HANSEN³⁾ dieselbe Übereinstimmung für Norwegen nachgewiesen hat.

Wie hängt nun beides zusammen? Die Erwägung der verschiedenen Möglichkeiten führt zu dem Schluß, daß beiderlei Erscheinungen, die Verbreitung der älteren Siedlungen und die Verbreitung der fraglichen Pflanzengenossenschaften, nur von einem gemeinsamen dritten, in der Landesnatur liegenden Faktor abhängig sein können. Vergleicht man die Verbreitungsflächen unter sich und mit ihren Nachbargebieten, so ergibt sich, daß diese Flächen im allgemeinen ein relativ kontinentales Klima mit heißen Sommern und kalten Wintern, wenig Niederschlägen, geringer Luftfeuchtigkeit und Bewölkung und dabei vorherrschend feinkörnige, kalkreiche Bodenarten aufweisen. Das sind Eigenschaften, die in den Kampfgebieten zwischen Wald und Steppe den Wald zurückdrängen und die Steppe begünstigen.

Dürften wir nun annehmen, daß die fraglichen Flächen im Gegensatz zu den Nachbargebieten tatsächlich niemals geschlossenen Wald getragen haben, daß hier zu jeder Zeit offene, steppenartige oder doch parkartige Landschaften vorhanden waren, so wäre die Übereinstimmung zwischen der pflanzengeographischen und der siedlungsgeographischen Erscheinung leicht

¹⁾ Hier neuerdings von DRUDE nachgewiesen (Heimatschutz in Sachsen I. DRUDE: Die Entstehungsgeschichte des heimatlichen Landschaftsbildes [1909], mit Karte).

²⁾ Näheres über diese Beziehungen enthalten die Schriften: R. GRADMANN: Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. 1898. I, S. 331 ff., 2. Aufl. 1900, I, S. 355 ff. — Ders.: Das mitteleuropäische Landschaftsbild nach seiner geschichtlichen Entwicklung (Geogr. Zeitschr. 7, 1901). — Ders.: Beziehungen zwischen Pflanzengeographie und Siedlungsgeschichte (Ebd. 12, 1906).

³⁾ ANDR. M. HANSEN: Landnám i Norge. 1904. S. 78 ff.

verständlich. Die betreffenden Pflanzengenossenschaften sind tatsächlich auf offene, sonnige Standorte angewiesen, in geschlossene Wälder können sie nicht eindringen; die Mehrzahl ihrer Glieder bewohnt auch die östlichen Steppen. Ähnliche Bedürfnisse pflegt auch die Bevölkerung auf niedriger Kulturstufe aufzuweisen; die Erkenntnis von der siedlungsfeindlichen Macht des Waldes, von der kulturfördernden Bedeutung der breiten Grenzgürtel zwischen Wald und Steppe ist gerade in den letzten Jahren mehr und mehr durchgedrungen¹⁾. Auch die für Nordwestdeutschland und die Ostseeküste festgestellte Ausnahme wäre dabei verständlich. Hier ist es die Meeresnähe, die jederzeit für Lücken im Waldwuchs, für leicht zu besiedelnde offene Strand- und Heideflächen gesorgt hat.

Die Vorstellung von ausgedehnten natürlichen Parklandschaften im mitteleuropäischen Binnenland ist aber bei einem Klima wie dem gegenwärtigen unmöglich; sie setzt ein etwas trockneres, dem Wald weniger günstiges Klima voraus. Sobald wir jedoch annehmen dürfen, daß ein solches trockneres Klima wenigstens noch zur Zeit der neolithischen Kultur in Mitteleuropa zeitweise geherrscht hat, dann können wir uns auch verständlich machen, warum die damalige Bevölkerung gerade diese zur Steppenbildung neigenden Landschaften für ihre Wohnsitze gewählt hat und daß auch die späteren Bevölkerungsschichten wohl imstande waren, die einmal besetzten offenen Kulturflächen gegen den wieder andringenden Wald dauernd zu behaupten.

Eine derartige Annahme ist natürlich nur auf Grund positiver geologischer Unterlagen zulässig. Diese werden geboten einmal durch die Verbreitung des Löß und der fossilen Reste von Steppentieren, die sich ebenfalls, wie aus den Zusammenstellungen besonders von NEHRING und KOKEN hervorgeht, im wesentlichen auf dieselben Landschaften beschränken. Man könnte sich dann vorstellen, daß die Zustände der Diluvialsteppe noch bis in die neolithische Zeit herein unmittelbar nachgeklungen haben²⁾. Eine noch einfachere und m. E. über-

¹⁾ Hier nur wenige Belege: V. HÖHN: Kulturpflanzen u. Haustiere. 6. Aufl. 1894. S. 4. — A. NEHRING: Über Tundren und Steppen. 1890. — FR. RATZEL: Anthropogeographie. 2. Aufl. 1899. I, S. 474 ff. — A. W. BRØGGER: Studier over Norges stenalder. I (Skrifter udg. af Vidensk.-Skelsk. i Christiania 1906, S. 184). — WETTSTEIN, Brasilien 1907, S. 33. — HANS STEFFEN: Studien über West-Patagonien (Geogr. Zeitschr. 15, 1909, S. 566).

²⁾ Dies mein früherer Standpunkt (Geogr. Zeitschr. 7, 1901, S. 376). Ähnlich. JOHS. HOOPS: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. 1905. S. 103 ff. u. anscheinend auch E. KOKEN: Diluvialstudien (N. Jahrb. f. Min. 1909, II, S. 87.).

zeugendere Lösung bietet sich aber durch die geologischen Anzeichen, die für ein erneutes Eintreten eines kontinentalen, trockenwarmen Klimas noch in späterer, mindestens in neolithischer Zeit sprechen. Dazu rechne ich außer den Beweisen, die von den skandinavischen Forschern beigebracht worden sind, besonders die von C. A. WEBER und R. v. FISCHER-BENZON in den norddeutschen Mooren nachgewiesene Grenztorfschicht, das zahlreiche Vorkommen des Wildpferds unter den neolithischen Kulturresten, die Vorkommnisse von postglazialen Löß, der noch jünger ist als das Daunstadium¹⁾, endlich die neuesten Forschungsergebnisse von K. OLBRICHT, die bereits Erwähnung gefunden haben.

Für deren Deutung im Sinne einer neolithischen Trockenperiode ist es vielleicht nicht ganz ohne Interesse, daß damit zugleich ein merkwürdiges geographisches Phänomen, die Übereinstimmung der älteren Siedlungsflächen mit der Verbreitung gewisser xerophiler Pflanzengenossenschaften, seine Aufklärung findet.

¹⁾ PENCK u. BRÜCKNER a. a. O., S. 637.

Die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit.

Von Herrn ERNST H. L. KRAUSE in Straßburg.

Zu der Frage des nacheiszeitlichen Klimas habe ich mich zuletzt in der Botanischen Zeitung (1909, Heft 8—9) geäußert.

Unter dem Ende der letzten Eiszeit verstehe ich die Abschmelzperiode des „Mecklenburgischen“ (GEIKIE) Inlandeises und des Würmgletschers (PENCK), den Beginn der Dryaszeit in den Ostseeländern und die letzte Phase der Magdalenischen Kultur in Oberdeutschland. Im Vergleiche mit der Eiszeit muß diese Periode unbedingt erheblich wärmer oder erheblich ärmer an Niederschlägen gewesen sein; wahrscheinlich trafen beide Momente zusammen. H. BROCKMANN-JEROSCH veröffentlicht im 54. Jahrgang (1909) der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich Funde, aus denen ich schließe, daß am Nordfuße der Alpen bereits eine recht anspruchsvolle Flora eingewandert war, während strichweise noch große Eismassen auf der nordschweizerischen Ebene lagen. Diese Erscheinung weist auf eine verhältnismäßig schnelle Klimaänderung. (Vgl. ev. die heutigen Zustände in Alaska.) — Im Norden folgt dem Eise zwar zunächst überall eine arktisch-alpine Landflora, aber die zugleich auftretenden Wasserpflanzen der flachen Seen sind klimatisch anspruchsvollere Arten. Es muß also auch dort das Klima wärmer gewesen sein, als die Dryasflora vermuten ließ. Die Inkongruenz zwischen Land- und Wasserflora ist aus der Beschaffenheit des gänzlich unaufgeschlossenen Bodens zu erklären; allgemein sehen wir in einem gegebenen Klima auf schlechtem Boden Vegetationsverhältnisse, welche in schlechterem Klima auf besserem Boden sich wieder finden. — Die Reihenfolge der postglazialen Landfloren wird im Norden bestimmt durch Dryas, Birke, Kiefer, Eiche, Buche bzw. Heidekraut. Nun ist nach Ausweis der Verbreitung in den Gebirgen die Buche Charakterpflanze eines kälteren Klimas als die Eiche. Und es entstand die Frage, ob in der Tat das klimatische Optimum für das postglaziale Mitteleuropa bereits eine vergangene Periode bildet, oder ob andere Faktoren die pflanzen-

geographischen Erscheinungen hervorbrachten, welche einer Klimaverschlechterung zu entsprechen scheinen. — Eine Wechselagerung von Wald- und Moorschichten, welche einen wiederholten Wechsel feuchterer und trockenerer Zeiten widerspiegeln soll, habe ich nie wahrnehmen können, und ich schließe mich in dieser Frage den Ausführungen, welche JENS HOLMBOE¹⁾ für Norwegen geliefert hat, auch für Deutschland an. — In weiter Verbreitung sind pleistocäne Reste einer Fauna nachgewiesen, die nur auf sommerdürren Feldern leben konnte. Die Feststellung der Schichtenfolge im Alpenvorlande durch NÜESCH u. a. beweist, daß diese Fauna der älteren Hälfte des Postglazials angehört. Die anfänglich an NEHRINGS Funde geknüpfte Meinung, daß die Trockenheit der *Arctomys-Alactaga*-Zeit von bedeutender Wärme begleitet gewesen sein müsse, ist noch von NEHRING selbst aufgegeben. Die klimatischen Ansprüche jener Fauna entsprechen etwa Barnaul und der Umgebung des Altai bzw. den subalpinen Höhen des Ararat. — Damals, als eine nicht nur trockne, sondern auch heiße Zeit durch die Tierfunde nachgewiesen zu sein schien, waren gerade an einer ganzen Anzahl von nord- und mitteleuropäischen Plätzen Pflanzengemeinschaften festgestellt, welche an einzelnen, infolge besonderer Gestaltung oder Zusammensetzung des Bodens im Sommer stärker erwärmten Stellen gleichsam als Kolonien südlicherer Floren erschienen. LOEW²⁾ hatte gerade versucht, die Einwanderung dieser Pflanzengemeinschaften unter dem Einflusse der wechselnden Stromläufe zu erklären, als die „Steppentheorie“ eine bequemere Lösung des Problems zu bieten schien. Wenngleich nun die Verhältnisse sich so geändert haben, daß die Tierfunde zur Annahme einer trockenheißen Periode nicht mehr zwingen, so sind doch infolge des Arbeitens mit jener Theorie eine Menge pflanzengeographischer Tatsachen bekannt geworden, die sich durch sie gut erklären ließen, und für die andere Erklärungen teils noch nicht gegeben, teils noch nicht anerkannt sind. Und nicht wenige Botaniker vertreten die Ansicht, daß jetzt aus pflanzengeographischen Tatsachen selbständig eine trockenheiße Periode im Postglazial nachgewiesen werden könnte.

Ich habe demnach hier zu zwei Fragen Stellung zu nehmen. Erstens, ob sich aus florengeschichtlichen und pflanzengeographischen Tatsachen nachweisen läßt, daß der

¹⁾ Planterester i Norske torvmyrer 1903. — Vgl. Globus, Bd. 85, Nr. 24.

²⁾ Linnæa 42, S. 511 ff, 1878—1879.

Gegenwart eine Periode wärmeren Klimas vorausgegangen ist und zweitens, ob pflanzengeschichtliche und floristische Tatsachen vorliegen, aus welchen man auf eine trockenheiße (xerotherme) Periode im Postglazial schließen kann oder muß.

[Um nicht mißverstanden zu werden, wiederhole ich, daß die Existenz einer Trockenzeit mit subglazialen (subarktisch-subalpinem) Klima zwischen der letzten Eiszeit und der Bewaldung Mitteleuropas für mich außer Frage steht. Ich halte dafür, daß während der Eiszeit selbst ausgedehnte Lemmingfelder in Süd- und Mitteleuropa den paläolithischen Menschen als sommerliche Jagdgründe dienten, und daß überall da, wo im frühen Postglazial der Boden die Waldbildung aufhielt, Hamster, Ziesel usw. sich ansiedelten und sich hielten, bis der Wald ihre Felder überwuchs. Vgl. Globus, Bd. 65 (1894), Nr. 1 und Götting. Gelehrt. Anzeigen 1906, Nr. 12.]

I.

1. Zu einer Zeit, die in der Geologie schon als gegenwärtig, in der Anthropologie als jung-prähistorisch zu bezeichnen ist, wird in einem Teile der Ostseeländer die vorher den Hauptwaldbestand bildende Eiche durch die klimatisch viel anspruchslosere Buche zurückgedrängt. Das ließe mit Wahrscheinlichkeit auf eine Abkühlung schließen, wenn die Buche schon früher vorhanden und nur weniger häufig gewesen wäre. Aber sie wanderte damals erst ein. Wäre diese Einwanderung nur vom Klima abhängig, dann hätte sie viel früher, fast gleichzeitig mit der der Kiefer erfolgen müssen. Andere als klimatische Einflüsse müssen sie aufgehalten haben. Das anfängliche Fehlen der Buche und mancher anderer boreal-montaner Hölzer ließ die ins deutsche Küstenland kommende Eiche frei von einer starken Konkurrenz; sie hatte sich damals gleichsam *ὕπερ αἴσων* in der Nähe ihrer klimatischen Grenze zur Herrscherin des Waldes gemacht, bis die härtere Buche nachgerückt kam.

2. Das Nadelholz, namentlich die Kiefer, welche seit dem Ende der *Ancylus*-Zeit durch die Eiche stark zurückgedrängt war, hat jetzt wieder in Norddeutschland die Oberhand. Diese Wandlung beginnt ungefähr ums Jahr 1400 unserer Zeitrechnung, geht anfangs langsam, seit der Mitte des 18. Jahrhunderts viel schneller und dauert noch fort. Die Ursache liegt in veränderter Holz- und Waldwirtschaft des Menschen, die in diesem Falle vom Klima unabhängig ist. Dasselbe gilt von dem Verschwinden des Weinbaus aus der norddeutschen Ebene — das

dortige Gewächs war immer schauerhaft und verschwand, sobald der Import trinkbaren Stoffes gesichert schien¹⁾.

3. Die Wassernuß ist in jüngster geologischer Vergangenheit in einem großen Teile von Mitteleuropa ausgestorben. Sie ist ein einjähriges Gewächs und wie alle solche unfähig, erheblich lange Zeit an demselben Standorte auszuhalten. Neue Standorte kann sie nur besiedeln, wenn ihre großen schweren Früchte in ein anderes Gewässer gelangen. In früherer postglazialer Zeit muß das recht oft vorgekommen sein, sonst hätte die Art gar nicht im ehemaligen Vereisungsgebiete sich ausbreiten können. Aber wir wissen nicht, auf welche Weise die Nüsse damals verbreitet wurden, und wir wissen nicht, auf welche Weise sie heute verbreitet werden könnten, es sei denn durch menschliche Aussaat. Vielleicht hat die Ausrottung irgend eines Tieres die Pflanze ihres natürlichen Wanderungsmittels beraubt, so daß sie auf den Aussterbeetat kommen mußte²⁾.

4. *Najas marina* hat sich in Südkandinavien aus dem Süßwasser ins Salzwasser zurückgezogen. Ebendieselbe Wasserpflanze ist im Elsaß seit 1870 sehr viel seltener geworden, was wahrscheinlich mit der gleichzeitigen Einwanderung der Wasserpest (*Elodea*) zusammenhängt. Es ist sehr wohl möglich, daß *Najas* im schwedischen Postglazial nicht durch Klimaänderung, sondern durch nachwandernde konkurrierende Arten selten gemacht worden ist.

5. Die Hasel findet sich nach GUNNAR ANDERSSONS Untersuchungen in Schweden jungfossil unter Verhältnissen, die zurzeit keine andere Deutung gestatten als die, daß die mittlere Jahrestemperatur etwa seit dem Ende der *Ancylus*-Zeit um mehr als 2° C gesunken sei. Der Unterschied entspräche etwa dem von Brest und Stuttgart oder Stuttgart und Warschau oder dem von Lyon und Cassel. In Deutschland ist meines Wissens nichts festgestellt, was zur Annahme einer homologen Abkühlung berechtigen würde. Und es ist fraglich, wie groß das von diesem Temperaturabfall betroffene Gebiet sei; vielleicht haben ozeanische Stromablenkungen und kontinentale Niveauverschiebungen in Skandinavien allein abkühlend gewirkt.

¹⁾ Vgl. meine Aufsätze im Globus Bd. 61 (1892), Nr. 6 und 7, Bd. 63 (1893), Nr. 12, Bd. 64 (1893), Nr. 9 und Bd. 67 (1895), Nr. 5 sowie in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift, Jahrg. 6 (1891), Nr. 49 und Jahrg. 7 (1892), Nr. 52.

²⁾ Vgl. Globus, Bd. 79 (1901), Nr. 18.

II.

Wo in Deutschland besondere örtliche Verhältnisse auf beschränktem Raume das Wachstum solcher Pflanzenarten gestatten, denen es im allgemeinen bei uns zu kalt sein würde, da finden sich manchmal nicht nur einzelne Arten, sondern ganze Vegetationsformationen, deren nächste Standorte weit entfernt liegen. Diese Verhältnisse nötigen nicht zu der Annahme, daß einstmals ein wärmeres Klima die Einwanderung dieser Genossenschaften ermöglicht habe. Denn Pflanzen können über weite für sie unbewohnbare Zwischenräume hinweg die ihnen passenden Standorte erreichen. Auch die abgelegensten Inseln, die einsamsten Oasen haben Vegetation; geologisch junge hohe Berge, namentlich Vulkane, zeigen in ihrer subalpinen und alpinen Flora meist mehr Übereinstimmung mit weit entfernten Hochgebirgen als mit benachbartem Tieflande; — ehe sich Arten aus der Umgebung dem Höhenklima anpassen können, wandern schon angepaßte über weite Strecken zu¹⁾.

Wenn man die Wahrnehmungen einzelner Pflanzengeographen, aus denen eine xerotherme Periode erschlossen wird, zusammenstellt, merkt man alsbald, daß diese Theorien sich nicht auf eine Zeit vereinigen lassen. BRIQUETS xerothermische Periode der wälschen Schweiz fällt ins Magdalénien, die früheste Postglazialzeit. WEBERS nordwestdeutscher Grenztorf bildete sich in frühgeschichtlicher Zeit²⁾. POTONIÉS Aufsatz im Jahrbuch der K. preußischen Geologischen Landesanstalt für 1908 (XXIX, II, 2, S. 398 ff.) weist außerdem nach, daß die Grenztorfbildung weniger allgemeinen Charakter hat und eher durch lokale Ursachen bedingt ist. GUNNAR ANDERSSONS an der Hasel nachgewiesene Zeit der größten Wärme in Schweden fällt — auf deutsche Breiten übertragen — nach meiner Rechnung ins ältere Neolithicum, viel später als BRIQUETS xerotherme Periode, aber ein gut Teil früher als WEBERS Grenztorf. Zudem gilt jene Haselzeit nur als warm, nicht auch als dürr. Als eine Zeit großer Trockenheit im nordischen Postglazial ist von G. ANDERSSON³⁾ jüngst die Übergangszeit von der Dryas- zur Birkenperiode mit guten Gründen angesprochen, was mit meinen, hauptsächlich auf NÜESCHS Funde gegründeten Anschauungen über deutsche Verhältnisse übereinstimmt. Diese

¹⁾ Vgl. Botanische Zeitung 1909, S. 152 f.

²⁾ Vgl. meine Kritik in den Beiheften zum Botanischen Centralblatt, Bd. 7, S. 474 sowie Botanische Zeitung 1909, S. 154.

³⁾ Sveriges Geolog. Undersöknings Arsbok 3, 1909, Nr. 1, S. 54.

Zeit ist dieselbe, in welche BRIQUETS xerotherme Periode fällt; sie war auch im Vergleich mit der voraufgegangenen recht warm, anscheinend sogar wärmer als die nächstfolgende, aber doch subglazial, mit Temperaturen, die in Süddeutschland vielleicht die der jetzigen südsibirischen oder altaischen Steppen erreichten. Die warme Zeit der Eichenwaldbildung (auch die der größten Ausbreitung der Hasel in Schweden) fällt viel später — in die *Ancylus*-Periode — und von dieser ist es wieder mindestens fraglich, ob sie trockner gewesen sei als die Gegenwart.

Schluß.

Für Deutschland fällt das Ende der letzten Eiszeit zusammen mit einer schnellen Wärmezunahme und Trockenheit. Bevor aber eine der gegenwärtigen ähnliche Wärme erreicht ist, hat das Klima aufgehört, trocken zu sein. Eine vorübergehende Erwärmung über das Maß der Gegenwart hinaus ist nicht nachgewiesen. Alle pflanzengeschichtlichen und pflanzengeographischen Tatsachen lassen sich erklären, wenn man für das ältere Postglazial ein kühles und trocknes, für das jüngere ein dem heutigen gleichendes Klima annimmt. — Wenn jedoch vorausgesetzt wird, daß auf das kühle trockne Klima zunächst ein warmes trocknes und dann erst ein warmes feuchtes gefolgt sei, so läßt sich diese Vermutung natürlich nicht widerlegen, aber ebensowenig läßt sie sich beweisen. Die in Skandinavien unbestrittene Wahrnehmung, daß im jüngeren Postglazial (*Ancylus*-Zeit) die Jahrestemperatur eine Zeitlang 2° höher gewesen sei als die gegenwärtige, läßt sich auf Deutschland nur ganz vermutungsweise übertragen, ohne durch eine hier beobachtete Tatsache gestützt zu sein.

Einteilung und Bau der Moore.

Von Herrn E. RAMANN in München.

Die Einteilung der Moore ist in den letzten Jahren ein Gegenstand vielfacher Verhandlungen gewesen. Über Flach- und Hochmoor herrschte Einigkeit, nicht aber über die scheinbaren Übergänge zwischen beiden, die als Übergangsmoore, Mischmoore, Zwischenmoore unterschieden werden.

Die Aufnahmen der geologischen Landesanstalten und die umfangreichen Arbeiten der Moorkulturanstalten haben so viel neues Material gebracht, daß es erwünscht ist, den neuen Erwerb an Tatsachen für die Einteilung der Moore zu verwerten.

Die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Torfarten haben sich nicht so allgemeingiltig erwiesen, als man nach früheren Erfahrungen annehmen konnte. Es sind relativ mineralstoffreiche Hochmoortorfe und mineralstoffarme Flachmoortorfe analysiert worden. Es ist daher notwendig für die Einteilung der Moore die Biologie der torfbildenden Pflanzen heranzuziehen, und es soll versucht werden, zu zeigen, daß auf dieser Grundlage eine befriedigende Gruppierung der Moore möglich ist.

Hiernach teilen sich die Moore in drei grundsätzlich voneinander zu trennende Abteilungen der Verlandungsmoore, Waldmoore (Trockentorf) und der Hochmoore.

Die Bezeichnung „Verlandungsbestände“ für torfbildende Pflanzengenossenschaften ist für alle Pflanzenvereine anzuwenden, die durch ihre Ablagerungen stehende oder langsam fließende Gewässer ausfüllen.

Alle Moore, deren Torf aus Verlandungsbeständen hervorgegangen ist, bilden eine besondere Moorform. Eine solche wäre je nach der Pflanzenart oder zweckmäßiger nach den Pflanzenvereinen, die torfbildend auftreten, in ihrer Benennung weiter zu gliedern.

Die Schlammbildungen des Planktons und der flutenden Wasserpflanzen sollen, weil hinlänglich bekannt, nicht in diese Erörterung einbezogen werden.

Von den echten torfbildenden Pflanzengenossenschaften sind zu besprechen:

Schilfgenossenschaft (Arundinetum, Phragmitetum); es sind bestandbildende Arten, deren Wurzeln unter Wasser wachsen, während die vegetativen Teile sich frei über das Wasser erheben. Zwischen den Einzelpflanzen bleibt freies Wasser. Das gemeine Schilf hat dieser Formation als ihr häufigster Vertreter den Namen gegeben; es sind aber auch die oft selbständig vorkommenden Bestände von *Scirpus-lacustris* und seinen Verwandten, *Equisetum palustre*, *Cladium mariscus* biologisch hierher zu rechnen. Für die Kartierung, soweit sie überhaupt die herrschenden torfbildenden Bestände berücksichtigen will, wären diese Pflanzenvereine einheitlich zu behandeln und höchstens als Unterabteilungen einer biologischen, torfbildenden Gruppe zu betrachten.

Genossenschaft der Seggen oder besser der Cyperaceen. Die Pflanzen dieser Genossenschaft wachsen in geschlossenen Beständen oder doch in größeren Bülden, so daß zwischen den Einzelpflanzen Raum für freies Wasser nicht verbleibt. Den hochwüchsigen *Carex*-Arten entspricht das Magnocaricetum, den niedrigwüchsigen das Parvocaricetum. Beide können nur als Unterabteilungen des Cyperacetums betrachtet werden, eine Bezeichnung, welche schon deshalb vorzuziehen ist, als zahlreiche Gattungen der Cyperaceen wichtige Glieder dieser Formation sind.

Dieser Formation kann man jene Cyperaceen zuzählen, welche mehr oder weniger reichlich auch auf Hochmoor auftreten, z. B. *Rhynchospora alba*, *Eriophorum*-Arten, die im Hochmoor zumeist nasse Stellen bevorzugen und hier bis zu einem gewissen Grade verlandend wirken.

Die bisher besprochenen Pflanzenvereine bilden eine Reihe mit abnehmendem Nährstoffbedürfnis. Im allgemeinen steigt die Anforderung dieser Pflanzen mit der Masse der erzeugten organischen Substanz; daneben macht sich aber noch die Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen (*Phragmites* entwickelt sich noch dürrtig auf Hochmoor und geht anderseits bis in brackisches Wasser) sowie die Widerstandsfähigkeit gegen reichlich gebotene Mineralstoffe geltend, so daß man zwischen einer Hartwasser- und einer Weichwasservegetation unterscheiden kann. Zu der ersten gehören alle hochwüchsigen Pflanzen der Verlandungsbestände, zu der letzteren bereits verschiedene Bewohner des Parvocaricetums.

Unter den Moosen gehören namentlich *Hypnum fluitans*, *giganteum* und *trifarium* zur ersten, *Hypnum scorpioides*, *sarmentosum*, *Dicranum Bojeani* und *Bergeri*, *Aula commium palustre* usw. zur zweiten Abteilung. Jene Moose schließen sich teils schwimmend

den schlammbildenden Beständen an, teils sind sie Zwischenwohner des Arundinetum; diese bilden eine selbständige Form der Verlandungsbestände; auf die man besser allein die Bezeichnung Hypnetum beschränkt.

Hypnetum. Die Formation desselben setzt sich aus Moosarten zusammen, die zunächst auf stehenden Gewässern eine dünne schwimmende Decke bilden. Hierdurch wird die Zirkulation des Wassers durch vertikale Strömungen vermindert, und die atmosphärischen Niederschläge sammeln sich in Schichten auf dem Wasser des Sees an¹⁾. In kälteren Gebieten mit schwacher chemischer Verwitterung ist auch vielfach der Salzgehalt des Wassers an sich so gering, daß die Pflanzen des Hypnetum unmittelbar Gedeihen finden. Zu dessen Bewohnern gehören auch bestimmte *Sphagnum*-Arten, namentlich die *subsecundum*-Gruppe.

PAUL²⁾ hat nachgewiesen, daß die Arten der Gattung *Sphagnum* gegen Salze sehr verschieden empfindlich sind. Während einige Arten sofort absterben wenn auch nur die schwächste alkalische Reaktion auftritt, und auch sonst bestimmte Stoffe, z. B. Phosphate (wahrscheinlich auch Kalisalze) auf sie giftig wirken, sind andere Sphagneen viel widerstandsfähiger. Diese Sphagneen sind vielfach Bewohner des Hypnetum und gehören dann mit den übrigen Moosen zu den echten Verlandungsbeständen.

Es kann zweifelhaft sein, ob man Moore mit viel allochthonen Bestandteilen, die oft wesentlichen Anteil an der Torfbildung nehmen, abtrennen soll; es sind dies jedoch sogut wie ausschließlich kleine, von Wald umgebene Moore (die Waldmoore STEENSTRUPS), die hierher gehören, so daß man berechtigt ist, sie den Verlandungsmooren zuzuzählen und nach ihrer herrschenden Vegetation zu bezeichnen.

Ebenso sind die Hangmoore und Quellmoore den Verlandungsmooren und, sofern mit Sphagneen bewachsen, den Hochmooren zuzuzählen.

Es sind demnach die Verlandungsmoore (Flachmoore, Riede) in drei bei der Kartierung eventuell zu unterscheidende Gruppen zu teilen: Arundineten, Cyperaceten, und Hypneten.

Nach Abschluß der Verlandung ist die frühere Wasseroberfläche festes Land geworden und bietet die Bedingungen für eine andersartige Vegetation, welche jetzt günstigeres Gedeihen

¹⁾ Vgl. RAMANN. N. Jahrb. f. Miner., Geol. usw., Beilageband X. (1886).

²⁾ Mitt. bayr. Moorkulturanstalt. 2.

findet als die früher herrschenden Gewächse. Es sind dies Gramineen und Baumarten.

Die Torfzerstörer. Die Gramineen, die auf den Torfböden zunächst auftreten, sind fast alle mit sehr zahlreichen Wurzeln ausgerüstet, die entweder lang, fadenförmig sind (Typus der *Molinea coerulea*) oder ein dichtes Geflecht von Faserwurzeln bilden (Typus der *Deschampsia (Aira) flexuosa*). Der Torf wird von den Wurzeln durchwachsen und hierdurch in seinem Zusammenhang gelockert und endlich, zugleich unter Mithilfe der vorhandenen Tierwelt, in eine gleichmäßig zerteilte Masse (Modererde) übergeführt. Häufig auftretende echte Torfzerstörer sind: *Molinea coerulea*; *Aira fluvo*; Arten von *Festuca*; *Nardus stricta*.

Die Torfzerstörer fallen nicht in den Bereich der Kartierung; die unterlagernden Böden sind nach der Art des Torfes oder, sofern er schon völlig zerkleinert ist, als Moorerde einzutragen.

Die Baumarten, welche die verlandeten Moore besetzen sind nach Klima und Torf verschieden; ihr Verhalten unterscheidet sich auf Humusboden nicht wesentlich von dem auf Mineralboden, und fallen die Veränderungen des Bodens unter Wald zusammen mit der Torfbildung auf trockenem Boden.

Die Torfbildung auf dem Trockenem.

Die Ablagerungen des Trockentorfes, besser Waldtorf, sind wiederholt beschrieben. Baumreste aller Art, namentlich Blätter und Nadeln, Zweige, Fruchtschuppen, Wurzeln, untermischt mit Resten der Bodenvegetation, bilden Torfschichten von wechselnder Mächtigkeit. Je nach Baumart und nach den torfbildenden Pflanzen, sind die Eigenschaften des Torfes verschieden, so daß man Buchen-, Fichten-, Birken-, Erlen- usw. Torf unterscheiden kann.

Solange man die Vorgänge der Zersetzung abgestorbener organischer Reste nur auf chemische Vorgänge zurückführte, befremdete die Torfbildung auf trockenem Mineralboden. Legt man jedoch die biologische Betrachtung zugrunde, so verlaufen Verwesung und Fäulnis gleichzeitig nebeneinander, und die Bildung des Trockentorfes erklärt sich in einfacher Weise¹⁾.

Nasse, baumbestandene Gelände hat man als Brücher bezeichnet. Am ehesten läßt sich dies für die Erlenbrücher

¹⁾ Die ausführliche Begründung dieser Sätze würde hier zu weit führen; sie findet sich in der demnächst erscheinenden 3. Auflage meiner „Bodenkunde“.

rechtfertigen; da jedoch die Erle wohl ins Wasser geht, aber ihren normalen Standort doch auf festem Boden hat, so liegt keine Notwendigkeit vor, die Ablagerungen der nassen und trockenen Wälder zu trennen.

Der Trockentorf ist eine selbständige Torfform und ist (sofern die Schichten mächtig genug sind) auch bei der Kartierung von anderen Torfarten abzutrennen.

Zerstörer des Trockentorfes sind namentlich *Deschampsia (Aira) flexuosa* und andere Gräser; unter ihrer Einwirkung gehen die schwächeren Torfablagerungen bald in Modererde über oder verfallen mehr oder weniger vollständig der Verwesung.

Die Hochmoore.

Als Hochmoor bezeichnet man die Ablagerungen der Reste von Moosen, namentlich Sphagneen und ihnen biologisch nahestehenden Arten. Die anderen Pflanzen der Hochmoore sind von geringer Bedeutung, und ihr biologisches Verhalten ist noch zu wenig bekannt, um sie zu berücksichtigen. Neben den Torfmoosen sind als Torfbildner der Hochmoore zu nennen: *Sheuchzeria palustris*, *Eriophorum vaginatum*, *Scirpus caespitosus*.

Die Torfmoose bilden eine Gruppe von Pflanzen, die biologisch von anderen Pflanzenvereinen durch die Unabhängigkeit ihrer Lebensbedingungen von anderen als klimatischen Einflüssen abweicht.

Die schwammige Beschaffenheit ihres Baues und besondere anatomische Eigentümlichkeiten befähigen die Sphagneen, Wasser zu speichern. Demselben Zweck dient auch der bültige Wuchs in trockenen Lagen¹⁾. Hierdurch machen sich die Sphagneen bis zu einem gewissen Grade unabhängig vom örtlichen Wassergehalt.

Der Bedarf der Torfmoose an mineralischen Nährstoffen ist gering, zu seiner Befriedigung genügt die überall vorhandene äolische Zufuhr; der Stickstoffbedarf wird wahrscheinlich überwiegend durch direkte Absorption von Ammon aus der Luft gedeckt, zum Teil auch aus den Stickstoffverbindungen der Atmosphärischen Niederschläge.

¹⁾ Die Torfmoose bilden zwei Arten von Bülden (C. WEBER: Torfmoor von Augstmal, S. 22 u. 39). Die lockeren Bülden der nassen Hochmoore sind Folge von örtlich günstigen Wuchsbedingungen, zumal im Schutze von Heidesträuchern usw. Die festen Bülden der trockenen Lagen mit dicht zusammengedrängten Köpfen der einzelnen Moostriebe sind eine Form des Trockenschutzes und bestimmt, die Wasserkapazität zu steigern sowie die Verdunstung herabzusetzen.

Durch die Fähigkeit, Wasser zu speichern und von den Mineralstoffen des Untergrundes unabhängig zu sein, charakterisieren sich die Torfmoore als eine eigenartige Pflanzenformation, die mit keiner anderen gleichgestellt werden kann, und deren Ablagerungen, als unter abweichenden Bedingungen entstanden, auch von allen anderen Humusformen abzutrennen sind.

Bisher nicht genügend bekannt ist die Biologie der anderen Bewohner des Hochmoores.

Das Wollgras, *Eriophorum vaginatum*, findet sich auch in Verlandungsbeständen und kennzeichnet sich durch zahlreiche und dichte Wurzeln als abhängig von der Ernährung aus dem Untergrunde. Wollgras wächst vereinzelt zwischen den Torfmoosen, im geschlossenen Bestände besiedelt es die nassen Stellen der Hochmoore. Es ist wahrscheinlich als ein Vertreter der Verlandungsbestände sehr nährstoffarmer Gewässer zu betrachten.

Scheuchzeria palustris kenne ich in ihrem Auftreten nicht hinreichend, um eine bestimmte Meinung zu äußern. Sie scheint aber noch mehr als Wollgras ein Vertreter der Verlandungsbestände zu sein.

Scirpus caespitosus zeigt sehr verschiedenes Verhalten, und ist es zweifelhaft, ob diese Pflanze als Vertreter der Verlandungsbestände oder als Torfzerstörer zu deuten ist. Das Vorkommen im Parvocaricetum schließt *Scirpus caespitosus* den Torfbildnern der Verlandungsbestände an, das Auftreten auf Hochmoortorf spricht dagegen eher dafür, in dieser Binse einen Torfzerstörer zu sehen. Nach AANESTAD¹⁾, den ich als sehr zuverlässiger Beobachter kennen lernte, tritt im Küstengebiet Norwegens *Scirpus caespitosus* überall im Hochmoor auf und verdrängt die Sphagneen, wenn die Schneebedeckung ungenügend wird. Die Sphagneen sind empfindlich gegen Freilage im Winter, sie leiden, wie der Norweger sagt, unter „isbrand“, der Wirkung der Sonnbestrahlung bei niedrigerer Temperatur. Dies ist wohl die wichtigste Ursache, weshalb die Sphagneen sowohl im Hochgebirge wie im Norden nur wenig über die Wald- oder Buschwaldgrenze hinausgehen.

Das Verhalten der drei wichtigsten phanerogamen Begleitpflanzen der Torfmoose läßt eine endgültige Entscheidung noch nicht zu; treten sie geschlossen im oder auf dem Hochmoor auf, so sind sie als Unterabteilungen der Hochmoore zu behandeln.

¹⁾ Skogsgraensens Synkning. Tidsskr. for Skogbrug (Norwg.) 1905, S. 77.

Geologische Kartierung der Humusablagerungen.

Die geologische Kartierung der humushaltigen oder humosen Ablagerungen hat demnach folgende biologische Gruppen zu berücksichtigen. Die selbständige Ausscheidung der Unterabteilungen wird man von ihrer Verbreitung und Wichtigkeit und endlich von den Zielen der Aufnahme abhängig machen:

1. Schlammablagerungen,
2. Verlandungsmoore mit den Untergruppen:
 - Torf, hervorgegangen aus:
 - a) Phragmitetum,
 - b) Cyperacetum (Caricetum),
 - c) Hypnetum,
 - Modererden,
3. Waldtorf, einschließlich der Brücher,
4. Hochmoortorf.

Es ist nicht zu verkennen, daß die vorgeschlagene Einteilung der Moore sich wieder den Anschauungen von LESQUEREUX nähert. Der wesentlichste Unterschied gegenüber der herrschenden Einteilung ist im Wegfall der Zwischenmoore zu sehen, für die bei der schärferen Trennung von Verlandungsmooren und Hochmooren kein Platz mehr bleibt. Bisher sind als Zwischenmoore zumeist Hypneten, dann Teile des Parvocaricetum und Humusböden mit torfzerstörenden Pflanzen bezeichnet worden.

Beginnende Hochmoorbildungen sind nach den allgemeinen Grundsätzen zu behandeln. Ist ihre Mächtigkeit zu gering, um eingetragen zu werden, so fallen sie aus; ist die Mächtigkeit ausreichend, so ist Hochmoor auf Verlandungsmoor oder auf Waldtorf einzutragen.

Beziehungen zwischen Klima und dem Aufbau der Moore.

Von Herrn E. RAMANN in München.

Die Beziehungen zwischen Klima und Verbreitung der Moore sind schon von den ersten Moorforschern erkannt worden. Für alle biologischen Fragen, insbesondere für die Pflanzenwelt, sind Temperatur, Höhe und zeitliche Verteilung der Niederschläge, Verdunstung die drei wichtigsten Faktoren. Es ist bedauerlich, daß die meteorologischen Zusammenstellungen für die wichtige Bestimmung der Verdunstung versagen, und daß selbst so einfache Aufstellungen wie Sättigungsdefizit oder die noch aufnehmbaren Gramm Wasser für ein Kubikmeter Luft nicht veröffentlicht werden.

Im allgemeinen wird man sich den Ausführungen C. WEBERS anschließen können und das Wachstum der großen Hochmoore als eine Funktion des Klimas anzusprechen haben¹⁾. Dagegen ist bisher nicht untersucht, in welchem Umfange durch die moorbildenden Pflanzen und die Eigenschaften ihrer Ablagerungen Änderungen der Hochmoor-Flora hervorgerufen werden können.

An das Vorkommen von Baumresten in Hochmooren verschiedener Gegenden und an die Grenztorfschicht in den norddeutschen Hochmooren knüpfen sich umfangreiche Erörterungen über anzunehmende Klimawechsel.

Die Torfhügel der nordeuropäischen Tundra.

Die Hügeltundra, die an der Nordgrenze Europas breiten Raum einnimmt, bietet dem Auge das Bild einer Reihe von Torfhügeln oder besser Torfwällen, die annähernd gleiche Höhe erreichen und zumeist an der Oberfläche nackten, freiliegenden Torf tragen; sie ist mithin eine abgeschlossene Torfbildung mit an der Oberfläche abgestorbenen Moorpflanzen. In den mäandrisch gewundenen Rillen, welche die Wasserabfuhr ver-

¹⁾ Hochmoor von Augstamal.

mitteln, wächst Wollgras und Sphagnum reichlich, an den Hängen der Torfhügel sprossen Zwergbirke und Krähenbeere. Da mir eine gute Abbildung der Torfhügeltundra bisher nicht bekannt geworden ist und da auch Photographien wegen der ungenügenden Farbenkontraste keine richtige Vorstellung vermitteln, ließ ich unter Zuhilfenahme von solchen Photographien das Habitusbild einer Hügeltundra farbig herstellen.

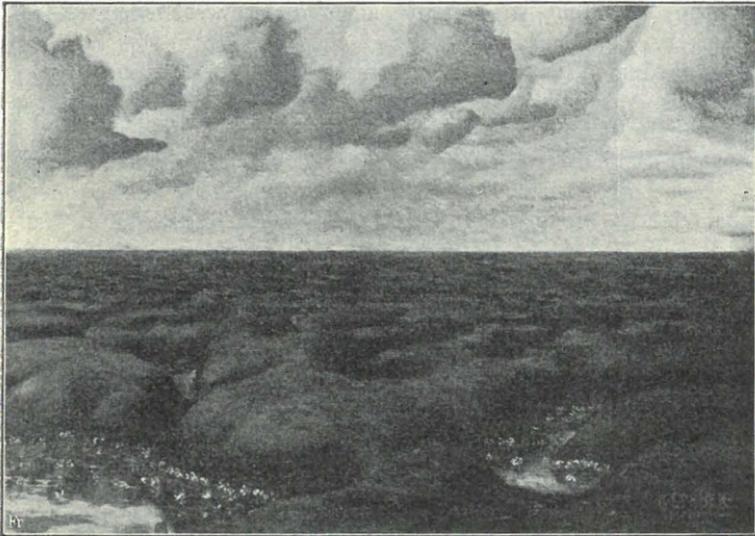


Fig. 1.

Torfhügeltundra (Habitusbild).

Trotzdem in der Tundra ein völliger Wechsel der Vegetation eingetreten und der frühere torfbildende Sphagnumbestand an der Oberfläche der Torfhügel vernichtet ist, habe ich in keinem Reiseberichte die Annahme einer Klimaänderung zur Erklärung gefunden. Die Ursachen des Absterbens der Torfmoose lassen sich unzweifelhaft erkennen; es ist das Ansteigen des Eisbodens unter der Torfschicht und das Überwachsen der Sphagneen durch Flechten, besonders durch *Lecanora tartarea*, die lebende und leblose Körper in jenen Regionen gleichmäßig überzieht¹⁾.

¹⁾ Vergl. KUILMAN: Pflanzenphysiolog. Stud. aus Russisch-Lapp-land.

Über die Bildung und den Aufbau der Torfhügel mögen folgende kurze Angaben genügen. Im westlichen Lappland kann man die Bildung von Torfhügeln an sehr vielen Stellen in allen Stadien verfolgen, wenn auch die Sphagneen weniger vorherrschend sind, als man erwarten sollte.

Der Ausgangspunkt der Hügel sind ebene Lagen und flache Seen, im letzten Falle finden sich namentlich Hypneten, aber mit ausgesprochen hügeligem oder wallförmigem Wuchse der die Wasserfläche überragenden Torfmassen. REUSCH beschreibt ähnliche Formen wiederholt aus dem westlichen Nordnorwegen.

Auf dem Trocknen sind zumeist Sträucher, zumal *Betula nana*, der Ausgangspunkt des Mooswuchses. Unter den älteren Moorhügeln findet sich fast stets eine mehr oder weniger mächtige Schicht von Reisertorf (*Betula nana*, *Empetrum nigrum*).

Das Innere der Torfhügel ist Eisboden. In Lappland findet sich während des ganzen Jahres-Eis wohl nur unter Torf; auf Mineralboden ist es sehr selten, auf nassen Stellen nie vorhanden. Durch das Hochwachsen der Torfes steigt die Eisschicht immer mehr an, die Versorgung der Sphagneen mit Wasser gestaltet sich ungünstiger, und dies führt dazu, die Flechten herrschend zu machen. Die Torfmoose werden überwachsen und getötet. Die großen Unterschiede in der Wasserkapazität zwischen dem wasserreichen Torfe und den trocknen Flechten veranlaßt, daß die Flechtenschicht bei Frost abgesprengt und vom Winde entführt wird; der Torf liegt dann bloß zu Tage.

In den tieferen Lagen zwischen den Torfwällen sammelt sich Wasser an, welches langsam abfließt und Gelegenheit gibt, daß am Hange der Torfwälle durch die Wirkung des Frostes Stücke abgesprengt werden; man findet oft Spalten im Torfe, welche den Rüllen parallel laufen und halb abgesprengte Torfstücke an den Seiten. In den Rüllen wachsen *Sphagnum* (zumeist *Sph. Sternbergii*), Wollgras usw. gut, am unteren Teile der Hänge der Wälle sind Moose und namentlich Reiser im üppigen Wuchse. Es sind dies typische Beispiele der „regressiven Moorbildung“, der Zerstörung vorhandener Torfschichten namentlich durch Frostwirkung.

Die Beziehungen zwischen Eisboden und Absterben der Torfmoose treten überall zutage. Die Hügel sind bis zu 30—40 cm aufgetaut, darunter liegt ein fester Eiskern. Das Absickern der atmosphärischen Niederschläge erfolgt in den schmalen, selten über 10—30 m breiten Wällen leicht, und die kapillare Wasserleitung reicht nicht aus zur Versorgung der Feuchtigkeit fordernden Torfmoose.

Die Abtötung der Sphagneen erfolgt daher in der Hügeltundra durch Emporrücken des Bodeneises; es ist ein Vorgang, der durch physikalische Wirkungen hervorgerufen wird, die von der emporwachsenden Vegetation und den Eigenschaften des Torfes (geringe Wärmeleitung) veranlaßt sind.

Es mag noch bemerkt werden, daß der fortschreitende Rückzug der nördlichen Waldgrenze durch Versumpfung und Vorrücken des Hochmoores bewirkt wird und mit Klimaänderungen nicht in Beziehung steht.

Die Hochmoore.

Da der Sphagnumwuchs der meisten Hochmoore Mittel- und zum Teil auch Nordeuropas nicht mehr die einstige Üppigkeit besitzt, nahm man an, die Jetztzeit entspreche einer Trockenperiode, die durch ihr Klima den Rückgang der Hochmoorbildung involviere.

Beobachtungen, die ich während einer Reise nach den russischen Ostseeprovinzen machte, ließen mich die Richtigkeit dieser Hypothese zuerst bezweifeln. Ich hatte nämlich Gelegenheit, dort nebeneinander in vollem Wuchse begriffene; heidewüchsige und waldbestockte Hochmoore, kennen zu lernen. Die räumliche Entfernung war sicher so bedeutungslos, daß ein wirksamer Unterschied in den klimatischen Verhältnissen der einzelnen Moore nicht vorhanden sein konnte. Unter Wald war der Charakter des festen Hochmoortorfes nahezu verloren gegangen, er machte den Eindruck lose zusammengelagerter Bruchstücke und Zweige von *Sphagnum*.

In den kleinen Waldmooren Norddeutschlands mit ihrem oft sehr üppigen Wachstum der Sphagneen sind keine Anhaltspunkte dafür zu finden, daß das herrschende Klima der Hochmoorbildung ungünstig wäre. Dies führte zur Untersuchung der Frage, ob nicht im Hochmoor selbst Ursachen vorhanden seien, die seine weitere Entwicklung beeinflussen.

Der typische Bau der norddeutschen Moore, denen sich die süddeutschen und österreichischen ähnlich verhalten, ist bekannt. Eine Waldtorfschicht oder ein Verlandungsmoor bildet das Liegende; es folgt eine mächtige Schicht von stark zersetztem Sphagnumtorf („älterer Moostorf“ nach WEBER), der durch eine Zwischenlage („Grenztorf“) von wenig zersetztem, stark porösem Sphagnumtorf („jüngerer Moostorf“) getrennt und von einer Torfschicht überlagert wird („Bunkerde“), die von der zur Zeit herrschenden Vegetation, Heide, Flechten usw., gebildet ist. Die „Grenzschiicht“ zeigt Reste der-

selben Pflanzen, die heute die meisten Moore bedecken, und daher ist der Schluß berechtigt, daß sie unter ähnlichen Bedingungen wie die zur Jetztzeit vorhandenen gebildet wurde.

Es ergeben sich demnach für die Mehrzahl der großen Hochmoore zwei Perioden vorherrschenden und zwei Perioden geringen Wachstums der Sphagneen entsprechend einer starken und schwachen Torfbildung.

Die Erfahrungen der Moorkultur haben gelehrt, daß die kapillare Hubhöhe des Wassers im porösen Sphagnumtorfe durchaus nicht so groß ist, als man angenommen hat; daß eine Entwässerung von weniger als Metertiefe schon ausreicht, die Wasserzufuhr unter den in Norddeutschland herrschenden Verhältnissen für eine kräftige Vegetation ungenügend zu gestalten. Es ist nicht anzunehmen, daß die Verdunstung der nassen Sphagnumdecke geringer ist als die einer anderen Pflanzendecke. Es wird daher Wassermangel eintreten, wenn die Schichten des Moortorfes eine größere Mächtigkeit erreichen. Die Sphagneen können dann nicht mehr aus den tieferen Schichten mit Wasser versorgt werden und sind auf jene Mengen angewiesen, die sie in ihrer wachsenden Schicht festzuhalten vermögen. Es werden dann zwei wasserreiche Lagen vorhanden sein, eine tiefliegende und die Oberschicht, beide durch trockneren Torf getrennt. Es trifft sich sehr günstig, daß POTONIÉ¹⁾ kürzlich diese Beobachtung in kanadischen Hochmooren direkt gemacht hat.

Erreicht die Schicht des porösen Moortorfes größere Mächtigkeit, so tritt in trockeneren Zeiten Wassermangel für die Sphagneen ein, der schließlich einer anderen Flora zur Herrschaft verhilft. Diese wird so lange dauern, bis der Sphagnumtorf durch Zersetzung sein Volumen verringert hat und hierdurch für Wasser schwer durchlässig wird; dann sind wieder die Voraussetzungen für einen üppigen Wuchs der Torfmoose gegeben: die Torfablagerung beginnt von neuem.

Einem solchen Turnus entspricht tatsächlich der Bau unserer meisten Moore.

Der untere Moortorf ist stark zersetzt und in eine homogene Masse von sehr hoher Wasserkapazität umgewandelt. Man kann diese Lagen, die oft nur 8 % Trockensubstanz enthalten, einem Wasserreservoir vergleichen. Zur Zeit seiner Ablagerung aber ist dieser Torf wohl ebenso porös gewesen, als der jüngere Moortorf es zumeist noch ist. Hält man diese Annahme nicht für zulässig, dann müßten ganz abweichende

¹⁾ Sitzb.-Ber. preuß. Akad. d. Wiss. 1908.

Verhältnisse der Vertorfung geherrscht haben, was doch unwahrscheinlich ist. Mit der fortschreitenden Verwitterung des älteren Moortorfes wird eine wesentliche Verminderung des Volumens, ein Zusammensacken des Torfes verbunden gewesen sein, wodurch die Wasserversorgung der nun einsetzenden Sphagnumvegetation so lange gesichert war, bis die neu gebildete Torfschicht wieder zu mächtig wurde. Es ist also anzunehmen, daß in der Entwicklung der Torfmoore dieser Vorgang wiederholt auftreten kann, ohne daß deshalb eine Änderung der klimatischen Verhältnisse angenommen werden muß.

Für die gegebene Erklärung spricht auch, daß wir in der Lage sind, für einzelne Moore die Zeit der Grenztorfbildung festzulegen. Die Moordämme, darunter solche unzweifelhaft aus römischer Zeit, sind auf oder in der Grenztorfschicht angelegt. Es kann dies nicht wundernehmen, denn ein Bohlweg in einem üppig wachsenden Sphagnummoor würde einsinken und mindestens während des größten Teiles des Jahres unter Wasser stehen, d. h. seine Anlage würde sich überhaupt nicht gelohnt haben. Ein großer Teil des „jüngeren Moortorfes“ muß sich demnach im Verlaufe der letzten zwei Jahrtausende gebildet haben.

Es würde nun schwer sein, die Annahme zu begründen, daß zwischen der Zeit der römischen Einbrüche in Deutschland und der Jetztzeit eine wesentlich feuchtere Zeit bestanden hat als heute. Der oft angeführte Rückgang der Verbreitung des Weinbaues erklärt sich hinreichend aus den wirtschaftlichen Verhältnissen und würde zudem eher auf eine wärmere und trockenere, also für die Torfbildung ungünstige Periode deuten. Es ist daher vorzuziehen, die Schichtenfolge der Hochmoore durch kontrollierbare Eigenschaften und nicht durch einen hypothetischen Klimawechsel zu erklären.

Die Mächtigkeit der Moortorfes, bei der die ungenügende Versorgung der Sphagneen mit Wasser einsetzt, ist verschieden nach der Menge der Niederschläge, der Verdunstung und der räumlichen Ausdehnung der Moore. In einem kleinen Hochmoor von geringem Umfange werden 40—60 cm Moostorf genügen, den Sphagnumwuchs zu hemmen, in einem sehr ausgedehnten Hochmoore wird dagegen die Wasserabfuhr stark verlangsamt, der Wasserspiegel kann viel höher ansteigen und damit auch die Moostorfes viel größere Mächtigkeit erreichen.

Vieles spricht dafür, daß die Zeiten der verminderten Torfbildung länger dauernde sind als die des raschen Wachstums der Sphagneen. Es hat wenig Wahrscheinlichkeit

für sich, daß die Verwitterung und Umlagerung des porösen Moostorfes ohne Mithilfe von tiefwurzelnden Pflanzen rasch fortschreitet; die Erfahrung lehrt, daß z. B. an Baumstämme die Struktur lange erhalten bleibt. Ist auch der Moostorf viel leichter veränderlich als etwa ein Kiefernstamm, so scheint es doch richtiger, auch hier mit langen Zeiträumen zu rechnen. Es erklärt sich hieraus, daß die Zahl der im raschen Wachstum befindlichen Moore klein, die der stagnierenden groß ist.

Die skandinavischen Moore mit ihren Zwischenlagen von Baumschichten sind mir nicht hinreichend bekannt, um über diese Vorkommen eine bestimmte Meinung zu äußern; soweit ich sie kennen gelernt habe, glaube ich aber ähnliche Ursachen des Vegetationswechsels annehmen zu dürfen, wie sie im vorstehenden für die mitteleuropäischen Verhältnisse entwickelt worden sind.

Bis zu einem gewissen Grade mag auch der Einfluß des Menschen mitgewirkt haben, das Wachstum der Sphagneen zu schädigen; dies kann aber nur für kleinere und die Grenzgebiete größerer Moore gelten.

Die Erscheinung daß in der Regel nur eine Grenztorfschicht vorhanden ist, läßt sich aus dem jungen geologischen Alter der Moore erklären, die als postdiluviale Bildungen sich unter sehr ähnlichen Bedingungen gebildet haben.

Das Ergebnis der Ausführungen läßt sich etwa wie folgt zusammenfassen:

1. Die Änderung der Hochmoorflora kann in einem Ansteigen von Eisschichten unter der Vegetation und die damit Hand in Hand gehende Minderung der Wasserzufuhr durch kapillaren Aufstieg begründet sein; das ist der Fall bei den Torfhügeln der Tundra. Dieser Vorgang wird ermöglicht durch die physikalische Eigentümlichkeit des Torfes, als Isolierschicht für Wärme zu wirken.
2. In den mitteleuropäischen Hochmooren ist der Florawechsel und die Schichtenfolge der Moore bedingt durch die physikalischen Eigenschaften des Moostorfes dessen kapillare Wasserhebung zur Versorgung der Sphagneen in trocknen Zeiten versagt, sobald die Mächtigkeit der porösen Moostorfschicht eine bestimmte Höhe erreicht.
3. In beiden Fällen ist die Annahme eines Klimawechsels zum Verständnis des Schichtenbaues und des gegenwärtigen Zustandes der Moore unnötig.

Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit?

Von Herrn C. A. WEBER in Bremen (Moor-Versuchs-Station).

Die Vorstellung, die ich mir von den Veränderungen des nach der letzten Eiszeit wieder gemäßigt gewordenen Klimas unseres Landes gebildet habe, knüpft an Beobachtungen an, die ich bei Untersuchungen über den Aufbau von Mooren Norddeutschlands gemacht zu haben glaube. Ich bin daher genötigt, zur Begründung meiner Meinung diesen Aufbau und die Umstände, die auf seine Gestaltung in Einzelfällen Einfluß haben, darzulegen, soweit es der zur Verfügung gestellte Raum gestattet¹⁾.

Bei Moorbildungen handelt es sich bekanntlich um die natürliche Aufhäufung toter Pflanzenmassen, die sich unter dem Einflusse dauernder und mindestens zeitweilig großer Feuchtigkeit in Torf verwandeln.

Durch die Aufhöhung wird die Lage der Oberfläche des Geländes zum Grundwasser oder zum Spiegel des den Boden bedeckenden Wassers geändert. Das Gewässer wird flacher, es wird endlich durch die organogenen Massen gänzlich ausgefüllt. Die Humusablagerung kommt aber, wenn diese Stufe erreicht ist, nicht zum Stillstand, sondern geht in unserm Klima weiter, so daß sich das Moor über den Spiegel des ehemaligen Gewässers beziehungsweise über den ursprünglichen Grundwasserstand erhebt, und seine Abwässerung erfährt eine entsprechende Änderung.

Dieser Wechsel der Feuchtigkeitsverhältnisse bedingt einen Wechsel in der lebendigen Vegetationsdecke, in den Pflanzenvereinen, deren tote Reste das Moor bilden. Denn in flacher

¹⁾ Ich werde in meinen Ausführungen hier und da genötigt sein, Untersuchungen über das in Rede stehende Thema zu streifen, die ich seit längerer Zeit verfolge, aber noch nicht habe vollenden können. Ich bitte, die bezüglichen Bemerkungen als vorläufig zu betrachten, und werde ausführliche Mitteilung nach Abschluß der Einzelarbeiten machen, sowie Zeit und Umstände es mir gestatten.

gewordenem Wasser können Pflanzen Fuß fassen, die in tieferm Wasser nicht zu gedeihen vermögen, und indem sie es tun, verdrängen sie die Pflanzen des tiefern Gewässers. Erhebt sich aber die Mooroberfläche über dessen Spiegel oder über den des Grundwassers, so treten noch andere Pflanzen auf, die weniger Nässe ertragen, und verdrängen die des seichten Wassers. Haben sie nun das Moor noch weiter aufgehöh't, so daß die Wurzeln auch das im Boden kapillar aufsteigende Grundwasser während der warmen Jahreszeit nicht mehr genügend erreichen können, so werden sie selber wieder durch Pflanzen ersetzt, denen das Wasser der atmosphärischen Niederschläge zu ihrem Gedeihen genügt.

Daher müssen sich während der Mooranhäufung auch unter gleichbleibenden klimatischen Bedingungen an derselben Stelle verschiedene Pflanzenvereine nacheinander ablösen, die wir nach ihren Beziehungen zum Wasser in absteigender Reihe als limnische, telmatische, semiterrestrische und terrestrische bezeichnen, und da jede dieser Pflanzenvereinsklassen eigentümliche, von den anderen sich deutlich unterscheidende Torfarten hinterläßt, so muß sich auch unter nicht wechselnden klimatischen Verhältnissen dennoch ein Wechsel in den das Moor aufbauenden Torfschichten vollziehen.

Gleichzeitig mit der steten Veränderung in der Feuchtigkeit des Ortes erfolgt eine ebensolche in dem Gehalte des sich anhäufenden Moorbodens an mineralischen Pflanzennährstoffen.

Nämlich die ersten Pflanzengenerationen beziehen diese aus dem ursprünglich vorhandenen Gewässer oder dem mineralogenen Untergrunde, der damals die Oberfläche des Geländes war. Aber in dem Maße, wie sich der Moorboden erhöht, wird den Wurzeln der auf ihm lebenden moorbildenden Pflanzen der Zugang zu diesen Nährstoffquellen erschwert. Sie sind endlich darauf angewiesen, ihre Nahrung ausschließlich aus dem Moorboden zu beziehen, zumal sobald dieser sich so weit erhöht hat, daß die Wurzeln nicht mehr das in ihm kapillar aufsteigende oder in ihn seitwärts eindringende und ihn durchtränkende, verhältnismäßig fruchtbare Grundwasser erreichen können. Der Moorboden gibt indessen nur einen kleinen Teil der in den toten Pflanzenresten aufgespeichert bleibenden mineralischen Nährstoffe an die Wurzeln lebender Pflanzen ab, und es ist leicht einzusehen, daß die Möglichkeit der Aufnahme solcher für jede folgende Generation während der fortschreitenden Mooraufhäufung geringer wird, daß endlich die Vegetation fast einzig auf die spärlichen Nährstoffmengen angewiesen ist, die

von der Atmosphäre mit dem Staube und den wässerigen Niederschlägen herbeigeschafft werden.

Nun aber sind die Ansprüche der verschiedenen natürlichen Pflanzenvereine an den Nährstoffgehalt ihrer Unterlage verschieden groß. Es gibt in jeder Feuchtigkeitsklasse solche mit höheren und solche mit niedrigeren Ansprüchen, und man kann sie mit Bezug hierauf in absteigender Reihe als eu-, meso- und oligotroph bezeichnen.

Es erhellt, daß sich in dem Maße, wie die Aufhäufung der Moormasse fortschreitet, nicht nur ein Wechsel in den Feuchtigkeitsklassen der Pflanzen vollziehen muß, sondern daß auch der Boden vermöge der von ihm gebotenen Nährstoffmengen eine Auswahl unter den von jeder Klasse zur Verfügung gestellten Vereinsarten trifft, deren jede dem von ihr hinterlassenen Torf ein eigentümliches Gepräge verleiht. Die räumlich und zeitlich in einem Moore aufeinander folgenden Torfschichten stellen nach ihrem relativen Gehalt an Pflanzennährstoffen eine absteigende Reihe dar, deren Hauptstufen wir übereinstimmend mit den sie erzeugenden Pflanzenvereinen als eu-, meso- und oligotroph bezeichnen.

Nun hängt bekanntlich die Menge der organischen Masse, die die Pflanzen unter gleichen sonstigen Daseinsbedingungen hervorbringen, von der Menge aufnehmbarer Nahrung ab. Demgemäß findet unter gleichen Konservierungsbedingungen der toten Reste eine um so raschere Aufhäufung und ebenso eine um so raschere Änderung der Wasserverhältnisse eines Moores statt, je günstiger die Nahrungszufuhr zu der torfbildenden Vegetation ist.

Da nun die Menge und Art der Nahrungszufuhr in den verschiedenen Bezirken eines Landes, in denen Moorbildung stattfindet, ebenso erhebliche Verschiedenheiten aufweist wie die die Bildung beeinflussende Feuchtigkeit, so ergibt sich, daß beide Faktoren allein in ihrem wechselnden Zusammengreifen auch in einem sich beständig gleichbleibenden Klima eine Vielgestaltigkeit in dem Aufbau der Moore verschiedener Örtlichkeiten bewirken müssen, die sich nicht allein auf die vertikale, sondern auch auf die horizontale Gliederung ihres Baues erstreckt.

Um das letztere etwas näher zu erläutern, sei erwähnt, daß z. B. in einem Seebecken die rascheste Ablagerung eutropher Moorbildungen da vor sich geht, wo ein nährstoffreicher Grundwasserstrom hervortritt, wofern Strömung, Wellenbewegung und Tiefe des Gewässers nicht hemmend wirken. Hat sich aber an jener Stelle eine ausgedehnte Moorfläche gebildet, so läßt

ihre Vegetation nur das seiner Nährstoffe größtenteils beraubte Wasser in das Innere des Beckens gelangen. Sind nun keine anderen Quellen vorhanden, die dem See nährstoffreicheres Wasser zuleiten, so kann jene Moorbildung veranlassen, daß sich im übrigen Teil des Beckens unter sonst gleichen Wasser- verhältnissen wie am Rande statt eutraphenter vielmehr meso- und selbst oligotraphente Pflanzenvereine ansiedeln, so daß man nach vollendeter Verlandung des Sees zu einer gewissen Zeit der Entwicklung des Moores in derselben horizontalen Ebene am Rande eutrophe, im mittlern Teile der Niederung, aber ebenso mächtige oder noch mächtigere meso- und oligotrophe Torfschichten antrifft, ein Fall, der in unserm Gebiete nicht selten ist. Man kann gelegentlich wahrnehmen, daß in benachbarten Niederungen, die beide durch Vermoorung verlandete Seen enthalten, in vertikaler wie in horizontaler Richtung die größten stratigraphischen Verschiedenheiten obwalten, die auf scheinbar geringfügige Unterschiede in den allgemeinen Bedingungen wie in den räumlichen und zeitlichen Ausgangspunkten der Moorbildung zurückzuführen sind.

Die schier unübersehbare Mannigfaltigkeit, die sich demnach in dem Aufbau der Moore eines Landes auch unter einem unverändert bleibenden Klima entfalten muß, wenn allein das Gesetz normaler Moorbildung wirkt, nach dem sich Torfarten der nasseren beständig durch solche minder nasser Verhältnisse und zugleich nährstoffreichere durch nährstoffärmere im Aufbau der Moore ablösen, wird nun noch verwickelter, sobald Veränderungen in den ursprünglichen Wasserverhältnissen des Moor- geländes und seiner Umgebung hinzukommen, die weder durch die regelmäßige Aufhöhung des Moorbodens noch durch Klima- veränderungen bedingt sind.

Derartige Änderungen haben in der Nähe unserer Küsten stattgehabt, indem sich das Land senkte. In den Stromtälern kamen sie dadurch zustande, daß der Fluß zwischen den ihn einschließenden Uferwällen sein Bett langsam erhöhte und das hinter ihnen liegende Gelände zunehmend versumpfte. Sie vollzogen sich in den Talkesseln des Hügellandes, indem sich deren Ausflüsse zeitweilig oder dauernd verstopften, sei es durch Pflanzen- oder Schuttbarren, oder durch Moorbildungen in dem Auslauf selber oder dergleichen, wozu noch recht häufig bei uns die seit dem elften und zwölften Jahrhundert errichteten Stau für die Anlage von Wassermühlen kommen.

In allen diesen Fällen handelt es sich im wesentlichen um eine Umkehrung der normalen Schichtenfolge, indem sich

über den Torfbildungen aus einer minder hydrophilen solche aus einer mehr hydrophilen Vegetation ablagerten: über terrestrischen folgten semiterrestrische und selbst telmatische oder limnische, je nach der bewirkten Erhöhung des Wasserstandes, über oligotrophe oft unmittelbar eutrophe. In den Küstenbezirken verraten die jüngeren Auflagerungen nicht selten durch ihre organischen Einschlüsse die Einwirkung des Meerwassers.

Aber auch an entgegengesetzten Erscheinungen mangelt es nicht. In den Kesseln des Hügellandes ist nicht selten ein Gewässer, an dessen Rändern ausgedehnte Moorablagerungen stattgefunden haben, durch diese zunächst höher gedrängt worden, durchsägt dann eine Barre und nahm in der Folge einen niedrigeren Stand als zuvor an, Vorgänge, die natürlich ihre Spuren in dem Aufbau des Moores hinterlassen haben, wenn sie hinreichend lange Zeit zu wirken vermochten. Die richtige Deutung dieser Spuren ist jedoch oft nur durch umfangreiche und gründliche Untersuchungen des ganzen in Betracht kommenden Gebietes zu finden, zumal wenn sie unter einer Decke jüngerer Moorbildungen begraben liegen.

Umkehrung der normalen Schichtenfolge wird nach dem Gesagten immer auf eine Lagenveränderung der Mooroberfläche zu dem Wasserhorizonte, der vorher bestand, schließen lassen. Es wäre aber voreilig, zu meinen, daß sie nur durch die angeführten Ursachen hervorgerufen würde. Sie tritt auch in Mooren auf, bei denen keine Veränderung des mittlern Wasserspiegels während der Zeit ihrer Bildung stattgefunden hat, insbesondere bei Schwingrasenbildungen.

Ein solcher Schwingrasen stellt nämlich eine durch Verwebung der unterirdischen Triebe filzige, schwimmende Pflanzendecke dar, über der sich semiterrestrische, sogar oligotrophe, Bildungen wie auf einem Floß ablagern können, bis die aufgelagerte Last das Floß zum Sinken bringt. Telmatische oder selbst limnische eutrophe Schichten häufen sich darnach über den versunkenen semiterrestrischen und oligotrophen auf, die nunmehr als fremdartige Zwischenlagen jener erscheinen.

Erscheinungen, die der eben erwähnten in verschiedenen Abstufungen ähneln, können weiterhin dadurch zustande kommen, daß der Druck der aufgehöhten Torfmassen weiche Lagen von Mudde oder anderen breiigen Torfmassen unter ihnen beiseite schiebt, sobald diesen die Gelegenheit zum Ausweichen gegeben wird, sei es durch Nachgeben der an anderen Stellen minder hoch abschließenden Decke oder beim Anschneiden des Moores durch Erosionsvorgänge oder durch menschliche Einwirkung.

**Schematisches Profil eines norddeutschen Moores mit
abgeschlossener Entwicklung.**

Unter Andeutung des Mächtigkeitsverhältnisses der Schichten bei
ungefähr 7 m Gesamtmächtigkeit.

Oligotrophe Torfbildungen	1. Jüngerer Sphagnumtorf (Sphagnetumtorf).	Semi- terrestrische
	Scheuchzerieto-Sphagnetumtorf.	
	2. Grenzhorizont: Eriophoretumtorf, (Wollgrastorf) aus <i>E. vaginatum</i> , Callunetumtorf usw.	Terrestrische
Mesotrophe Torfbildungen	3. Älterer Sphagnumtorf (Sphagnetumtorf)	Semi- terrestrische
	4. { Scheuchzerietumtorf, Cariceto-Sphagnetumtorf od. Eriophoretumtorf aus <i>E. vaginatum</i> usw.	Telmatische oder Semiterrestr.
	5. Pineto-Betuletumtorf (Föhren- u. Birkenwald- torf), oben meist mit einer Lage von Föhren- stubben, darunter oft 1 bis 2 Brandlagen.	Terrestrische
Eutrophe Torfbildungen	6. Alnetumtorf (Bruchwaldtorf).	Semi- terrestrische
	7. Phragmitetumtorf (Schilftorf).	Telmatische
	8. Torfmudde.	Limnische Bildung
	9. Lebermudde.	
	10. Kalkmudde.	
11. Tonmudde.	Aquatische Bildungen	
12. Diluvialboden.		

Man versteht, daß auch diese Erscheinungen alle den Aufbau der unter unverändertem Klima entstandenen Moore verwickeln müssen, und zwar um so mehr, sobald sich dazu die erwähnten absoluten Veränderungen des Wasserspiegels gesellen.

Nichtsdestoweniger gibt es in unserm ausgedehnten Flachlande — und zwar vielleicht weit häufiger als anderwärts, zumal in Gebirgsländern — eine Menge von Mooren mit ungestörtem normalen Aufbau ohne allzu schwer erkennbare und richtig zu beurteilende Komplikationen dieser oder anderer Art, und sie sind es, an die wir uns in erster Reihe zu wenden haben, um zu erkennen, ob und wie sich ein Wechsel des Klimas in ihrer Stratigraphie kund gibt.

Die ältesten norddeutschen Moore lassen, wenn sie aus einem Gewässer hervorgegangen und bis zur Ausbildung extrem oligotrophen Torfs in Gestalt von Sphagnumtorf*) vorgeschritten sind, etwa den folgenden Aufbau erkennen.

(Siehe das Profilschema auf Seite 148.)

Zur Erläuterung dieses Profils sei zunächst folgendes bemerkt:

Wenn ich die Entwicklung eines derartigen Moores als abgeschlossen bezeichne, so soll damit nicht gesagt sein, daß keine weitere Anhäufung von Torf mehr auf ihm statthat. Vielmehr erhöht sich ein solches Moor, solange keine störenden Eingriffe erfolgen, beständig, indem durch das alljährliche Wachstum des Sphagnetums, das diese Art Moore von Natur bekleidet, und durch das Absterben der unteren Teile der Moorpflanzen in jedem Jahre die Mächtigkeit der obersten Torfschicht vergrößert wird. In ähnlicher Weise erfolgt alljährlich eine peripherische, transgressive Erweiterung der Schicht.

Darin wird nichts geändert, wenn das Hochmoor, wie man ein derartiges Moor wegen seiner gewölbten Gestalt nennt, so hoch aufgewachsen ist, daß seine weiche, breiige Masse genötigt ist, eine andere Gleichgewichtslage einzunehmen, indem die hochgewölbte Kalotte in einen flachgewölbten Kuchen übergeht. Die mit dem Auseinandergleiten der Masse verbundene Oberflächenvergrößerung äußert sich gewöhnlich in der Weise, daß man über das Moor parallel mit den Rändern laufende, meist etwas

*) Es sei mir mit Rücksicht auf den Wohlklang gestattet, zuweilen statt der korrekteren Benennung einer Torfart mit dem sie erzeugenden Pflanzenverein, der durch die Endung -etum bezeichnet wird, einfach nur den Namen derjenigen Pflanze in Verbindung mit dem Worte Torf zu benutzen, die in der Zusammensetzung der betreffenden Torfart quantitativ vorherrscht. In diesem Sinne brauche ich Sphagnumtorf = Sphagnetumtorf, Phragmitestorf = Phragmitetumtorf usw.

unregelmäßig gestaltete nasse Schlenken sich ziehen sieht, die den Haupt-Reißlinien entsprechen. Sie sind durch die etwas höheren Schollen der alten Oberfläche geschieden, die sich mit Heidesträuchern und anderen mehr Trockenheit liebenden oligotraphenten Pflanzen bedecken und ebenfalls den Moorrändern parallel laufende Bultreihen oder Bultstreifen darstellen, welche den Rand des Moores zuweilen deutlich staffelartig erscheinen lassen¹⁾.

Eine Unterbrechung der Sphagnumtorfbildung wird durch diese Gestaltänderung des Moores nicht bewirkt. Nur wenn sich die Erscheinung zu einem Moorausbruche in dem Umfange wie bei irischen Hochmooren steigert, wobei die ganze Masse des Hochmoores plötzlich ausfließt, kann man von einem Ende des Moores in einem gewissen Sinne reden.

Mit der Bezeichnung „Abschluß der Moorbildung“ soll nur angedeutet werden, daß, wofern nicht mittelbare oder unmittelbare Eingriffe des Menschen oder ein Moorausbruch beziehungsweise irgend welcher anderer gewaltsamer Eingriff stattfindet, oder nicht geologische Vorgänge der vorhin angedeuteten Art die Wasserstandsverhältnisse ändern, oder Änderungen des säkularen Klimas erfolgen, auf einem Moore wie dem vorstehenden über der obersten Sphagnumtorfschicht keine andere Torfart abgelagert wird.

Zweitens ist zu bemerken, daß keineswegs jedes norddeutsche Moor aus einem verlandeten Gewässer hervorgegangen ist, und daß die Ausbildung der normal aufeinander folgenden Schichten im einzelnen mancherlei Abweichungen zeigen kann.

Was den ersten Punkt anlangt, so kann bei den Mooren, die nicht aus einem Gewässer hervorgegangen sind, je nach den Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnissen des mineralischen Untergrundes, auf dem die Humusablagerung begann, diese mit telmatischen, semiterrestrischen oder terrestrischen, mit eu- oder mit mesotrophen und selbst oligotrophen Bildungen einsetzen. In den großen Mooren unseres Gebietes, die sich zuweilen

¹⁾ Die Erscheinung ist auf skandinavischen Hochmooren, die von der Kultur noch nicht empfindlich berührt worden sind, häufig. Ich bemerkte sie unter anderen auf der Skagerhultsmosse in Närke, wo ich sie meinem liebenswürdigen Führer und Begleiter, Herrn Dr. von POSY, erläutern konnte. Auf deutschen Hochmooren fehlt sie nicht, ist mir aber noch nicht mit jener entschiedenen Deutlichkeit wie auf schwedischen und norwegischen Hochmooren entgegengetreten. Sie ist, wenn ich gewisse Erscheinungen unserer Moore richtig deute, früher auf ihnen allgemein verbreitet gewesen.

über Tausende von Hektaren erstrecken, findet man, zumal bei hügeligem Untergrunde, als die ältesten bald limnische, bald telmatische, bald semiterrestrische oder terrestrische Bildungen je nach der Höhenlage und den durch das Vorrücken des Moores bedingten Feuchtigkeitsänderungen. Unter den terrestrischen Torfbildungen begegnet man hier unter anderm nicht selten typischem Heidetorf aus *Calluna vulgaris* und ebensolchem Molinietorf aus *Molinia coerulea*.

Was die Ausbildung der einzelnen Schichten anlangt, so trifft man statt der in dem Schema als häufigste genannten nicht selten solche aus anderen Pflanzenarten.

So kann die siebente Schicht aus Torfarten bestehen, die von anderen telmatischen Pflanzenvereinen erzeugt wurden, z. B. aus Cladietumtorf (hervorgegangen wesentlich aus *Cladium mariscus*), die sechste aus anderen semiterrestrischen Torfarten, z. B. aus gewissen Caricetumtorfen, gewissen Hypnumtorfen oder selbst der semiterrestrischen Form des Phragmitetorfs. Doch sind die torfbildenden Seggenarten auf dieser Entwicklungsstufe des Moores der Hauptmasse nach meist andere als die in der vierten Schicht vorkommenden. Auch in dieser können an Stelle der in dem Profil genannten Polytrichumtorf, Hypnumtorf und noch andere Moostorfarten auftreten, um nur einiges zu nennen.

Häufig trifft man in einer derselben Entwicklungsstufe angehörigen Schicht eines und desselben Moores verschiedene Torfarten an, je nachdem die örtlichen Verhältnisse zur Zeit der Entstehung der Schicht oder der betreffenden Region der Schicht dieser oder jener Pflanzenart oder Pflanzengruppe den Vorrang einräumten. So enthält die vierte Schicht unseres Profils in den großen Mooren Nordwestdeutschlands oft an einigen Stellen fast reinen Scheuchzeriatorf, an anderen Vaginetumtorf (aus *Eriophorum vaginatum* usw.), an noch anderen Seggentorf oder Polytrichumtorf oder noch andere Torfarten, oder endlich Mischformen verschiedener Torfarten, und zwar keineswegs bloß in verschieden alten, sondern auch in gleichzeitig entstandenen Regionen der Schicht.

Manchmal kann eine Schicht streckenweise fehlen oder sich von dem Rande des Moores nach der Mitte hin oder umgekehrt auskeilen. Die eben erwähnte vierte Schicht sieht man oft in demselben Moore, wo sie sonst gut entwickelt ist, regionenweise vollständig verschwinden, so daß der Sphagnumtorf der Stubbenlage der fünften Schicht unmittelbar aufliegt.

Ein Eingehen auf die Erklärung dieser und analoger Erscheinungen, die nicht immer ganz einfach ist, verbietet sich hier.

Es genüge der Hinweis, daß nichts dazu berechtigt, sie insgesamt als zweifellose Beweise für die Wirkung von Kräften zu betrachten, die außerhalb der Wirkungssphäre des allgemeinen Gesetzes der Moorbildung liegen, insbesondere nicht als Wirkungen wechselnden Klimas.

Drittens habe ich im Hinblick auf das uns beschäftigende Profil zu bemerken, daß die ältesten Moore unseres Landes keineswegs alle bis zur Bildung einer Sphagnumtorfschicht vorgeschritten sind. Zuweilen ist eine solche nur stellenweise auf ihnen entstanden, zuweilen fehlt sie gänzlich. Es gibt bei uns Moore, die an ihrem Grunde die Reste einer typischen Glazialflora umschließen, und die, obwohl erst vor wenigen Jahrhunderten, also vor verhältnismäßig kurzer Zeit, der Moorbildung auf ihnen durch Trockenlegung und Kultivierung ein Ende bereitet wurde, es doch nur bis zur Bildung einer Bruchwaldtorfschicht an ihrer Oberfläche gebracht haben, während andere, deren Ursprung ebenfalls bis in den Schluß der letzten Eiszeit hinabgeht, das Endglied der Moorbildung erreicht haben.

Die Erklärung dieser Ungleichartigkeit läßt sich meines Erachtens bei sorgfältiger, eingehender und sachgemäßer Prüfung immer in den besonderen örtlichen Verhältnissen finden, wenn das Moor noch intakt genug ist, und nicht wesentliche Abtragungen durch Torfgräberei stattgefunden haben, die die Sache verdunkeln. Wir wissen bereits, wie tief einschneidend örtliche Verhältnisse den besondern Entwicklungsgang eines Moores beeinflussen.

Endlich ist zu bemerken, daß die Zweiteilung des Sphagnumtorfs nicht in allen norddeutschen Mooren vorkommt, sondern daß der ältere öfters fehlt, sei es daß die betreffenden Moore erst in der Zeit bis zur Ablagerung von Sphagnumtorf gelangt sind, als der jüngere sich bildete, oder aber daß die ganze Entwicklung des Moores in den letztgenannten Abschnitt der Postglazialzeit fällt. Denn erstens haben nach dem eben Angedeuteten viele Moore bei uns ihren Charakter als eutrophe Niedermoores weit länger bewahren können als andere, bei denen mangelnde oder bald versiegende Nährstoffzufuhr weit früher den Übergang zu meso- und oligotrophen Bildungen veranlaßte, und zweitens hat die Moorbildung an den verschiedenen Orten unseres Landes zu den verschiedensten Zeiten begonnen. Natürlich kommt es für unsern Zweck darauf an, in erster Linie eine möglichst vollständige Schichtenserie ins Auge zu fassen, und wir müssen es uns versagen, auf jene anderen Moore hier einzugehen.

Welche Abweichungen von dem angeführten Beispiel das Profil eines normal gebildeten Moores mit abgeschlossener Entwicklung auch zeigen mag, so sind sie nach dem Gesagten nicht derart, daß sie zu anderen Schlüssen hinsichtlich des Klimawechsels berechtigen als das angeführte selber.

Ich lasse hier die Übergangszeit von dem glazialen Klima der letzten Eiszeit, die Norddeutschland berührt hat, bis zum gemäßigten Klima außer Betracht und beschränke mich auf die Frage, ob sich seit der Zeit, da bei uns ein gemäßigtes Klima geherrscht hat, in der Stratigraphie des während desselben entstandenen Teils unserer Moore Erscheinungen kund geben, die auf säkulare Schwankungen des Klimas hinweisen.

Meine Antwort auf diese Frage lautet: ich vermochte in der Schichtenserie von den limnischen Torfbildungen bis zum ältern Sphagnumtorf bisher nichts zu erkennen, was mit Sicherheit auf einen Wechsel stark ausgeprägter säkularer Trocken- und Feuchteperioden während jener Zeit deuten läßt. Selbst die Brandspuren, denen ich gelegentlich in dem Phragmitestorf, dem Alnetumtorf sowie den darüber lagernden Schichten (und selbst in den limnischen) begegnet bin, und die uns zum Teil im folgenden noch beschäftigen werden, haben bisher keinen zureichenden Grund zu der Annahme ergeben, daß sie mit säkularen Trockenperioden zusammenhängen.

Ich gebe aber zu, daß man bei tieferm Eindringen in die Einzeltvorgänge, die sich beim Aufbau eines Moores abspielen, später einmal imstande sein mag, in gewissen stratigraphischen Feinheiten minder exzessive Schwankungen des säkularen Klimas zu erkennen. Bis jetzt fühle ich selber mich aber nicht in der Lage, ein auf zuverlässiger Induktion beruhendes vollständiges System der säkularen Schwankungen des temperierten Klimas der Postglazialzeit aus den Mooren dieses Zeitalters bei uns abzulesen. Das deduktive Verfahren, wobei man bemüht ist, ein vorher aufgestelltes mehr oder minder hypothetisches System des Klimas in dem Aufbau und den sonstigen Eigentümlichkeiten der Moore wiederzuerkennen, verleiht fraglos für manchen der Moorforschung Reiz und Anregung und bezeugt dadurch seine Berechtigung für den, den Veranlagung und Neigung auf diesen Weg weisen¹⁾. Es enthebt

¹⁾ Ich kann mir die Bemerkung nicht versagen, daß die imposante Kühnheit der BLYRRSchen Hypothese, man mag über ihre Begründung denken, wie man wolle, voraussichtlich noch lange zumal auf jüngere Forscher ihren Zauber ausüben wird. Ich selber stand beim Beginne meiner Forschertätigkeit in ihrem Banne und habe mich nur dem Druck der Tatsachen folgend von ihr zu lösen vermocht.

aber nicht der Mühe, den erstgenannten, schwierigeren Weg zu beschreiten, der meines Erachtens allein, wiewohl langsam, zu einem sichern Ergebnis zu führen vermag, mindestens aber notwendig ist, um die auf dem andern Wege gewonnenen Urteile ohne Voreingenommenheit zu prüfen und zu sichern.

Es möchte nun allerdings bei einem Blick auf unser Profil so scheinen, als ob die Ablagerung des terrestrischen Torfs der fünften Schicht auf eine säkulare Trockenperiode und die darüber abgelagerten meso- und oligotrophen Bildungen, die nicht selten an ihrem Grunde telmatischen Charakter tragen, den Eintritt einer niederschlagsreichen Säkularperiode bedeuteten.

Allein dieser Schichtenwechsel läßt sich meines Erachtens sehr wohl aus dem allgemeinen Gesetze der Moorbildung ohne Zuhilfenahme eines Klimawechsels erklären.

Nämlich nachdem die Aufhäufung des Bruchwaldtorfs soweit vorgeschritten war, daß der ihn erzeugende Pflanzenverein nicht mehr genügend Nahrung und Feuchtigkeit in dem Boden fand, mußte er fraglos einem in beiderlei Hinsicht genügsamern Bestande weichen. Föhren und Birken, die samt ihren Begleitpflanzen dieser Bedingung entsprechen, mußten den im Rückgang befindlichen Bruchwald unterdrücken und ersetzen.

Die starke Verlangsamung der Torfauflagerung, die unter den trockenen Bodenverhältnissen statthatte, mußte aber zu einer Verwitterung und Verdichtung der bis dahin ziemlich lockern und für Wasser leicht durchlässigen Oberfläche des Moorbodens führen. Sie wurde außerdem sehr häufig noch dadurch gefördert, daß die leicht entzündlichen Föhrenwälder wiederholt durch Feuer zerstört wurden, wie die vorhandenen Aschen- und Kohlenlagen beweisen. Man braucht diese Brände durchaus nicht als einen Beweis der Trockenheit des säkularen Klimas anzusehen; denn man begegnet ihnen auch in Nadelwäldern älterer geologischer Zeitalter. Sie sind unter den verschiedensten klimatischen Verhältnissen eine natürliche Begleiterscheinung dieser Wälder, in denen der Blitz von Zeit zu Zeit verheerende Feuersbrünste entfachte, lange vor der Zeit, da der Mensch hier weilte¹⁾.

Allerdings vermag ich das Niederbrennen der Nadelwälder nicht mit Herrn Dr. HAGLUND, meinem geschätzten Mitarbeiter,

¹⁾ In dem Waldtorf des präglazialen Hochmoors von Lüneburg fanden sich unter der obersten unverbrannten Holzlage nicht weniger als drei Brandlagen. (Abh. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt, Neue Folge, Heft 40, 1904.)

als die gewöhnliche unmittelbare Ursache der Entstehung der über dem Föhrenwaldtorf lagernden Sphagnumtorfschicht unserer Moore zu betrachten¹⁾. Dem widerspricht allein schon der Umstand, daß sich sehr häufig eine und selbst mehrere durch unverbrannten Waldtorf umschlossene, Föhrenholzkohlen enthaltende Brandlagen finden.

In Wahrheit rühren die zuletzt entstandenen Stubben der Schicht, die auf und zwischen den angebrannten, nicht selten zu zwei oder drei unmittelbar übereinander stehen, meist gar nicht von Bäumen her, die durch Feuer zerstört wurden²⁾, sondern von solchen, die durch das Heranrücken des Hochmoors zugrunde gegangen sind. Die abgestorbenen Stämme ragten eine Zeitlang über der Moostorfoberfläche empor, faulten an der Berührungsstelle zwischen dem Moorboden und der Luft spitz durch und fielen dann nieder. Meist wurden sie von Holzkäfern zerfressen und verrotteten. Wenn aber eine Feuersbrunst den noch unversehrten Wald in der Umgebung heimsuchte, so wurden auch sie vom Feuer verzehrt und hinterließen die Asche und die Kohlen, die wir auf den Stubbenspitzen und neben ihnen in dem Sphagnumtorf liegen sehen, der selber die deutlichen Spuren der Wirkung des Feuers erkennen läßt.

Aber ich würde mich mit Herrn Dr. HAGLUND in vollem Einvernehmen befinden, wenn er sich darauf beschränken wollte zuzugeben, daß die Brände, deren Spur wir z. B. gemeinsam auch unter starken Föhrenstubben des Waldtorfs der Rödemosse feststellten, die Ausbildung des Sphagnetums in dem wieder aufwachsenden Föhrenwalde insoweit begünstigt haben, als sie eine vermehrte Undurchlässigkeit des Moorbodens bewirkten, so daß auffallendes Regenwasser nicht mehr so rasch wie vordem versickerte und ablief, sondern in kleinen Bodenvertiefungen oft längere Zeit stehen blieb. Freilich muß die nächste Wirkung des Feuers infolge der direkten und indirekten Düngung, die es durch Aufschließen von Nährstoffen auf den Moorboden bewirkt — ein Umstand, auf dem bekanntlich die Brandkultur dieses Bodens beruht³⁾ — der Ausbildung eines Sphagnetums

¹⁾ E. HAGLUND: Om Hornborgasjön och omgivande torfmarker. Svenska Mosskultur förenings tidskrift 1907. — Om våra högmossars bildningssätt. Geol. Fören. Förh., Bd. 30, Heft 4, 1908.

²⁾ Die Stubben sind oft, und manchmal samt und sonders, mit einem Überzuge von Dopplerit versehen, der im trocknen Zustande den Anblick einer Verkohlungsrinde gewähren kann.

³⁾ Direkt düngend wirken die in der Asche enthaltenen mineralischen Nährstoffe nebst dem Ammoniak, das aus den organischen Stickstoffverbindungen des Humus beim Erhitzen entsteht. Indirekt wirkt das

hinderlich gewesen sein, da ein vorhältnismäßig reicher Gehalt des Bodens und des Bodenwassers an leichtlöslichen Nährstoffen den Sphagnen mittelbar oder unmittelbar nachteilig ist. Sobald aber die durch das Feuer verfügbar gewordenen Nährstoffe von dem heranwachsenden Walde und seinen Begleitpflanzen aufgebraucht waren, konnten sich in den Tümpeln oligotraphente Telmateten und in der Folge Sphagneten ansiedeln, durch deren bekannte peripherische Ausbreitung schließlich der wieder herangewachsene Waldbestand zum Absterben gebracht wurde.

Es ist ferner bekannt, daß ein einmal entstandenes Sphagnetum allmählich eine gewölbte Oberfläche annimmt, und daß das von ihr ablaufende Regenwasser seine Ränder vernäßt, so daß sich dort eine feuchteliebende oligo- oder mesotraphente Vegetation anzusiedeln vermag, über deren absterbenden Resten das Sphagnetum allmählich transgredierend fortwächst. Es bedarf daher nicht der Annahme, daß es der Eintritt einer niederschlagsreichen Zeit war, der die Ablagerung einer Sphagnumtorfschicht mit ihrer semiterrestrischen oder telmatischen Unterlage über dem Waldtorf ermöglichte. Die Aufeinanderfolge von Alnetumtorf, Föhrenstubbenlage und Sphagnetumtorf mit oder ohne telmatische Unterlage setzt nur ein gleichmäßig feuchtes Klima während der Zeit ihrer Entstehung voraus.

Wenn ich daher in dem Vorhandensein der Föhrenstubbenlage unseres Profils keinen irgendwie zwingenden Beweis dafür zu erkennen vermag, daß zur Zeit ihrer Entstehung eine trockene Säkularperiode herrschte, so glaube ich doch um so zuversichtlicher, eine solche an einer andern Stelle, nämlich in dem Grenzhorizonte zwischen dem ältern und dem jüngern Sphagnumtorf, angedeutet zu sehen, und es erscheint daher gerechtfertigt, sich mit diesen Bildungen hier etwas eingehender zu beschäftigen.

Die beiden Sphagnumtorfschichten zeigen nämlich trotz des gleichartigen Ursprungs, und trotzdem in beiden oft dieselben Sphagnumarten vertreten sind, eine höchst auffallende Verschiedenheit. Nämlich die jüngere Schicht läßt selbst in ihren tieferen Lagen die Moose in der Regel sehr deutlich und ohne weiteres erkennen, und ihr Material ist meist durch ein mehr

Feuer, indem durch bloße Erwärmung oder durch Austrocknen des Moorbodens Phosphorsäure (und Kali) aus ihren kolloidalen Bindungen mit Ulmin geschieden und wasserlöslich werden. (Ташке, Untersuchungen über die Phosvorverbindungen des Moorbodens. Vierter Bericht über d. Arb. d. Moor-Versuchs-Station. Berlin 1898, S. 336f.)

oder minder helles Braun gekennzeichnet. In dem ältern Sphagnumtorf sind dagegen die Sphagnen meist sehr stark verrotzt, ihre Blätter häufig in homogenes, strukturloses, gallertiges Umlin verwandelt, in dem nur noch die besser erhalten gebliebenen Äste und Stämmchen verraten, daß es diese Moose waren, die die Hauptmasse des Torfs lieferten. Die schwieriger ulmifizierbaren akzessorischen Gemengteile, insbesondere die Faserscheiden des *Eriophorum vaginatum* und die Reiser der *Calluna vulgaris* oder der *Erica tetralix*, *Andromeda* usw. treten dagegen in der durch die starke Zersetzung verhältnismäßig mehr geschwundenen Sphagnummasse häufig unverhältnismäßig stärker hervor und haben oft zu unrichtigen Vorstellungen über die Pflanzen geführt, die diesen Torf hauptsächlich erzeugten, und zu einer entsprechend unrichtigen Bezeichnung desselben.

Die Farbe des ältern Sphagnumtorfs ist stets dunkel- bis schwarzbraun. Er liefert einen nach dem Trocknen harten, dichten und schweren, ausgezeichneten Brenntorf. Zur Torfstreubereitung ist er völlig unbrauchbar, und wo er nach seiner Entblößung zur landwirtschaftlichen Kultur benutzt wird, stellt er dem Ackerbau nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen.

Der jüngere Sphagnumtorf liefert dagegen meist einen sehr leichten, losen, wenig Hitze gebenden, geringwertigen Brennstoff, das wertvollste Material für die Bereitung von Torfstreu und Mull, und einen ausgezeichneten Ackerboden.

Die beiden Sphagnumtorfschichten sind gewöhnlich scharf gegeneinander abgegrenzt, und diese Grenze ist es, die ich samt der benachbarten Partie des Liegenden als Grenzhorizont bezeichnet habe. Man findet in ihm die Oberkante des ältern Sphagnumtorfs in der Regel durch reichliche Einlagerung dichter und großer Schöpfe von *Eriophorum vaginatum*, denen sich mehr oder minder reichlich Heidesträucher, gelegentlich auch Birken und Föhren beigesellen, ausgezeichnet, so daß man recht häufig von einer besondern Torfschicht sprechen kann, die allerdings nach unten gewöhnlich nicht scharf abgesetzt ist. Zuweilen gibt sie sich an den Torfwänden durch die Art, wie der Torf in ihr beim Trocknen zusammenschwindet und zerklüftet, deutlich als Verwitterungsrinde zu erkennen. Einmal fand ich sie in einem Moore durch auffallend reichliche Beimengung feinen Quarzandes ausgezeichnet, der durch Wind eingelagert worden war. Sphagnumreste sind in diesem Horizonte, wenn überhaupt, so immer sehr schlecht erhalten.

Die Unterkante des jüngern Sphagnumtorfs ist oft auf weite Strecken durch einen raschen Wechsel von dünnen Lagen aus gut erhaltenen Sphagnen und von Bultlagen gekennzeichnet,

d. h. Lagen, die aus stark verwittertem, ziemlich losem Torf mit Resten von Heidesträuchern, Wollgräsern usw. bestehen. Die Sphagnumarten dieser Region gehören meist der *Cuspidatum*-Reihe an, deren Vertreter die nächsten Standorte bevorzugen, und dieselbe Vorliebe zeigt *Scheuchzeria palustris*, deren Reste hier oft massenhaft eingestreut sind.

Man erkennt, daß sich das Moor gegen Ende der Bildung des ältern Sphagnumtorfs an Stelle des zugrunde gehenden Sphagnetums mit einem dichten Rasen von *Eriophorum vaginatum* mit mehr oder minder reichlicher Beimischung von Heide usw. bedeckte, einer Vegetation, der wir auch gegenwärtig auf entwässertem Hochmoor häufig begegnen, solange es noch nicht der Brandkultur gedient hat und ganz langsam austrocknete. Man erkennt ferner, daß nach dieser Zeit starke Niederschläge eingetreten sein müssen, die eine zeitweilig bedeutende Ver-nässung der Mooroberfläche bewirkten, anfangs mit mehr oder minder kurzen Trockenperioden wechselten, denen die Bultlagen der Region über dem Grenzhorizont ihre Entstehung verdanken, und daß sich endlich eine relativ gleichmäßige Feuchtigkeit entwickelte, unter der sich das Sphagnetum erneuerte und durch sein Wachstum den jüngern Sphagnumtorf schuf.

Hervorzuheben ist nun der starke und auffällige Unterschied in dem Erhaltungszustande der beiden Sphagnumtorfschichten, der durch das höhere Alter des ältern Sphagnumtorfs nicht allein erklärt werden kann. Denn der Sphagnumtorf diluvialer Moore, unter anderen auch des präglazialen Hochmoors von Lüneburg, steht in seinem Erhaltungszustande dem jüngern Sphagnumtorf der postglazialen Moore weitaus näher als dem ältern. Es muß zwischen beiden Bildungen eine Zeit gegeben haben, während der die zersetzenden Agenzien ausgiebig und hinreichend lange in die ältere Schicht einzudringen vermochten, ohne daß sie daran durch beständige Neuauflagerung von wassergesättigtem Torf gehindert wurden, die gewöhnlich in ähnlicher Weise vor Zersetzung schützend wirkt wie das moränische Material, das die diluvialen Hochmoore bedeckt hat.

Die dargelegten Verhältnisse in dem Grenzhorizonte scheinen mir nun deutlich darauf hinzuweisen, daß sich jene Zeit durch relative Trockenheit auszeichnete, eine Trockenheit, die groß genug war, um das Gedeihen ausgedehnter, freier Sphagnetumflächen, das an reichliche und ziemlich gleichmäßig über das Jahr verteilte Niederschläge gebunden ist, zu verhindern, der weitem Auflagerung von Sphagnumtorf mithin ein Ende zu machen und ein Überwachsen des Moors mit Wollgras und

Heide zu veranlassen, die unter solchen Verhältnissen nur unbedeutende Humuslagen hinterlassen.

Während dieser Zeit muß das Moor so weit ausgetrocknet sein, daß das sauerstoffhaltige Wasser gelegentlicher Niederschläge verhältnismäßig rasch und tief bis zu den durch Brand verdichteten Lagen des Föhrenwaldtorfs einzudringen vermochte und den chemischen Zustand, in dem wir die Moosreste jetzt in dem ältern Sphagnumtorf antreffen, wenn nicht vollendete, so doch ausgiebig vorbereitete.

In dieser Annahme bestärkt mich das Verhalten der in dem ältern Sphagnumtorf vorhandenen Brandlagen. Es würde zu weit führen, wollte ich an dieser Stelle auf die Darlegung meiner Befunde an ihnen näher eingehen; sie bedürfen einer besondern Darstellung. Ich begnüge mich mit dem Hinweise, daß Brände auf Hochmooren aller Zeiten stattgefunden haben, aller Wahrscheinlichkeit nach im Zusammenhange mit den erwähnten Waldbränden, und daß sie eine weit verbreitete Erscheinung sind. Sie sind wahrscheinlich in verhältnismäßig trocknen Jahresläufen entstanden, die es auch in früheren feuchten Säkularperioden wie in der Gegenwart öfters gegeben haben wird.

Wie in dieser mögen solche vorübergehenden trocknen Jahre weite Regionen Europas gleichzeitig heimgesucht und in den verschiedensten Gegenden jedesmal um annähernd dieselbe Zeit Wald- und Moorbrände veranlaßt haben, worauf meine Befunde zu deuten scheinen. Aber ich sehe mich außerstande, in den Brandlagen die Beweise trockner Säkularperioden des Klimas zu erkennen.

Daß nun diese Brandlagen ähnlich wie die des Waldtorfs der fünften Schicht unseres Moorprofils für Wasser verhältnismäßig schwer durchlässige Bodenlagen sind, beweist der Umstand, daß es über ihnen an Torfwänden im Winter und zeitigen Frühjahr hervorsickert. Sie stellen in der Tat jene Sickerwasserhorizonte dar, die Herr Professor PORONIÉ vom Großen Gifhorner Moor beschrieben und für besondere Grenzhorizonte erklärt hat¹⁾, wozu meines Erachtens kein Grund vorliegt²⁾. Hier ist nur hervorzuheben, daß man unter den

¹⁾ H. PORONIÉ: Das Auftreten zweier Grenztorfhorizonte innerhalb eines und desselben Hochmoorprofils. Jahrb. d. Kgl. Geol. Landesanstalt Berlin, Bd. XIX, Teil II, 1909, S. 398 f.

²⁾ Beiläufig sei bemerkt, daß Brandlagen auch im jüngern Sphagnumtorf des Großen Gifhorner Moores nicht fehlen, aber nicht auf weiten Strecken im Zusammenhange durch das Moor verfolgt werden können, wie einige des ältern Sphagnumtorfs. Indessen fehlt es anderwärts im jüngern Sphagnumtorf nicht an einer durch das ganze Moor laufenden, stark ausgeprägten Brandlage.

Brandlagen des ältern Sphagnumtorfs stellenweise die Moose besser als sonst in derselben Schicht an der gleichen Stelle erhalten findet. Im Einklange mit meiner Mutmaßung über die Ursache der starken Zersetzung des alten Sphagnumtorfs erkläre ich mir diese verhältnismäßig bessere Erhaltung daraus, daß die Brandlage an der betreffenden Stelle den Zutritt des sauerstoffhaltigen Niederschlagswassers zu der unmittelbar unter ihr befindlichen Bodenlage beständig, insbesondere während der Zeit des Grenzhorizontes erschwert hat.

Auch der jüngere Sphagnumtorf erleidet eine Zersetzung, die ihn dem ältern ähnlich macht. Von den Fällen, wo es geschieht, sei hier nur der folgende besprochen, der auf die Vorgänge zur Zeit des Grenzhorizontes einiges Licht zu werfen vermag.

Sobald nämlich ein vom jüngern Sphagnumtorf gebildetes Hochmoor ausreichend entwässert ist, stirbt das Sphagnetum auf ihm ab, das Moor bewächst mit Wollgras und Heide, und die Aufhöhung des Bodens hört auf. Vielmehr sinkt das Moor jetzt erheblich zusammen, Luft und sauerstoffhaltiges Regenwasser dringen ein, die Moosreste zerfallen infolge der Zersetzung vollständig, und der Boden nimmt statt der lichtbraunen eine dunkelbraune Farbe an¹⁾.

Aber selbst bei solchen nordwestdeutschen Hochmooren, die länger als ein Jahrhundert entwässert daliegen, ist die Zersetzung doch nicht mehr als höchstens etwa 25 cm tief von der Oberfläche her eingedrungen, meist viel weniger.

Man kann nun nicht gut annehmen, daß die zersetzenden Kräfte zur Zeit des Grenzhorizontes auf den ältern Sphagnumtorf wirksamer gewesen wären als gegenwärtig. Eher waren sie damals träger, wenn unsere Annahme zutrifft, daß zu jener Zeit ein niederschlagsärmeres Klima bestand, da ja dann das sauerstoffbeladene Wasser der atmosphärischen Niederschläge minder häufig zur Verfügung stand.

Aber selbst wenn wir in dieser Hinsicht für damals und jetzt Gleichartigkeit voraussetzen, so ist zur Zersetzung einer Sphagnumtorfschicht, die vor deren Beginn stärker als 2 m gewesen sein muß, ein Zeitraum von rund tausend Jahren anzunehmen.

¹⁾ Die Ähnlichkeit mit den Vorgängen im ältern Sphagnumtorf lehrt eine Beobachtung, die ich in einem norwegischen Hochmoore machte. Dort lief eine Brandlage stellenweise durch die zersetzte Schicht an der Oberfläche des jüngern Sphagnumtorfs, und zwar hatte sie den unter ihr befindlichen Teil ebenso gegen die Zersetzung geschützt, wie es oben von den Brandlagen des ältern Sphagnumtorfs berichtet wurde.

Daher ist es wahrscheinlich, daß die Zeit des Grenzhorizontes eine lange währende säkulare Trockenperiode gewesen ist.

Ich habe aber nichts gefunden, was zu der Annahme berechtigt, daß diese niederschlagsärmere Zeit bei uns auch nur vorübergehend Steppenverhältnisse bedingt hätte. Eher deuten die Befunde darauf hin, daß selbst während dieser Zeit stellenweise noch eine geringe und langsame Sphagnumtorfbildung erfolgt ist.

Ich fasse das Ergebnis meiner Darlegung folgendermaßen zusammen:

Die Moore Norddeutschlands lassen in dem Teile, der sich seit dem Milderwerden des Klimas nach der letzten Eiszeit bis zur Bildung des ältern Sphagnumtorfs abgelagert hat, keine Andeutungen eines Wechsels klimatischer Feuchtigkeit erkennen, der sich auffällig und unzweideutig in ihrem Aufbau ausgeprägt hätte. Ob es mit geringeren säkularen Feuchtigkeitsschwankungen der Fall ist, läßt sich nach dem gegenwärtigen Standpunkt unserer Einsicht nicht mit Sicherheit erkennen. Dagegen wurde die Sphagnumtorfbildung durch eine mit Ausnahme beschränkter Örtlichkeiten im allgemeinen hinreichend deutlich ausgeprägte säkulare Trockenperiode unterbrochen, die dem Grenzhorizonte entspricht. Darnach wurde das Klima wieder feuchter, so daß sich auf den älteren Hochmooren wieder Sphagnumtorf — der jüngere nämlich — ununterbrochen und reichlich abzulagern vermochte.

Herr Dr. SERNANDER hat den jüngern Sphagnumtorf mit der subatlantischen, den Grenzhorizont mit der subborealen Periode des BLYTTschen Systems identifiziert¹⁾. Dagegen läßt sich nichts einwenden, solange man dieses für Europa wenigstens universelle Bedeutung beanspruchende System auch in der von genanntem Forscher abgeänderten Gestalt als eine zurzeit nicht für jedermann verbindliche Arbeitshypothese betrachtet. Der Einordnung der unter dem Grenzhorizont befindlichen Schichten unserer Moore (und der einen ähnlichen Aufbau zeigenden, die man im südlichen und mittlern Schweden trifft) in die atlantische und subboreale Periode jenes Systems vermag ich mich aus dem oben angedeuteten Grunde vorderhand nicht anzuschließen.

¹⁾ R. SERNANDER: On the Evidence of Postglacial Changes of Climate, furnished by the Peat Mosses of Northern Europe. Geol. Fören. Förh., Bd. 30, Heft 7, 1908.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der jüngere Sphagnumtorf mit dem Upper Turbarian des GERICHSchen Systems und der Grenzhorizont, trotz einiger Bedenken mit Rücksicht auf Herrn LEWIS¹⁾ Befunde, mit dem Upper Forestian gleichbedeutend sind. Die Identifizierung mit den älteren Perioden des GERICHSchen Systems der Postglazialzeit durchzuführen sehe ich mich aber ebenfalls vorläufig außerstande. Jedenfalls sind die Klimaschwankungen, die während derselben nach den Darstellungen des Herrn LEWIS in Schottland stattgefunden haben, bei uns, wenn überhaupt, so nach den bisherigen Befunden doch nicht so stark ausgeprägt gewesen, um sich mit unzweifelhafter Deutlichkeit in dem Aufbau norddeutscher Moore überall auszusprechen.

Dagegen scheint es mir, daß es auch bei uns in der Postglazialzeit ein Maximum klimatischer Wärme gegeben hat, wie Herr Professor GUNNAR ANDERSSON ein solches in Schweden festgestellt hat²⁾. Soweit ich die Sache zurzeit zu beurteilen vermag, fand es vor der Entstehung des jüngern Sphagnumtorfs während oder zu Beginn der Zeit des Grenzhorizontes statt, lange nach der Zeit, da das Litorinameer unsere Ostseeküsten zu überfluten begonnen hatte³⁾ und ungefähr um die Zeitwende, die das Ende der jüngern Steinzeit in unserm Lande bezeichnet.

Eine andere säkulare Anschwellung der mittleren Jahrestemperatur hat in Mitteleuropa möglichenfalls schon während eines frühern Abschnittes der Postglazialzeit stattgefunden, worauf gewisse paläontologische Befunde zu deuten scheinen.

¹⁾ FRANCIS J. LEWIS: The Plant Remains in the Scottish Peat Mosses. Transact. of the Royal Society of Edinburgh 1905—1907.

²⁾ GUNNAR ANDERSSON: Hasseln i Sverige fordom och nu. Stockholm 1902.

³⁾ ENGLERS Botan. Jahrbücher Bd. 42, 1909, S. 47.

Die Beziehungen der nordwestdeutschen Moore zum nacheiszeitlichen Klima.

Von Herrn J. STOLLER in Berlin.

Mit dem Problem des nacheiszeitlichen Klimas und seines Verlaufes bis zur Gegenwart haben sich die deutschen Geologen bisher nur in geringem Maße beschäftigt. Die Bildungen des Alluviums zeigen bei uns nicht die große Mannigfaltigkeit in petrographischer Entwicklung, nicht die reiche Gliederung in stratigraphischer Beziehung wie in Schweden und Dänemark. Dort haben deshalb in erster Linie geologisch-paläontologische Forschungen die Frage des nacheiszeitlichen Klimas ihrer Lösung zugeführt, während in Deutschland das Problem bisher einseitig fast nur von deduktiv arbeitender biogeographischer, speziell pflanzengeographischer Seite ernstlich in Angriff genommen wurde.

Im folgenden sollen die Beziehungen der nordwestdeutschen Moore zum nacheiszeitlichen Klima kritisch erörtert werden. Obwohl über die zahlreichen Moore dieses Gebietes eine ziemlich umfangreiche Literatur vorliegt, sind doch die wenigsten Moore geologisch-paläontologisch eingehend und erschöpfend bearbeitet worden. Die wichtigsten Resultate verdanken wir C. A. WEBER, der eine Reihe von Mooren nach dieser Methode in mustergültiger Weise untersucht hat. In der gesamten übrigen Literatur dagegen wird fast regelmäßig nur die eine oder die andere Seite des Moorproblems mehr oder weniger eingehend behandelt, während exakte stratigraphisch-paläontologische Untersuchungen meist gar nicht ausgeführt wurden. Meine eigenen gelegentlichen Untersuchungen in dieser Beziehung aber erstrecken sich nur auf eine kleine Zahl von Mooren des Gebietes, so daß noch viel zu tun ist, ehe eine erschöpfende Darstellung der Entwicklungsgeschichte unserer Flora auf einwandfreier Basis möglich ist.

Eine ausführliche Beschreibung des Aufbaues der Moore und eine Aufzählung aller ihrer Einschlüsse fällt außerhalb

des Rahmens dieser Arbeit. Es sollen nur diejenigen Punkte stratigraphischer und paläontologischer Art erörtert werden, aus denen sich Schlüsse in bezug auf das Klima ergeben.

Die ältesten hierher gehörigen pflanzenführenden Ablagerungen zählen zwar nicht zu den Moorbildungen, müssen aber der Vollständigkeit wegen doch berücksichtigt werden.

I. Die glazialen Süßwasserschichten.

In Nordwestdeutschland lassen die alluvialen pflanzenführenden Ablagerungen im wesentlichen denselben Gang in der Entwicklung der heutigen Pflanzenwelt erkennen, der durch die rastlosen Bemühungen zahlreicher schwedischer, dänischer und norwegischer Forscher für die skandinavische Flora festgestellt wurde. Auch bei uns wird der älteste Abschnitt der Florensgeschichte durch eine Tundrenflora bezeichnet, für die das Fehlen jeglichen Baumwuchses charakteristisch ist, und die sich mancherorts in einen untern Horizont mit *Dryas octopetala* und *Salix polaris* und einen obern Horizont mit *Salix phylicifolia* und *Salix reticulata* neben *Dryas octopetala* gliedern läßt (XIX, S. 260. Vollständiges Literaturverzeichnis bis zum Jahre 1902). *Betula nana* kommt in beiden Horizonten vor, findet sich aber unter besonderen Verhältnissen selbst noch in weit jüngeren Schichten. Man wird sie deshalb am besten nicht als Leitpflanze für die glazialen Süßwasserschichten wählen. Dagegen ist *Dryas octopetala* fast ausschließlich auf diese älteste Stufe beschränkt. Man bezeichnet darum die erste Periode der norddeutschen Florensentwicklung am besten als Dryasperiode wie in Skandinavien.

Es ist m. E. nicht ohne Bedeutung, daß alle bis jetzt bekannt gewordenen Fundorte für die erste pflanzliche Besiedelung des eisfrei gewordenen Bodens Nordwestdeutschlands sich um die Süd- und Westküste der Ostsee herum gruppieren, ferner, daß die pflanzenführenden Ablagerungen bis gegen Ende dieser Periode lediglich aus Süßwassertonen bestehen, die in Mulden direkt über der Moräne zum Absatz gelangten und eingeschwemmte Blätter und Reiser der genannten Arten enthalten. Wasserpflanzen sind in dieser Periode noch selten; doch treten namentlich im obern Horizont regelmäßig mehrere *Potamogeton*-Arten auf. Dazu gesellen sich einige andere, von denen *Myriophyllum spicatum*, *Hippuris vulgaris* und *Batrachium aquatile conferrroides* die wichtigsten sind.

II. Stratigraphie und Paläontologie der nordwestdeutschen Moore.

Für die Erkenntnis der weiteren Entwicklung der nordwestdeutschen Flora sind wir fast ausschließlich auf das Studium der Moore angewiesen. Bei der großen Verbreitung der Moore in Norddeutschland bietet dieser Umstand eine gewisse Gewähr dafür, daß die horizontale und vertikale Verbreitung der meisten Arten der in Mooren auftretenden Pflanzenvereine sowie einzelner Arten, die in der Nähe der Moore leben, ziemlich genau festgestellt werden kann. Dagegen bleibt infolge jenes Umstandes die Geschichte vieler Arten, die die Nähe der Moore meiden, aber klimatologisch uns sehr wertvolle Aufschlüsse geben könnten, in Dunkel gehüllt.

Die nordwestdeutschen Moore, welche für unsere Frage in Betracht kommen, lassen sich nach ihrem Alter — ohne Rücksicht auf die Art ihrer Entstehung und ihrer weiteren Entwicklung — in zwei Gruppen ordnen. Wir unterscheiden demnach im folgenden ältere und jüngere Moore in Nordwestdeutschland. Das Alter der Moore läßt sich aus ihrer Stratigraphie und Fossilführung bestimmen.

1. Die älteren Moore.

Die erste Gruppe umfaßt Moore, deren älteste Schichten bis in die Zeit zurückreichen, die der Dryasperiode direkt gefolgt ist. Jene ältesten Schichten bestehen einerseits, und zwar in den meisten bekannten Fällen, aus Faulschlammbildungen, die in stehendem, verhältnismäßig tiefen Wasser zum Absatz gelangten, andererseits aus Moorbildungen s. str., die teils als Sumpftorf in seichtem Wasser entstanden, teils als Rasentorf bzw. Waldtorf sich über mehr oder weniger ausgedehnte flache, jedenfalls aber sehr feuchte Niederungen ausbreiteten. Über den ältesten Schichten folgt nun in ganz normaler Weiterentwicklung der Moore bis zur Gegenwart in einem Fall Flachmoortorf, im andern Fall Hochmoortorf bzw. Hochmoortorf über Flachmoortorf, je nach den lokalen ökologischen Verhältnissen der Bildungsstätte, namentlich in bezug auf den Nährstoffgehalt des zugeführten Wassers und in bezug auf den Grundwasserstand. Ohne aber die Stratigraphie der Moore hier ausführlich zu erörtern, muß doch auf die Hochmoore der ersten Gruppe etwas näher eingegangen werden, da sie für die

Lösung der Klimafrage ein wichtiges stratigraphisches Merkmal enthalten. Es sei im folgenden der Typus eines solchen Moores, unter Weglassen aller lokalen Besonderheiten, kurz geschildert. Auf den ältesten Schichten eines derartigen Hochmoores folgt zunächst ein mehr oder weniger mächtiger, überaus stark zersetzter Hochmoortorf (Sphagnetumtorf), in dem mit Ausnahme der nicht häufigen, regellos im Torf zerstreuten holzigen Bestandteile fast durchweg alle pflanzlichen Reste derart desorganisiert sind, daß sie nur in den seltensten Fällen ohne große Mühe wiedererkannt und bestimmt werden können. Dieser Hochmoortorf („älterer Sphagnetumtorf“) schließt nach oben mit einer stark erdig oder mulmig zersetzten, zuweilen bröckeligen und holzreichen dünnen Schicht („Grenztorf“) scharf gegen den das Hangende der beiden bisher genannten Torfschichten bildenden und nur schwach zersetzten Hochmoortorf („jüngern Sphagnetumtorf“) ab, dessen Bildung bis in die Zeit der Gegenwart anhielt (bzw. noch anhält). Die Moore an der untern Ems, vor allem das große Bourtanger Moor, sind treffliche Beispiele dafür, ebenso Teile des Schweier Moores an der untern Weser, des Kehdinger Moores an der untern Elbe und das Gifhorner Moor.

Was die in den Mooren der ersten Gruppe eingeschlossene Flora betrifft, so sollen im folgenden nur diejenigen Arten zur Besprechung herangezogen werden, die in dieser oder jener Richtung als klimatische Indikatoren gelten können. Das sind aber in einwandfreier Weise die allerwenigsten Wasser- und Moorpflanzen, da sie in ganz besonderem Maße unter edaphischen Einflüssen leben; sondern es kommen hierfür vornehmlich die Pflanzen des festen Landes, und zwar vor allem die Baumgewächse, in Betracht. Die phytopaläontologische Untersuchung der Moore kann aber im allgemeinen nur das Vorhandensein anemophiler Bäume während der verschiedenen Entwicklungsphasen der Flora nachweisen, d. h. solcher Bäume, deren Pollen vom Winde weithin entführt und in großen Mengen u. a. auch über die Moore zerstreut werden. Zur Vervollständigung des Bildes werden daher einzelne Resultate aus meinen gelegentlichen phytopaläontologischen Untersuchungen mitverwertet, die sich auf pflanzenführende alluviale Ton- und Faulschlammtongesteine beziehen. Die Moore der ersten Gruppe lassen nun übereinstimmend folgenden Entwicklungsgang der nordwestdeutschen Pflanzenwelt erkennen.

Die ältesten Schichten führen bereits nicht nur reichlich Pollen von *Betula alba* und *Pinus silvestris*, sondern auch deren Holzreste, so daß für das nordwestliche Deutschland die An-

nahme begründet ist, daß auf die Dryasperiode hier sofort eine Birken-Kiefernperiode folgte, ohne daß eine Periode der Birke und der Zitterpappel s. str. zwischengeschaltet wäre (s. Anmerk. 1). Birke und Kiefer blieben sehr lange nicht bloß die herrschenden, sondern wohl die einzigen Waldbildner, die die Moore in weitem Umkreis umgaben und in zerstreuten Exemplaren auch auf diesen selbst Fuß faßten. Man trifft in den bisher genau untersuchten Hochmooren der ersten Gruppe vom Liegenden aufwärts bis dicht unter den Horizont des Grenztorfes ausschließlich ihre Holzreste, seien es einzelne Wurzeln oder Stubben oder Stammbruchstücke und Reiser, und auch die in diesen Schichten nachgewiesenen Pollen anemophiler waldbildender Bäume gehören fast nur der Birke und der Kiefer an (s. Anmerk. 2). Die alten Flachmoore weisen in ihren ältesten Schichten von waldbildenden Bäumen ebenfalls nur Reste der Birke und z. T. der Föhre auf. Dazu gesellen sich neben der Zitterpappel (*Populus tremula*) strauch- und baumartige Weiden, von denen allmählich der Formenkreis der *Salix caprea* überwiegt (s. Anmerk. 3). Was die torfbildenden Sumpfpflanzen dieser Entwicklungsphase betrifft, so interessiert hier namentlich das frühe Auftreten von *Phragmites communis* und *Menyanthes trifoliata*. Man findet beide Arten bereits in den allerältesten Schichten dieser Moore; in einem Falle (XIX, S. 252) wurde *Phragmites communis* sogar noch zusammen mit *Dryas octopetala*, *Salix phylicifolia* und *Salix reticulata* gefunden. Unter den Wasserpflanzen nehmen die Potameen rasch an Artenzahl zu und es gewinnen *Nuphar luteum* und *Nymphaea alba* sehr bald an räumlicher Ausdehnung.

Erst in der Nähe des Grenztorfes ändert sich im Profil der älteren Hochmoore das Florenbild. Ziemlich gleichzeitig treten in den betreffenden Schichten die Pollen der Hasel (*Corylus Avellana*), der Eiche (*Quercus pedunculata*) und der Erle (*Alnus glutinosa*) auf. Die Eiche wird rasch der herrschende Waldbaum, ohne daß aber Birke und Kiefer verschwinden. Dieselbe Erscheinung bieten uns die alten Flachmoore dar, die in diesem Horizont auffallend viele makroskopische Reste jener Bäume, besonders aber deren Pollen enthalten. Mit andern Worten, die Birken-Kiefernperiode wird von der Eichenperiode abgelöst. Es scheint, daß die Eiche etwas früher als die Erle, und die Hasel etwas früher als die Eiche im Gebiet aufgetreten ist. Die Linde (wahrscheinlich stets *Tilia parvifolia*) lebte bereits damals am Rande der Moore, sie scheint gleichzeitig mit der Hasel sich über den größten Teil des Gebietes verbreitet zu haben. Dazu kommen die Esche (*Fraxinus excelsior*) und der Hartriegel (*Cornus sanguinea*), über deren Einwanderungszeit

indes wegen der Seltenheit ihrer Funde keine genauen Angaben möglich sind (s. Anmerk. 4). Charakteristische Vertreter der Sumpfflora der Eichenperiode sind u. a. namentlich *Cladium Mariscus*, *Carex Pseudo-Cyperus* und *Lycopus europaeus*, die alle schon zu Beginn dieser Periode im Gebiet heimisch sind. Dasselbe gilt für die der Eichenperiode eigentümlichen Vertreter aus der Reihe der Wasserpflanzen, nämlich *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* und *Najas major*, während *Trapa natans* wohl einem jüngern Abschnitt der Eichenperiode angehört. Ungefähr gleichaltrig mit dem Grenztorf der älteren Hochmoore oder nur sehr wenig jünger sind zahlreiche gering mächtige Waldtorflager im Küstengebiet der Nordsee (s. Anmerk. 5), von denen ein, Teil jetzt von einer mehrere Meter mächtigen Schlickablagerung, weiter landeinwärts von jüngerem Hochmoortorf bedeckt wird, während ein anderer Teil seawärts bis auf mehrere Kilometer Küstenentfernung (z. B. unterhalb der Wesermündung bis zur 20 m-Tiefenlinie) unter den Wogen der Nordsee begraben liegt. Jene alten versunkenen Wälder bestanden aus mächtigen Eichen neben Birken, Kiefern und Erlen und konnten wie an der nordwestdeutschen so auch an der ganzen holländischen Küste nachgewiesen werden.

Die jüngsten Torfschichten der älteren Moore, nämlich alle Schichten, die jünger sind als der „Grenztorf“, tragen mehr oder weniger Hochmoorcharakter, und zwar umfassen sie einerseits typischen Hochmoortorf, wie er namentlich in dem „jüngeren Sphagnetumtorf“ der alten Hochmoore auftritt, und andererseits alle Stadien der Übergangsbildungen vom Flachmoor zum Hochmoortorf in den hangenden Schichten der alten Flachmoore von dem Horizont ihres Profiles an, in dem die verschiedensten Hochmoorpflanzen (*Sphagnum*, *Eriophorum*, *Scirpus*, *Calluna* usw.) mehr und mehr an Boden gewinnen („Zwischenmoorschichten“ genannt) bis zur völligen Unterdrückung der Flachmoorvegetation. Für die Entwicklungsgeschichte der nordwestdeutschen Flora verzeichnen diese jüngsten Schichten der älteren Moore nur noch einen geringen Fortschritt. Am wichtigsten ist das Auftreten der Buche (*Fagus sylvatica*) zu einer verhältnismäßig frühen Zeit, als Eichen und Erlen noch lange die herrschenden Waldbäume waren. Doch begegnet man in den Mooren den makroskopischen Resten der Buche nur selten (vgl. z. B. V, S. 9—10, ferner S. 29, Anmerk. 1 und IV, S. 24), und auch ihre Pollen sind im Verhältnis zu denen der Eiche und der Erle in den betreffenden Schichten durchaus nicht häufig. Dieser Umstand deutet wohl an, daß die Buche in unserem Gebiet nie zur völligen Herrschaft über die Eiche gelangt ist, so daß wir hier von einer Buchen-

periode nur mit Einschränkung sprechen können. Die Buche ist in ihren Ansprüchen an den Boden weit wählerischer als die Eiche, namentlich in bezug auf Kalk- und Lehmgehalt des Untergrundes. Darin liegt wohl der Hauptgrund für jene Erscheinung, nicht etwa in klimatischen Differenzen zwischen unserm Gebiet und andern Gebieten, wo die Buche tatsächlich die Eiche verdrängte. Nach dem überaus häufigen Vorkommen der Erle in den Torfschichten dieser Periode nennt man sie vielleicht besser Erlen-Buchenperiode als Buchenperiode. Sie leitet unmerklich zur historischen Zeit, der rezenten Zeit in geologischem Sinne, herüber, in welcher nicht bloß in Nordwestdeutschland die natürliche Weiterentwicklung der Pflanzenwelt durch intensive Kulturarbeit des Menschen in bestimmte Bahnen gelenkt wird.

2. Die jüngeren Moore.

Die Moore der zweiten Gruppe sind bedeutend jünger als die Moore der ersten Gruppe und reichen in ihren Anfängen nur bis in die Zeit der Eichenperiode zurück. Hierher gehört die Mehrzahl unserer Moore, und zwar umfaßt die Gruppe wohl sämtliche Flachmoore in den alluvialen Talböden unserer Flüsse, dazu sehr viele jetzt in einem mehr oder weniger vorgeschrittenen Stadium der Zwischenmoore befindliche größere und kleinere Wannenmoore auf den diluvialen Flußterrassen und die meisten Hochmoore im Gebiet des Höhendiluviums, die sich im Verhältnis zu den älteren Hochmooren durch kleinen Umfang, geringe Mächtigkeit und das Fehlen von „älterem Sphagnetumtorf“ auszeichnen. Gemeinsam ist von unserm Gesichtspunkt aus allen jüngeren Mooren, daß an ihrer Basis neben Birken und Kiefern reichlich makroskopische und namentlich mikroskopische Reste der Hasel, der Linde, der Eiche und vor allem der Erle auftreten. Man wird demnach den Anfang der Bildung dieser Moore in den meisten Fällen an den Schluß der Eichenperiode zu verlegen haben, d. h. in den Zeitabschnitt, welcher der Zeit des „Grenztorfes“ direkt folgte.

Was, vom Gesichtspunkte der Klimafrage aus betrachtet, die Stratigraphie der hierhergehörigen Moore unseres Gebietes betrifft, so lassen die Flachmoore überhaupt keine über lokale Bedeutung hinausgehende Gliederung zu, wenn man nicht der Sache Zwang antun will, und die Hochmoore meist nur insofern, als viele von ihnen sich auf einer meist ganz gering mächtigen Schicht Waldtorf (s. Anm. 6) mit Resten der erwähnten Bäume

aufbauen, d. h. aus einem versumpfenden Wald hervorgegangen sind.

Bezüglich der in den jüngeren Mooren eingeschlossenen Pflanzenreste ist nur zu erwähnen, daß sie von der Eichenperiode an aufwärts genau dieselben Stufen in der Entwicklungsgeschichte unserer Flora erkennen lassen, welche wir aus dem Studium der älteren Moore kennen gelernt haben.

Auf das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) wurde in den bisherigen Ausführungen nicht eingegangen, weil sie in Nordwestdeutschland wahrscheinlich nur vorübergehend auftrat und auf den Gang der Florengeschichte bei uns keinerlei Einfluß hatte. Dagegen möge der Vollständigkeit halber an dieser Stelle der vielumstrittene wichtige Punkt kurz erörtert werden, der den Endemismus der Fichte in Nordwestdeutschland betrifft.

Die Fichte kommt gegenwärtig an wenigen Stellen Nordhannovers unter Verhältnissen vor, die auf ihr Vorkommen daselbst schon vor 200—300 Jahren schließen lassen und, wie auch aus andern Gründen hervorgeht, ihre Spontaneität dort wahrscheinlich machen (eine übersichtliche Zusammenstellung hat BRANDES (II) gegeben). Merkwürdigerweise sind jene Standorte in weitem Bogen um das Zentralgebiet der Lüneburger Heide herum angeordnet, indem sie südlich und westlich einer Linie liegen, die von Celle-Unterlüß im Süden sich über Walsrode-Syke im Westen gegen Tostedt-Harburg im Norden hinzieht. In dasselbe, die eigentliche Lüneburger Heide ausschließende Gebiet fallen auch die wenigen bis jetzt bekannt gewordenen Fundorte für das subfossile Vorkommen der Fichte (s. Anmerk. 7). Nach den bis heute vorliegenden Untersuchungen scheint hier die Fichte zum erstenmal aufgetreten zu sein, als die Buche sich einbürgerte, und neben der Eiche die Erle der herrschende Waldbaum war. Ihre Einwanderung muß von Süden bzw. von Südwesten her erfolgt sein, da weder in England noch in Holland die Fichte als indigen nachgewiesen werden konnte, und ihr subfossiles Vorkommen selbst für Flandern bezweifelt wird (XXIV, S. 71—72, vgl. auch a. a. O. S. 165). Bei ihrem raschen nördlichen Vordringen scheint die Fichte die Talgebiete der Ems und der Weser bevorzugt, dagegen das zentrale Gebiet der Lüneburger Heide gemieden zu haben (soweit ich nach meinen bisherigen diesbezüglichen Studien, die sich namentlich auf die Moore im Talgebiet der Örtze-Gerdau zwischen Hermannsburg und Einke beziehen, urteilen kann). Dadurch würde das gänzliche Fehlen eines Fichtenrestwaldes, ja selbst einzelstehender alter Exemplare der Fichte in diesem Gebiet sich von

selbst erklären (vgl. BRANDES, II). Im nördlichen Teil unseres Gebietes konnte sich die Fichte im Kampf mit Eiche, Erle und Buche anscheinend nur ganz vorübergehend behaupten und mußte sich rasch wieder nach Süden zurückziehen bis zu einer Linie, die ungefähr von Bodenteich (Kreis Ülzen) im Osten über Unterlüß-Hermannsburg nach Westen bis ungefähr Walsrode reicht und von dort im Bogen über Nienburg in der Richtung nach Minden sich fortsetzt. Diese Linie schließt mit der von Minden über Hannover gegen Wolfenbüttel verlaufenden heutigen Nordgrenze der spontan vorkommenden, geschlossene Wälder bildenden Fichte eine Zone ein, in der sie sich subfossil bis in die jüngsten Schichten der Moore nachweisen läßt, und wo sie bis heute noch auf größeren Flächen urwüchsig vorkommt. Im Oberharz hat, wie schon aus der Höhenlage erklärlich, die Fichte die Rolle der Buche übernommen; dort folgt, wie ich durch ausgedehnte Untersuchungen der Oberharzer Hochmoore feststellen konnte, auf die Eichenperiode (mit Eichen, Haseln, Erlen, Kiefern, Linden) sofort die Fichtenperiode, in der die Fichte zunächst noch lange mit der Kiefer zusammen wuchs, bis sie schließlich die alleinige Beherrscherin des Gebirges wurde. Die weit im Norden von der heutigen Fichtengrenze gelegenen wahrscheinlich ursprünglichen Fichtenbestände bei Harpstedt und Harburg-Rosengarten scheinen letzte versprengte Restwälder zu sein, die lediglich lokal beschränkten günstigen Wachstumsbedingungen (relativ große Luftfeuchtigkeit, Höhe der jährlichen Niederschlagsmenge) ihr Dasein danken.

Obige Ausführungen über den Endemismus der Fichte in Nordwestdeutschland können nur als vorläufige Ergebnisse von nicht abgeschlossenen Untersuchungen gelten und bedürfen der Nachprüfung durch Ausdehnung ähnlicher Studien auf die große Zahl der noch nicht untersuchten Moore im Gebiet. Soviel läßt sich aber schon heute erkennen, daß die Fichte wohl mit der Buche und Erle zusammen rasch nach Norden vorgedrungen ist, sich aber im größten Teil des Gebietes nicht halten konnte und weit nach Süden zurückweichen mußte. Ob die heutige Nordgrenze ihres geschlossenen Areals noch im zurückweichenden Stadium sich befindet, ob sie stationär ist, oder ob sie erneut nordwärts sich vorschiebt, das ist eine offene Frage. Ob die Erscheinung klimatische Ursachen hat und als Ausdruck eines sich vorbereitenden Klimawechsels zu deuten ist (vgl. ein ähnliches, wenn auch nicht derart auffälliges Verhalten der Kiefer in Nordwestdeutschland), auch das steht dahin. Eine befriedigende Erklärung für sie läßt sich zurzeit jedenfalls nicht geben.

III. Vergleich der florengeschichtlichen Perioden Nordwestdeutschlands mit den geologischen Zeitabschnitten des Baltieums nach der Eiszeit.

Versuchen wir die einzelnen Perioden unserer Florengeschichte in die geologischen Abschnitte der Alluvialzeit einzuordnen, so erhalten wir den Schlüssel dazu in den Moorbildungen im Küstengebiet der Nordsee und namentlich der Ostsee. Hier fällt der Beginn der Litorinazeit mit dem Endabschnitt der Eichenperiode zusammen. Die Erlen-Buchenperiode begann etwas später und dürfte mit der zweiten Hälfte der Litorinazeit zusammenfallen. Demnach decken sich Dryasperiode, Birken-Kiefernperiode und der größte Teil der Eichenperiode unseres Gebietes mit der Yoldiazeit und der Ancyluszeit der skandinavischen Forscher. Im einzelnen führen floristische und stratigraphische Erwägungen zu folgender Abgrenzung.

Die Dryasablagerungen finden sich nur im nördlichen Teil des Gebietes, in Schleswig-Holstein, Lübeck, Lauenburg, Mecklenburg, und reichen südwärts nicht über den Gürtel der Hauptendmoränen der letzten Vergletscherung hinaus. Außerhalb dieser Zone setzen die pflanzenführenden Ablagerungen sofort mit Moorbildungen ein. Es ist möglich, daß deren älteste Schichten mit den Dryastonen gleichaltrig sind, obwohl sich das nicht wird beweisen lassen. Indessen sprechen manche Erwägungen, namentlich solche geophysikalischer Art, dafür, daß zur Zeit der Dryasperiode im Norden, wenigstens aber gleichzeitig mit dem untern Horizont derselben, in den südlicher gelegenen Teilen Nordwestdeutschlands eine Steppenperiode mit starker Dünenbildung herrschte, worauf an dieser Stelle aber nicht näher eingegangen werden soll. Obige Annahme erklärt befriedigend sowohl das Fehlen einer Dryasflora als auch einer Sumpf- und Moorflora in diesen Gegenden am Ende der Glazialzeit. Dagegen hege ich kein Bedenken, die ältesten Schichten der alten Moore außerhalb des erwähnten Endmoränengürtels wenigstens als gleichaltrig mit dem oberen Dryashorizont der deutschen Ostseeküste zu betrachten, zumal dessen Einschlüsse durchaus nicht für arktische Verhältnisse sprechen, sondern auf eine Julitemperatur von wenigstens 6° C und eine Vegetationsdauer für höhere Pflanzen von 4—5 Monaten schließen lassen. Dazu kommt, daß in allen genau studierten Dryasprofilen auf den Dryashorizont sofort der Birken-Kiefernhorizont folgt, mit allen Florenelementen

dieses Horizontes in den südlicher gelegenen Mooren. Mit anderen Worten, eine Dryasperiode macht sich nur im nördlichen Teile unseres Gebietes, im Küstengebiet der Ostsee geltend, wird in südlicheren Gegenden wahrscheinlich zunächst durch eine Steppenperiode vertreten (wofür aber die Moore keinen Beweis liefern können!) und fällt im übrigen zusammen mit dem Anfang der Birken-Kiefernperiode im südlichsten Teil. Nach den bisherigen Ermittlungen scheint die Dryasperiode in den deutschen Ostseegebieten nur von kurzer Dauer gewesen zu sein; so daß sie wahrscheinlich nur einem Teil der Yoldiazeit der skandinavischen Forscher (vielleicht summarisch der ersten Hälfte jener Zeit) entspricht. Triftige positive Beweise hierfür lassen sich aber nicht angeben. Der Beginn der Eichenperiode im nördlichen Teil unseres Gebietes kann zeitlich genauer bestimmt werden. Die Eiche tritt hier als Waldbildner (NB! Nicht das vereinzelte Vorkommen von Pollen dieses Baumes in einer Schicht ist für die Zeitbestimmung maßgebend, sondern das regelmäßige, wenn auch nicht immer häufige Vorkommen von Pollen und makroskopischen Resten des Baumes von einem bestimmten Horizont an aufwärts, dazu das Vorkommen anderer Florenelemente, die ich im weiteren Sinne als Eichenbegleiter bezeichnen möchte) erst in den Schichten auf, die dem Zeitabschnitt angehören, in dessen Verlauf der Grenztorf der alten Hochmoore sich bildete, und der dem Einbruch des Litorinameeres in das baltische Becken vorausging (vgl. auch die gleichaltrigen Waldtorf- und Stubbenlager auf dem Grunde der Nordsee). Das heißt, die Eichenperiode fällt dort zusammen mit dem letzten Abschnitt (vielleicht der zweiten Hälfte) der Ancycluszeit und dem Beginn der Litorinazeit. Im südlichen Teil dagegen tritt die Eiche früher auf; so werden z. B. ihre Pollen im Gifhorner Moor schon im ältern Moostorf tief unter dem Grenztorfhorizont gefunden. Hier wird man den Beginn der Eichenperiode mit dem Beginn der Ancycluszeit gleichsetzen dürfen (ohne daß freilich auch hier zwingende Beweise dafür erbracht werden könnten; denn petrographisch findet in der Nähe des Eichenhorizontes der Moore keinerlei etwa darauf zurückzuführender oder regional nachweisbarer Schichtwechsel statt), und nur in diesem Sinne können wir WEBERs Annahme beipflichten, daß die Eichenperiode den größten Raum des postdiluvialen Zeitalters in unserem Lande (gemeint ist das ganze norddeutsche Tiefland) umfaßt (XXVII, 7, S. 109). Birken-Kiefernperiode und Eichenperiode würden sich demnach in Nordwestdeutschland derart auf Yoldiazeit und Ancycluszeit einschließlich Anfang der Litorinazeit verteilen, daß

(wenn man für die Dryasperiode nur eine kurze Dauer annimmt, wofür Wahrscheinlichkeitsgründe sprechen) schon in der zweiten Hälfte der Yoldiazeit floristisch sich das ganze Gebiet Nordwestdeutschlands in der Birken-Kiefernperiode, gegen Ende der Ancycluszeit in der Eichenperiode befand, und daß die dazwischenliegende Zeit dem Kampf der Kiefer und der Eiche um die Herrschaft und dem allmählichen siegreichen Vordringen der Eiche nach Norden gehörte (vgl. das Schema auf S. 175). Daß die Herrschaft der Buche (bzw. der Erle und der Buche) in Nordwestdeutschland erst um die Mitte der Litorinazeit begann, wurde bereits erwähnt.

Versuchen wir, den Mooren Nordwestdeutschlands auf Grund ihrer Stratigraphie und Paläontologie eine praktisch durchführbare geologische Gliederung zu geben, so ist klar, daß die ermittelten floristischen Horizonte hierzu nicht verwendet werden können. Ebensowenig kann die geologische Gliederung des baltischen Alluviums auf sie übertragen werden. Am besten teilt man daher die Moore in ältere und jüngere, wie es oben geschehen ist, und unterscheidet altalluviale Moore und jungalluviale Moore. Denn die am Ende der Ancycluszeit eingeschaltete Trockenperiode (s. S. 179) bedeutet für die Entwicklung der nordwestdeutschen Moore einen markanten Einschnitt, der sich teils stratigraphisch, teils paläontologisch sowohl in den älteren als auch in den jüngeren Mooren erkennen läßt. Wir parallelisieren demnach

Yoldiazeit + Ancycluszeit = Altalluvium

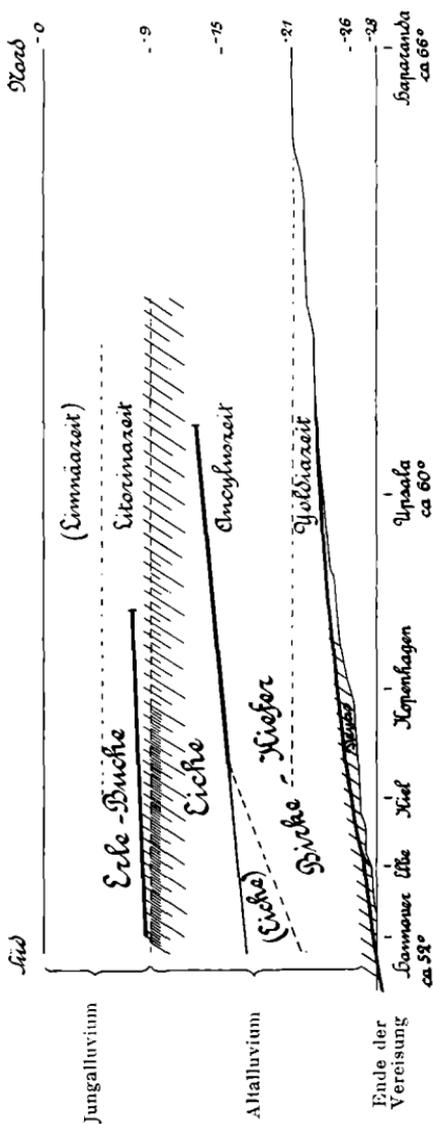
Litorinazeit + Jetztzeit = Jungalluvium

Das beifolgende Schema versucht die obigen Ausführungen über die chronologische Gliederung des Alluviums in unserem Gebiet zu veranschaulichen.

IV. Das nacheiszeitliche Klima.

Unter allen Faktoren, durch deren Zusammenwirken das „Klima“ einer Gegend bedingt ist, sind besonders wichtig Temperatur, Luftfeuchtigkeit und atmosphärische Niederschläge. Der jährliche Temperaturverlauf bedingt die Wärme oder Kälte eines Klimas, Luftfeuchtigkeit und atmosphärische Niederschläge sind die Ursachen für ein feuchtes oder trockenes Klima, und alle drei Faktoren zusammen bestimmen im wesentlichen den Charakter eines Klimas als eines ozeanischen, kontinentalen, arktischen usw.

Im allgemeinen spiegeln der Aufbau unserer Moore und die in ihnen schichtweise eingeschlossene Flora die jeweiligen



Schemata einer Gliederung der Alluvialzeit für Norddeutschland. Die Zeitintervalle nach G. ANDERSSON (1). Die Trockenperiode am Ende der Ancylozzeit ist schraffiert, ebenso die Steppenperiode am Ende der Eiszeit. Die Zahlen auf der rechten Seite der Figur bezeichnen die mutmaßliche Dauer der Perioden in Jahrtausenden, von der Gegenwart an rückwärts gerechnet; vor 9000 Jahren: Maximum der Temperatur; vor 15000 Jahren: geschlossene Vegetationsdecke in Skandinavien; vor 21000 Jahren: Maximum der Abschmelzperiode; vor 26000 Jahren: Beginn der Abschmelzperiode im südlichsten Schweden; vor 28000 Jahren: Minimum der Temperatur und Maximum der Vergletscherung. Die in Absätzen von Süd nach Nord verlaufende Abschmelzlinie deutet den ungleich raschen Rückzug des Landeises mit den wichtigsten Stillstandslagen des Eisrandes an.

klimatischen Verhältnisse bezüglich der erwähnten Faktoren wider. Aber es ist hierbei nicht zu vergessen einerseits, daß für die Pflanzenvereine eines Moores selbst edaphische Einflüsse eine sehr große Rolle spielen, andererseits, daß von den Pflanzen der Umgebung nur zufällig und unregelmäßig Teile in das

Moor geraten. Beide Umstände bedingen es, daß aus den Ergebnissen des phytopaläontologischen Studiums der Moore nur der Hauptweg der klimatischen Ereignisse erkannt werden kann, daß dagegen Schwankungen des Klimas innerhalb eines kurzen Zeitabschnittes, falls solche stattgefunden haben, oder eine nur allmählich sich vollziehende schwache Klimaänderung innerhalb einer längeren Periode nicht mit Sicherheit nach ihrem Betrag und ihrer Dauer festgestellt werden kann. Hier hat die Forschung auf anderen Gebieten ergänzend einzusetzen.

1. Die Temperatur.

Es ist bereits kurz erwähnt worden, daß während der Dryasperiode selbst zur Zeit der ältesten Dryasablagerungen in unserem Lande kein arktisches, geschweige hocharktisches Klima geherrscht haben kann. Denn die in jenen Schichten vorkommenden Wasserpflanzen benötigen eine Julitemperatur von ca. 6° C und brauchen zur Samenreife eine Vegetationszeit von 4—5 Monaten mit einer Temperatur von wenigstens 3°. Die Temperaturverhältnisse besserten sich während der Dryasperiode ziemlich rasch; denn man findet in den oberen Horizonten jener bei uns verhältnismäßig gering mächtigen Ablagerungen bereits *Phragmites communis*, und bald treten in lückenloser Schichtfolge mächtige Faulschlammbildungen auf als deutlicher Beweis für ein reges pflanzliches und tierisches Kleinleben in den Gewässern. Gleichzeitig stellt sich der erste Baumwuchs ein mit Birken und Kiefern: Beginn der Birken-Kiefernperiode, für den sich eine mittlere Temperatur von mindestens 8° C für die Monate Mai bis September berechnen läßt (12° Julitemperatur nach G. ANDERSSON). Gleichweise ist für den Beginn der Eichenperiode eine mittlere Temperatur der Monate Mai bis September von 12—13° C (oder 16° C Julitemperatur nach G. ANDERSSON) und für den Beginn der Erlen-Buchenperiode von wenigstens 17° C für die Monate Mai bis September anzunehmen. Es scheint aber, daß die Mitteltemperatur von 17° C, die hier als Minimum für den Anfang der Buchenperiode gesetzt ist, schon während der Eichenperiode erreicht wurde. Dafür spricht das Vorkommen der Esche (*Fraxinus excelsior*) bei Dörverden an der Weser in Ablagerungen aus der Zeit der Eichenperiode. Die Esche verlangt nämlich in unseren Breiten zur Samenreife dieselbe jährliche Wärmesumme wie die Buche.

Das sind die Hauptdaten, welche die Florengeschichte für den Gang der Temperatur in Nordwestdeutschland vom Ab-

schmelzen des letzten Landeises bis zur Einwanderung der Buche uns an die Hand gibt. Wir ersehen daraus namentlich das rasche Steigen der Temperatur in der kurzen Dryasperiode der deutschen Ostseegebiete, die Verzögerung der Wärmezunahme in der langen Birken-Kiefernperiode und die abermalige rasche Steigerung der Temperatur zur Zeit der Eichenperiode in jenen Gegenden. Für die südlichen Teile Nordwestdeutschlands fällt die niedrige Temperatur der Dryasperiode wohl ganz weg. Das frühzeitige Erscheinen von Birke und Kiefer in diesen wie auch in den westlichsten Teilen unseres Gebietes läßt vermuten, daß beide Bäume zur letzten Eiszeit nicht sehr weit nach Süden zurückgedrängt worden waren, und der Umstand, daß in den norddeutschen Küstengebieten nach einer kurzen Dryasperiode sofort mit der Birke auch die Kiefer einwanderte, berechtigt zu der Annahme, daß das umfangreiche Außengebiet der Hauptendmoränen der letzten Eiszeit, also namentlich das Gebiet südlich und südwestlich der Elbe, rasch von seiner Eisdecke befreit wurde (vgl. hierfür das Schema S. 175). Das weite Gebiet mit seinen ausgedehnten Sandflächen konnten dann über seinen ganzen Umfang hin die xerophilen Birken und Kiefern, sobald nur die Temperaturverhältnisse dies zuließen, um so rascher besiedeln, als ihre Samen ja an die Verbreitung durch den Wind vorzüglich angepaßt sind. Beides — das frühzeitige Erscheinen und die rasche Verbreitung von Birke und Kiefer in dem weiten Areal — rechtfertigt den Schluß, daß hier bald nach dem Abschmelzen des Eises eine Mitteltemperatur von mindestens 6°C für die Monate Mai bis September geherrscht habe. Hier wird die langsame Verbesserung der Temperaturverhältnisse während der Birken-Kiefernperiode recht augenscheinlich.

In Dänemark wies HARTZ einen kurzen Kälterückschlag am Ende der Dryasperiode nach. Für unser Gebiet konnten durch die bisherigen floristischen Untersuchungen keine Anzeichen dafür gefunden werden. Insbesondere ist zu betonen, daß unter den zahlreichen Profilen, die DIEDERICHS aus mecklenburgischen Mooren veröffentlichte, keines ist, das jene Annahme für unser Gebiet rechtfertigen könnte. Dies betrifft namentlich auch die Profile der Moore von Neu-Sanitz, Krummendorf und Testorf, die oberflächlich betrachtet für einen Kälterückschlag zu sprechen scheinen. Die liegendsten pflanzenführenden Schichten jener Moore gehören nach dem Pflanzenbefund allerhöchstens dem oberen Dryashorizont, wahrscheinlicher indessen dem nächst jüngeren an, der den Anfang der Birken-Kiefernperiode in jenem Gebiet repräsentiert. Das

Auftreten von *Betula nana*, bei Krummendorf sogar von *Dryas octopetala* über den basalen Moorbildungen dort ist in allen vier Fällen mit dem gleichzeitigen Vorkommen von Baumgewächsen, insbesondere von *Pinus silvestris* und *Betula alba*, verknüpft, woraus sich unzweifelhaft die Temperaturverhältnisse der Birken-Kiefernperiode für jenen Zeitabschnitt ergeben. Es kann übrigens durchaus nicht befremden, daß jene Glazialpflanzen an günstigen Standorten, zu denen für die kalkholde *Dryas octopetala* die kalkreichen Geschiebemergelböden Mecklenburgs in erster Linie zählen, sich als „Relikte“ bis in die Birken-Kiefernzeit erhalten haben.

Ob die Wärmezunahme während der Eichenperiode bis zum Beginn der Erlen-Buchenperiode bei uns tatsächlich nur bis zu der angeführten Mitteltemperatur von 17°C stieg, oder ob sie höhere Werte erreichte, läßt sich der in unseren Mooren niedergelegten Flora jener Periode nicht entnehmen. Bekanntlich hat G. ANDERSSON in scharfsinniger Weise aus dem ehemaligen und jetzigen Verbreitungsgebiet der Hasel in Schweden berechnet, daß dort ungefähr zur Zeit des höchsten Standes des Litorinameeres ein um wenigstens $2,4^{\circ}\text{C}$ wärmeres Klima geherrscht hat als das heutige in jenen Gebieten. Die Frage liegt nahe, ob nicht im Zusammenhang damit auch in unserem Gebiet eine derartige Wärmesteigerung über die heutige Jahrestemperatur hinaus stattgefunden hat. Wie oben angedeutet, kann unsere Florengeschichte diese Frage nicht beantworten, weil die klimatische Polargrenze aller in unseren Mooren aufgefundenen Arten weiter nördlich verläuft. Es ist aber folgendes zu erwägen. Da die ehemalige Haselgrenze in Schweden, die mit der heutigen $9,5^{\circ}$ -Isotherme für August und September ziemlich zusammenfällt, heute als Mittelwert für die Monate Mai bis September nur eine Wärme von $10\text{--}10,5^{\circ}\text{C}$ aufweist, so genügt dort für jenen wärmeren Zeitabschnitt schon eine Mitteltemperatur von ca. 13°C für die Monate Mai bis September, um das von ANDERSSON gefundene Resultat zu rechtfertigen. Wir haben aber für denselben Zeitabschnitt in Nordwestdeutschland aus dem Vorkommen der Buche eine mittlere Temperatur von minimal 17°C für die Monate Mai bis September berechnet, folglich braucht jene Wärmesteigerung über die heutige Jahrestemperatur hinaus, wie sie im östlichen Schweden stattfand, durchaus nicht eine ebensolche in unserem Gebiet zur Voraussetzung zu haben (s. Anm. 8). Jene Erscheinung kann vielmehr sehr gut lokaler Natur in dem Sinne gewesen sein, daß sie sich in erster Linie in den Küstengegenden der Ostsee, vor allem des Bottnischen Busens, bemerkbar machte und im

Zusammenhang damit das Klima des Binnenlandes der skandinavischen Halbinsel beeinflusste: eine Folge des Einbruches des Litorinameeres in das baltische Becken und damit eine Folge des nun auf dieses Becken ausgedehnten erwärmenden Einflusses des Golfstromes.

2. Die Feuchtigkeitsverhältnisse.

Unter Feuchtigkeitsverhältnissen werden hier Luftfeuchtigkeit und jährliche Niederschlagshöhe zusammengefaßt, da die Moore nur im allgemeinen über beide Faktoren Aufschluß geben können.

Der Aufbau unserer älteren Hochmoore läßt zwei lang andauernde feuchte Perioden erkennen, die durch eine kurze Trockenperiode getrennt sind. Jene werden repräsentiert durch den älteren und den jüngeren Sphagnetumtorf, diese findet ihren Ausdruck im Grenztorf (s. Anmerk. 9). Berücksichtigt man noch, daß während der Dryasperiode sich das Klima durch ein gewisses Maß von Trockenheit ausgezeichnet haben muß, so dokumentieren unsere Moore in Verbindung mit den Dryasablagerungen einen zweimaligen Wechsel von trockenen und feuchten Perioden des nacheiszeitlichen Klimas. Wenn manche Veröffentlichungen über Moore unseres Gebietes die BLYTTsche Theorie über einen viermaligen Wechsel von trockenen und feuchten Klimaten zu bestätigen scheinen, so beruht das, wie eine genaue Nachprüfung der ermittelten Beweisgrundlagen ergibt, auf mangelnder Kenntnis eines größeren Gebietes oder auf theoretischer Voreingenommenheit des Verfassers (s. Anmerk. 10). Insbesondere sind die Stubbenlagen und Waldtorfschichten, die in Hochmoorprofilen vorkommen und eine Trockenperiode beweisen sollen, mit aller Entschiedenheit als Beweismittel abzulehnen. In keinem genau studierten Moore haben sich derartige Schichten als durchlaufend und einen bestimmten Horizont innehaltend nachweisen lassen. Vielmehr finden sich sowohl in den ältern als auch in den jüngeren Sphagnetumtorfen Stämme, Wurzeln und Stubben der übrigens in diesen Schichten durchaus nicht häufigen Kiefern und Birken in vertikaler und horizontaler Richtung regellos zerstreut. Es kommt allerdings in ausgedehnten Hochmooren dann und wann vor, daß man an einer Profilwand auf kurze Erstreckung mehrere Stubben in demselben Horizont erblickt, aber einerseits keilt solch ein Horizont bei genauer Nachprüfung regelmäßig bald aus, andererseits unterscheidet sich der zwischen den Stubben befindliche Torf in keiner Weise, weder durch andere Zusammensetzung noch durch andern Vertorfungs-

grad, wesentlich von dem über und unter den Stubben auftretenden Torf. Derlei Stubbenhorizonte finden sich in wechselnder Zahl namentlich in den Randpartien der Hochmoore und können hier bei ungenügenden Aufschlüssen leicht die Täuschung erwecken, als ob sie das ganze Moor durchsetzen würden. Ihre Erscheinung — sowohl in den randlichen als in den zentralen Teilen der Hochmoore — läßt sich leicht und ungezwungen mit den biologischen Verhältnissen erklären, die allen Hochmooren eigen sind.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, ist zu bemerken, daß obige Ausführungen nicht jene Waldtorfhorizonte bzw. Stubbenlagen berühren, die dem Alnetum- bzw. Pineto-Betaletumtorf, d. h. den mesotrophen Torfbildungen, der kombinierten Moore zuzurechnen sind und lediglich ein bestimmtes Wachstumsstadium eines Moores darstellen. Sie berühren auch nicht diejenigen Waldtorfschichten, die ihrem Alter nach, das sich aus ihrer Stellung im geologischen Profil und ihrer Fossilführung ermitteln läßt, in die Zeit der Grenztorfbildung gehören, in Nordwestdeutschland namentlich im Küstengebiet zahlreich vorkommen und tatsächlich einer Trockenperiode angehören (s. S. 168).

Manche Forscher glauben im heutigen Zustand unserer Hochmoore einen Beweis dafür zu sehen, daß wir uns gegenwärtig wiederum in einer Trockenperiode — die nicht mit einer der BRÜCKNERSCHEN Klimaschwankungen identisch ist — befinden. Dies mag zutreffend sein; allein es ist doch wohl zu bedenken, daß unsere Hochmoore in der Gegenwart unter den Kultur Eingriffen der Menschen in ihrer natürlichen Entwicklung sehr stark beeinträchtigt sind, selbst da, wo sie nicht direkt durch Entwässerung und Abbau trocken gelegt werden.

3. Ergebnis.

Die Geschichte unserer Pflanzenwelt und der Werdegang unserer Moore gestatten folgende Schlüsse auf das nacheiszeitliche Klima in Nordwestdeutschland.

1. Die Zeit des Abschmelzens des jüngsten Landeises war in Nordwestdeutschland verhältnismäßig kurz. Das Klima war in jener Periode trocken und kalt, doch keineswegs arktisch, besaß vielmehr zu Anfang eine mittlere Temperatur von 3—6° C und gegen Ende von etwa 8° C während der 4—5 Monate dauernden Vegetationsperiode der höheren Pflanzen. Ein Kälterückschlag am Ende dieser Periode hat sich bis jetzt in pflanzenführenden Ablagerungen selbst der nördlichsten Teile unseres Gebietes nicht nachweisen lassen. Pflanzengeschichtlich ist diese Zeit im

Süden unseres Gebietes als Steppenperiode, im Norden als Dryasperiode gekennzeichnet. Sie fällt mit einem Teil, vielleicht der ersten Hälfte, der Yoldiazeit zusammen.

2. Eine lange Periode mit feuchtem, anfänglich kühlen Klima und langsamer, aber stetiger Wärmesteigerung schloß sich an. Über das ganze Gebiet verbreitete sich eine geschlossene Pflanzendecke. Es ist die Zeit der Birken- und Kiefernwälder und der Bildung ausgedehnter Hochmoore. Die Eiche dringt allmählich siegreich von Süden nach Norden vor, so daß sie am Ende der Periode der herrschende Waldbaum ist. Die Mitteltemperatur für die Monate Mai bis September beträgt gegen Ende dieser Zeit mindestens 12°C . Die Birken-Kiefernperiode Norddeutschlands entspricht ungefähr der zweiten Hälfte der Yoldiazeit und der ersten Hälfte der Ancyluszeit.

3. Die nächste Periode war von kürzerer Dauer und zeichnet sich durch ein warmes und verhältnismäßig trockenes Klima aus. Es ist die Zeit der unbestrittenen Herrschaft der Eiche und des Stillstandes im Wachstum der Hochmoore (Bildung des Grenztorfes) in unserem Gebiet. Die Temperatur stieg rasch, wahrscheinlich bis zu einer Höhe von 17°C Wärme für die Monate Mai bis September. Die Eichenperiode Nordwestdeutschlands umfaßt ungefähr die zweite Hälfte der Ancyluszeit und den Anfang der Litorinazeit.

4. Es folgte eine Periode mit feucht-warmem Klima, eine Periode, in der die Buche sich in unserem Gebiet ausbreitete, ohne indes die Vorherrschaft zu erlangen. Die alten Hochmoore beginnen aufs neue ihr Höhenwachstum, zahlreiche Flachmoore und Hochmoore entstehen neu. Die Erle wird unumstrittener Bruchwaldbaum. Ob die Temperatur noch eine wesentliche Steigerung erfahren, insbesondere ob sie den heute im Gebiet herrschenden Wärmegrad überschritten hat, ist aus der Pflanzenführung der Moore nicht zu beweisen. Die Erlen-Buchenperiode herrschte in Nordwestdeutschland jedenfalls schon zur mittleren Litorinazeit.

Anmerkungen.

Anmerkung 1 (zu Seite 167). Nach v. FISCHER-BENZONS Darstellung (V), der, sich noch streng an STEENSTRUPS Einteilung haltend, auch für Schleswig-Holstein eine Periode der Zitterpappel annimmt, scheinen die Verhältnisse im Himmelmoor für das ehemalige Vorhandensein einer Periode der Birke und der Zitterpappel vor Einwanderung der Kiefer zu sprechen. Seine Angaben indes — daß in dem benach-

barten Bredenmoor unter dem Kiefernhorizont schon die Hasel neben der Birke erscheint, und daß nach der Angabe der Arbeiter im Himmelmoor selbst Haselnüsse gefunden wurden (was bei der auch für jeden Laien leichten Kennlichkeit der Haselnüsse nicht zu bezweifeln ist), und zwar im „Stinktorf“ (wahrscheinlich = Faulschlammtorfe pp. bzw. Faulschlammtoe: „die als Stinktorf bezeichneten Torfschichten sind fest und schwer und zerfallen bei längerem Liegen an der Luft in ein graues Pulver“) unter dem Horizont der Birke und der Zitterpappel, ferner, daß die dünne Lage Kiefernstubben über dem Birkenhorizont den Übergang zum Sphagnumtorf bildet und zahlreiche angebrannte Kiefernstubben nebst „ganzen Schichten von Holzkohlen“ enthält, endlich, daß der überlagernde im Maximum 4 m mächtige Sphagnumtorf ganz allmählich von dunkelbraunem in weißen Sphagnumtorf übergeht — verlangen eine andere Deutung. Der „Kiefernhorizont“ entspricht wohl dem Grenztorfhorizont der alten Hochmoore, die unterlagernden Torfschichten, mit dem Stinktorf insgesamt höchstens 2,5 m mächtig, gehören, obgleich keine Eichen nachgewiesen sind (genaue, namentlich mikroskopische Untersuchungen fehlen), der Eichenperiode an und reichen in ihren Anfängen wohl nur bis in die letzte Zeit der Birken-Kiefernperiode zurück, während der gesamte Hochmoortorf mit dem jüngeren Sphagnetumtorf der alten Hochmoore zu parallelisieren ist. Übrigens kann die chronologische Gliederung, die v. FISCHER-BENZON für die Moore Schleswig-Holsteins aufstellt, nach dem heutigen Stand der Moorkunde und der Geologie des Quartärs in keiner Weise aufrecht erhalten werden. Das tut natürlich dem Verdienst des Verfassers keinerlei Abbruch; v. FISCHER-BENZON hat als einer der ersten in unserem Lande das wissenschaftliche Studium der Moore wieder aufgenommen und eine große Summe von positivem, seinen Wert nie verlierenden Beobachtungsmaterial aus jetzt größtenteils zerstörten Mooren Schleswig-Holsteins für die Wissenschaft gerettet.

Auch das Moor von Neu-Sanitz in Mecklenburg (IV, S. 28) scheint dafür zu sprechen, daß vor dem Erscheinen der Kiefer in dortiger Gegend eine Periode der Birke und der Zitterpappel geherrscht habe. Die Beschreibung gibt als liegendste Schicht über dem mineralischen Untergrund ein 0,2—0,3 m mächtiges Hypnetum an, in dem in großer Zahl Blätter von *Betula alba*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *aurita* und *pentandra* vorkommen. Darüber folgt Gytija von 0,4—0,6 m Mächtigkeit und makroskopischen Resten von *Betula nana*, *Salix*, *Populus*, *Betula alba*, dazu Pollen von *Pinus*. Wenn man aber bedenkt, daß die ganz analog zusammengesetzten und ebenso alten Torflager von Krummendorf und Testorf schon in den liegendsten Schichten, und zwar ebenfalls unter einem Horizont mit Glazialpflanzen, Pollen von *Pinus* und *Betula* enthalten, so wird man dem Fehlen von *Pinus* in der liegendsten Schicht des Moores von Neu-Sanitz keine sonderliche Bedeutung beimessen dürfen (Verf. hat vielleicht aus dieser Schicht gar keine Probe mikroskopisch untersucht; es fehlt eine Angabe darüber). Vielmehr spricht das regelmäßige Vorkommen von Pinuspollen und, in andern Profilen, auch von makroskopischen Resten der Kiefer in den untersten Schichten dieser Moore dafür, daß die Kiefer in der Nähe gelebt haben muß, als jene Schichten abgelagert wurden.

Anmerkung 2 (zu S. 167). Das Gifhoruer Moor (oder „Das Große Moor“ bei Triangel-Platendorf) ist das einzige mir bekannte Hochmoor, das von dem geschilderten Verhalten wesentlich abweicht. In ihm findet man (vgl. auch XXVII, 2, S. 326—327 und 5, S. 242) Reste von Bäumen, die der Eichenperiode eigentümlich sind (Eiche, Hasel, Erle),

schon in einiger Tiefe unter dem Grenztorfhorizont. Diese scheinbare Ausnahme erklärt sich aber einfach, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die sehr langsam nach Norden vorrückende Eiche die südlicher gelegenen Gegenden weit früher besiedelt haben muß als die nördlichen, denen die meisten Hochmoore der ersten Gruppe angehören. Noch in einem andern Punkt weicht das Gifhorner Moor von dem geschichteten Typus eines alten Hochmoores ab. Sein Grenztorfhorizont spaltet sich nämlich in zwei Horizonte, die durch eine Schicht von etwa 0,5 m mächtigem Eriophoretumtorf (nach POTONIÉ (XVIII) = Sphagneto-Eriophoretumtorf) getrennt werden. Doch glaube ich, daß diese Erscheinung lediglich lokale Ursachen hat, und daß alle liegenden Schichten dieses Moores bis zum oberen Grenztorf einschließlich als ältere Moorschichten dem hangenden jüngeren Sphagnetumtorf gegenüberzustellen sind (vgl. XVIII, S. 402).

Anmerkung 3 (zu S. 167). Die alten Flachmoore gehören fast sämtlich zu dem Typus der Verlandungsmoore und füllen mehr oder weniger tiefe Sölle der Grundmoränenlandschaft aus. Bezeichnenderweise bestehen ihre ältesten Schichten oft aus überraschend mächtigen Faulschlammbildungen, so die bei DREDERICHS (IV) unter den Nummern III, X, XI, XII, XIII aufgeführten Moore. Von der geringeren oder größeren Tiefe des ehemaligen Sees hing natürlich der Umstand ab, ob die Flachmoorbildung in einem früheren oder späteren Stadium der Birken-Kiefernperiode einsetzte. Der ehemalige See z. B., in dessen Becken das unter III aufgeführte kombinierte Moor bei Kritzemow auf 9 m mächtigem Lebertorf über Sanduntergrund ruht, scheint erst in der Zeit völlig verlandet gewesen zu sein und eine zusammenhängende Sumpfmoordecke getragen zu haben, als bereits die Eiche in der Umgebung wuchs. Seltener sind die Flachmoore simultaner Entstehung (= Moore vom Typus der Versumpfungsmoore) aus der Birken-Kiefernperiode. Wahrscheinlich gehört das Himmelmoor (V) in einzelnen Teilen dazu (vgl. Anmerk. 1), vielleicht z. T. auch (der Hauptsache nach gehört es der zweiten Gruppe an; Reste der Eiche und der Erle finden sich in ähnlich tiefen Lagen wie im Gifhorner Moor) das von HOLST (XVI, S. 450–451) und HARTZ kurz besuchte Ricklinger Moor, das als langgestrecktes Wannenmoor sich im jungdiluvialen Talgebiet der Leine von Kloster Marienwerder bis über Schloß Ricklingen hinaus ausdehnt. Die beiden Forscher haben anläßlich ihrer Suche nach einem außerhalb der Vereisungszone der letzten Vereisung gelegenen Moore, das nach des Monoglazialisten HOLST Theorie in seinen Pflanzenresten von oben nach unten Schicht für Schicht das warme Klima der Jetztzeit, das kalte Klima der letzten Eiszeit und das warme Klima der vom Monoglazialismus gelegneten Interglazialzeit widerspiegeln müßte, wofern es überhaupt eine Interglazialzeit gäbe, zwei Profile des Ricklinger Moores streng stratigraphisch-paläontologisch untersucht und kamen hierbei zu dem erfreulichen Resultat, daß das ganze Ricklinger Moor postdiluvialen Alters sei und keine Interglazialzeit erkennen lasse!

Anmerkung 4 (zu S. 168). Beispielsweise finden sich Esche und Hartriegel in einem ungefähr 2 m mächtigen, stark faulschlammhaltigen Ton, der bei den Vorarbeiten zum Bau des Weserstaukanals bei Dörverden unter 2–3 m mächtigem Schlick zum Vorschein kam und über jungdiluvialem bzw. altalluvialen Weserkies liegt. Zahlreiche mächtige Eichenstämme, die z. T. Spuren menschlicher Bearbeitung (mittels Axt und Beil?) aufwiesen, sind den oberen Partien des Kiesel eingelagert. Aus einer Mischprobe des Tones konnte ich u. a. feststellen:

Betula alba, Borke,
Alnus glutinosa, Samen, Zweigstückchen,
Quercus (pedunculata), Zweigstückchen,
Oenanthe aquatica, Teilfrüchtchen,
Cornus sanguinea, ein Fruchstein,
Fraxinus excelsior, ein Same ohne Flügel,
Lycopus europaeus, Klausen.

Anmerkung 5 (zu S. 168). Als Ergänzung zu den von ZIMMERMANN (Literatur s. bei V, S. 28—29) des öftern erwähnten Waldtorflagen, die im Hamburger Gebiet meist unter 2 und mehr Meter mächtigem Elbschlick nachgewiesen wurden, füge ich an, daß jene Moorschichten weiter elbabwärts ihre Fortsetzung finden. So wurde 1907 bei Ausbesserungsarbeiten an der Blankeneser Anlegestelle unter ca. 1,5 m Flußsand ein über 2 m mächtiger Sumpftorf aufgedeckt, der in seinen liegenden Schichten eine große Menge von Haselnüssen und Eicheln enthält. Borkenstücke waren häufig, darunter namentlich solche der Eiche und der Birke.

Im Jahre 1904 brachte der Bagger gegenüber der Landungsstelle Schulau aus dem Grund der Elbe ganze Kähne voll Waldtorf empor. Die Schicht war nicht mächtig, erstreckte sich aber über ein ziemlich breites Areal, das dicht an der Fahrinne beginnt und sich bis an das jenseitige, südliche Ufer fortzusetzen scheint. Im Torf waren Reste der Eiche, der Hasel, der Kiefer und der Birke ohne weiteres zu erkennen. Eine Menge von Eicheln und Haselnüssen, alle plattgedrückt oder zerbrochen, kamen zum Vorschein.

Anmerkung 6 (zu S. 170). Zu der zweiten Gruppe zähle ich u. a. auch das Wittmoor in Holstein (XXIX), obwohl der Bohlweg dort nach dem Augenschein auf gering mächtigem „älteren Moostorf“ ruht, der von Birkenwaldtorf unterlagert wird. Jener gering mächtige (am Bohlweg 0,4 m; etwa 50 m davon entfernt, ebenfalls am Rande, noch weniger) „ältere Moostorf“ gehört nicht bloß „seiner Konstituenten wegen“, sondern auch nach seiner Altersstellung tatsächlich in den Horizont, dem der Grenztorf eingeschaltet ist, und zwar in den jüngsten Abschnitt dieses Horizontes (vgl. auch Anmerk. 8), wenngleich ich zur Zeit der Untersuchung, wo mir erst eine geringe praktische Erfahrung in der Moorkunde zur Seite stand, ihn direkt als Grenztorf zu bezeichnen Bedenken trug (vgl. den letzten Absatz S. 335 und die Anmerkung S. 335). Das ganze Profil — nur am Rand des Moores erschlossen — ist so zu deuten, daß der Birkenwaldtorf in seinen hangenden Partien dem oberen Horizont der Eichenperiode entspricht (im zentralen Teil des Moores wird er wahrscheinlich von älteren Schichten aus der Birken-Kiefernperiode unterlagert; eine Untersuchung des ganzen Moores konnte damals nicht stattfinden), also zeitlich in den Schlußabschnitt der *Ancylus*-Zeit und den Anfang der *Litorina*-Zeit gehört. Der gesamte überlagernde Hochmoortorf ist als jüngerer Sphagnetumtorf zu bezeichnen und stellt eine einheitliche Bildung dar. Die eigenartige Zusammensetzung des Hochmoortorfes unter dem Niveau des Bohlweges (= des „älteren Moostorfes“ S. 333—335) an der untersuchten Profilwand charakterisiert ihn (vgl. namentlich S. 335) als Übergangsbildung vom reinen Birkenwaldtorf zum reinen Sphagnetumtorf (Versumpfstadium des Birkenwaldes), der hohe Grad seiner Zersetzung, namentlich in der nächsten Umgebung der Moorbrücke, ist eine direkte Folge der Errichtung dieser, indem die Erbauer und nachmaligen Passanten die Überwucherung der Brücke durch die beiderseits weiterwachsende Sphagnumdecke so lange als möglich werden verhindert haben. Die

in nächster Nachbarschaft des Bohlweges festgestellte „markante Schichtgrenze“ im Niveau des Bohlweges wird sich deshalb bei einer späteren genaueren Untersuchung des ganzen Moores höchst wahrscheinlich nicht aufrecht erhalten lassen. Der Bohlweg selbst gehört nach seinem Alter jedenfalls in die *Litorina*-Zeit, wobei noch unentschieden bleiben muß, welchem Abschnitt jener Zeit er zuzurechnen ist (denn das Profil am Rand des Moores kann uns darüber nicht aufklären), und ist ein Bauwerk der germanischen Einwohner des Gebietes, von ihnen ausgeführt, lange bevor die Römer ihre Eroberungszüge auf Nordwestdeutschland ausdehnten. Die hier angewandte Technik des Brückenbaues hat sich bei den Einwohnern bis zur Römerzeit und darüber hinaus erhalten; es ist deshalb durchaus nicht verwunderlich, daß man solche Bohlwege, die in der Konstruktion nur wenig voneinander abweichen, durch das ganze moorreiche Gebiet und in den verschiedensten Tiefenlagen der Moore findet.

Eine irr tümliche Auffassung über die Altersstellung des Grenztorfes (vgl. WOLFF XXIX und SERNANDER IX) mag an dieser Stelle ausdrücklich berichtigt werden. Der Grenztorf gehört dem letzten Abschnitt der *Ancylus*-Zeit an, entspricht nicht einer jüngeren Trockenperiode, weder am Ende der *Litorina*-Zeit (SERNANDER) noch um die christliche Zeitwende (WOLFF). Vgl. namentlich zu dem von SERNANDER noch jüngst gegebenen Schema (IX, S. 472) auch WEBER selbst, der (XXVII, 8, S. 25—26) ausdrücklich betont, daß nur der Grenztorf „auf einen säkularen Klimawechsel, auf das Eintreten einer lange Zeit währenden trockenen Periode“ deute, nicht aber die unter dem älteren Sphagnetumtorf auftretenden Waldhorizonte, und der (XXVII, 7, S. 109) keinen Zweifel darüber läßt, daß er den Grenztorfhorizont dem Ende der *Ancylus*-Zeit zurechnet.

Anmerkung 7 (zu S. 170). Das subfossile Vorkommen der Fichte wurde konstatiert von

a) WEBER (XXVII, 1, 2, 3, 6) für Sassenberg i. Westfalen, Gifhorn, Bremen, Kiel (hier fraglich, da nur zwei Pollen der Fichte nachgewiesen werden konnten. Diese mögen immerhin andeuten, daß die Fichte in einem Abschnitt der Eichen- bzw. der Erlen-Buchenperiode nicht allzuweit entfernt von der Kieler Förde wuchs),

b) CONWENZ (III, 1, 2) für das Steller Moor nördlich von Hannover und das Daller Moor zwischen Celle und Unterlüß (das Vorkommen von Ohlsdorf-Hamburg — vgl. III, 2, S. 9—10 — ist dagegen zu streichen, vgl. SROLLER, J.: Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Flora (besonders Phanerogamen) Norddeutschlands. I. Motzen, Werlte, Ohlsdorf-Hamburg. Jahrb. d. Königl. Preuß. Geol. Landesanst. Bd. XXIX, Berlin 1908),

c) DIEDERICHS (IV, S. 15) für Dammerstorf in Mecklenburg (beschränkt sich auf die Angabe des Vorkommens von Fichtenpollen in der obersten, 0,6 m mächtigen Torfschicht).

d) Als neuen Fundort kann ich Bodenteich (Kreis Ülzen) beifügen. Dort kommen am Rande des „Seehals“ (südlich von der Schutzstelle der *Betula nana*) im Flachmoortorf, der seit einigen Jahren zu Brenn zwecken gestochen wird, in etwa 1 m Tiefe u. a. gelegentlich Stämme der Fichte zum Vorschein. Die Fundorte, welche v. FISCHER-Benzon (V, S. 66) für Schleswig-Holstein nennt, sind größtenteils auf die diluviale Fichte zu beziehen.

Anmerkung 8 (zu S. 178). Wenn GRADMANN (XIII, S. 320) die von ANDERSSON für das Balticum nachgewiesene Wärmesteigerung zur *Litorina*-Zeit auch auf das mittlere Europa zu übertragen geneigt ist

und erwähnt, daß sie nicht lokaler Natur gewesen sein könne, da die Erwärmung lange vor der Zeit des Litorinameeres eingesetzt und ihren Einfluß bis in den hohen Norden hinauf geltend gemacht habe, so ist dagegen folgendes zu beachten:

Die Wärmesteigerung über die heutige Jahresisotherme hinaus, um welche es sich in dem ANDERSSONSSCHEN Nachweis handelt, betrifft nicht die allgemeine, im wesentlichen wohl auf astronomischen Ursachen beruhende und gleichmäßig vorschreitende Wärmezunahme, welche sowohl für Skandinavien als auch für Norddeutschland, vom Ende der Eiszeit bis zum Ende der *Ancylus*-Zeit gerechnet, in gleichem Maße gilt, nur mit der Modifikation, daß die Jahrestemperatur in den nördlichen Gegenden entsprechend ihrer höheren geographischen Breite jeweilig um 1—2° niedriger war als zu demselben Zeitpunkt in den südlichen Gegenden. Sie stellt vielmehr einen zur Litorinazeit auftretenden und auf den Bottnischen Busen und seine Umgebung beschränkten Ausnahmefall von der allgemeinen Temperaturentwicklung des ehemals vereist gewesenen Gebietes dar, der in dem Eindringen des Golfstromes in das baltische Becken eine vollauf befriedigende Erklärung findet. Mit andern Worten, durch den anfangs der Litorinazeit erfolgten Einbruch des warmen Golfstromes, der durch die Belte erfolgte, wurde das bis dahin kalte Wasser des Bottnischen Busens rasch um einige Grade erwärmt, so daß sich an seinen infolge der säkularen Landsenkung der fennoskandischen Platte zurückweichenden Ufern ein Küstenklima einstellte, das von demjenigen nur wenig abwich und das südwärts allmählich in dasjenige überging, welches die Küstengebiete der Nordsee, z. T. unter dem Einfluß des Golfstromes, bereits am Ende der *Ancylus*-Zeit, jedenfalls aber zu Beginn der Litorinazeit besaßen. Mit dem Verschwinden der Ursache, nämlich mit der Absperrung des Golfstromes aus dem Bottnischen Busen durch erneute Landhebung, verschwand auch allmählich die Wirkung, d. h. das Klima „verschlechterte“ bzw. „verschlechtert“ sich in jenen Gegenden in dem Maß, als die Ostsee wiederum Binnenseecharakter annimmt. Übrigens hat ANDERSSON selbst vor einer Verallgemeinerung seines diesbezüglichen Resultates schon 1896 (I, 1, S. 507) gewarnt.

Wir können wohl nach dem heutigen Stand der Forschung unsere Kenntnis über die klimatischen Verhältnisse Norddeutschlands zur Litorinazeit kurz dahin aussprechen, daß der ozeanische Charakter des westeuropäischen Klimas infolge der fennoskandischen Landsenkung und des dadurch z. T. in die Ostsee abgelenkten Golfstromes sich weit nach Osten ausdehnte und das Küstengebiet der Ostsee im weitesten Sinne umfaßte. Umgekehrt war bis gegen Ende der *Ancylus*-Zeit das kontinentale Klima der östlichen Gebiete Europas am weitesten nach Westen vorgeschritten (Höhepunkt dieser Periode am prägnantesten durch den „Grenztorf“ ausgedrückt), ohne indes in unserem Gebiet reinen Steppencharakter anzunehmen. Damit ist wohl das Klima der *Ancylus*-Zeit für ganz Norddeutschland am kürzesten bezeichnet. Freilich können die Gründe für diese Erscheinung heute noch nicht, auch nur mit einiger Sicherheit, dargelegt werden. Man hat bis heute fast gar keine sicheren Daten, um den Verlauf des Golfstromes zur *Ancylus*-Zeit einigermaßen rekonstruieren zu können; man kennt nirgends an der Nordseeküste auch nur annähernd den Betrag, um den die Küste damals gegen heute vorgeschoben war, und kann ihn nur vermuten, z. B. aus den Funden von Torfstücken und festgewurzelten Baumstämmen, die auf dem Grunde der Nordsee, zuweilen in erheblicher Entfernung vom Lande, gemacht werden.

In bezug auf Mitteleuropa läßt sich aus obigem m. E. nur soviel schließen, daß dort die wahrscheinlich schon zu Ende der *Ancylus*-Zeit erreichte hohe Jahresisotherme lange in die Litorinazeit hinein anhielt, daß dagegen die jährlichen Wärmeschwankungen in jenem Zeitabschnitt einem Wechsel unterworfen waren. Mit anderen Worten, es haben sich hier ein mehr kontinentaler und ein mehr ozeanischer Charakter des Klimas abgelöst, wobei der ozeanische Charakter sich nicht so ausgeprägt geltend machte als vorher der kontinentale in demselben Gebiet.

Anmerkung 9 (zu S. 179). Der Grenztorf ist eine meist gering mächtige Torfschicht, die im Sphagnetumtorf vieler nordwestdeutscher Hochmoore eingeschaltet, aber nicht durch die natürlichen ökologischen Verhältnisse unter gleichbleibender Feuchtigkeit der Hochmoore bedingt ist. Er zeigt sowohl durch seine Zusammensetzung als auch durch seinen besonders hohen Zersetzungsgrad an, daß er in einer Periode entstand, die sich durch eine gewisse Trockenheit auszeichnete gegenüber den Zeiten vor und nach seiner Bildung. Wo in den betreffenden Hochmooren keine besondere, charakteristische, durch ihre abweichenden Komponenten gekennzeichnete Neubildung aus jener Trockenperiode festzustellen ist, wo vielmehr der jüngere Sphagnetumtorf den älteren direkt, diskordant überlagert, da ist infolge einer intensiven Zersetzung der obersten Partien des älteren Sphagnetumtorfes (quasi Verwitterungsrinde) doch in den meisten Fällen die Schichtgrenze zwischen beiden Torfen so genau zu ermitteln, daß sie z. B. bei der geologischen Kartierung des Bourtangener Moores selbst in den Bohrungen gut erkannt werden konnte.

Anmerkung 10 (zu S. 179). Die sonst treffliche, viel positives Tatsachenmaterial enthaltende Arbeit von DIEDERICHS (IV) z. B. krankt leider an diesem Fehler. Dem Verfasser scheint übrigens selbst schon dann und wann das Gezwungene seiner Erklärungsversuche vorgeschwebt zu haben (vgl. z. B. S. 11, S. 15, S. 25–26).

Literaturverzeichnis.

- I. ANDERSSON, GUNNAR: 1. Die Geschichte der Vegetation Schwedens. Leipzig 1896. (Ausführliches Literaturverzeichnis!) — 2. Hasseln i Sverige, fordom och nu. Stockholm 1902. — 3. Das nacheiszeitliche Klima von Schweden und seine Beziehungen zur Florentwicklung. Bericht VIII der Zürcher Bot. Gesellschaft. 1901–1902. Zürich 1903. — 4. Die Entwicklungsgeschichte der skandinavischen Flora. Résultats scient. du Congrès intern. de Botanique Wien 1905. Jena 1906. — 5. The climate of Sweden in the Late-quaternary Period. Stockholm 1909. (Ausführliches Literaturverzeichnis!)
- II. BRANDES: Forstbotanisches Merkbuch. Nachweis der beachtenswerten und zu schützenden urwüchsigen Sträucher, Bäume und Bestände im Königreich Preußen. Provinz Hannover, bearb. von Med.-Rat BRANDES. Hannover 1907.
- III. CONWENTZ, H.: 1. Die Fichte im norddeutschen Flachland. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XXIII, Heft 5. Berlin 1905. — 2. Bemerkenswerte Fichtenbestände vornehmlich im

- nordwestlichen Deutschland. Aus der Natur, I. Jahrg. Stuttgart 1905.
- IV. DIEDERICHS, R.: Über die fossile Flora der mecklenburgischen Torfmoore. Arch. des Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg, 49. Jahrg. Güstrow 1896.
- V. v. FISCHER-BENZON, R.: Die Moore der Provinz Schleswig-Holstein. Hamburg 1891.
- VI. FRIEDRICH, P.: Die Grundmoräne und die jungglazialen Süßwasserablagerungen der Umgegend von Lübeck. Lübeck 1905.
- VII. FRIEDRICH, P. und H. HEIDEN: Die Lübeckischen Litorinabildungen. Lübeck 1905.
- VIII. FRÜH, J.: Kritische Beiträge zur Kenntnis des Torfs. Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanstalt, Bd. XXXV. Wien 1885.
- IX. DE GEER, G. und R. SERNANDER: On the evidences of late quaternary changes of climate in Scandinavia. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 30, Heft 6—7. Stockholm 1909.
- X. GEINITZ, E.: Mitt. aus der Großh. Meckl. Geol. Landesanstalt XIV. Rostock 1902.
- XI. GEINITZ, E. und C. A. WEBER: Über ein Moostorflager der postglazialen Föhrenzeit am Seestrande der Rostocker Heide. Arch. des Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg, 58. Jahrg. Güstrow 1904.
- XII. Geologische Karte von Preußen und benachb. Bundesstaaten. Lief. 132. 135 (enthaltend das Bourtanger Moor). Berlin 1904. 1907.
- XIII. GRADMANN, R.: Beziehungen zwischen Pflanzengeographie und Siedlungsgeschichte. Geograph. Zeitschr., XII. Jahrg. Leipzig 1906.
- XIV. HANN, J.: Atlas der Meteorologie. Gotha 1887.
- XV. HARTZ, N.: Bidrag til Danmarks senglaciale Flora og Fauna. Kopenhagen 1902.
- XVI. HOLST, N. O.: Kvartärstudier i Danmark och Norra Tyskland. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 26, Heft 5. Stockholm 1904.
- XVII. NATHORST, A. G.: Über den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnis von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen. Bih. till K. Svenska Vet. Akad. Handl., Bd. 17, Afd. III. Stockholm 1892.
- XVIII. POTONIÉ, H.: Das Auftreten zweier Grenztorfhorizonte innerhalb eines und desselben Hochmoorprofils. Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1908, Bd. XXIX, Teil II. Berlin, 1909.
- XIX. RANGE, P.: Das Diluvialgebiet von Lübeck und seine Dryastone. Stuttgart 1903. (Ausführliches Literaturverzeichnis!)
- XX. SALFELD: Die Hochmoore auf dem früheren Weserdelta. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde XVI. Berlin 1881.
- XXI. SCHACHT, T.: Moore des Herzogtums Oldenburg. PETERM. Mitt., Bd. 29. Gotha, JUSTUS PERTHES, 1883.
- XXII. SCHUCHT, F.: 1. Beitrag zur Geologie der Wesermarschen. Stuttgart 1903. (Ausführliches Literaturverzeichnis!) — 2. Das Kehdinger Moor. Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1902, Bd. XXIII. Berlin 1905.
- XXIII. SERNANDER, R.: De scanodaniska torfmossarnas stratigrafi. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 31, Heft 6. Stockholm 1909.

- XXIV. STARRING, W. C. H.: De bodem van Nederland. Natuurlijke historie van Nederland, I. T. Haarlem 1856.
- XXV. STEUSLOFF, U.: 1. Torf- und Wiesenkalk-Ablagerungen im Rederang- und Mooresee-Becken. Dissert. Güstrow 1905. — 2. Beiträge zur Fauna und Flora des Quartärs in Mecklenburg I. Arch. des Ver. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg, 61. Jahrg. Güstrow 1907.
- XXVI. STOLLER, J.: Über die Zeit des Aussterbens der *Brasenia purpurea* MICHX. in Europa, speziell Mitteleuropa. Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1908, Bd. XXIX. Berlin 1908.
- XXVII. WEBER, C. A.: 1. Über die Vegetation zweier Moore bei Sassenberg in Westfalen. — 2. Ein Beitrag zur Frage nach dem Endemismus der Föhre und Fichte in Nordwestdeutschland während der Neuzeit. — 3. Untersuchung der Moore und einiger anderer Schichtproben aus dem Bohrloch des Bremer Schlachthofes. 1—3 in: Abh. d. Naturwiss. Ver. zu Bremen, Bd. XIV. Bremen 1898. — 4. Über die Moore mit besonderer Berücksichtigung der zwischen Unterweser und Unterelbe liegenden. Jahresber. der Männer vom Morgenstern, Heft 3. Geestemünde 1900. — 5. Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Angstumal. Berlin 1902. (Ausführliches Literaturverzeichnis!) — 6. Über Litorina- und Prälorinabildungen der Kieler Förde. ENGLERS Bot. Jahrb., Bd. 35, Heft 1. Leipzig 1904. — 7. Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Tieflandes seit der Tertiärzeit. Résultats scient. du Congrès intern. de Botanique. Wien 1905. Jena 1906. — 8. Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. ENGLERS Bot. Jahrb., Bd. 40, Heft 1. Leipzig 1907. — 9. Die Moostorfschichten im Steilufer der Kurischen Nehrung zwischen Sarkau und Craz. ENGLERS Bot. Jahrb., Bd. 42, H. 1, 1908.
- XXVIII. WILDKOMM, M.: Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. II. Aufl. Leipzig 1887.
- XXIX. WOLFF, W. und J. STOLLER: Über einen vorgeschichtlichen Bohlweg im Wittmoor (Holstein) und seine Altersbeziehungen zum Moorprofil. Jahrb. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1904, Bd. XXV. Berlin 1905.

Die natürliche Veränderung von Vegetationsformationen und ihre fossilen Reste.

Von Herrn P. GRAEBNER in Berlin-Großlichterfelde-West.

Noch vor wenigen Jahrzehnten war es für den Pflanzengeographen, der sich mit der Entwicklung der Vegetationsdecke der Heimat beschäftigte, ein sehr fühlbarer Mangel, daß er aus der geologischen Kartierung der humosen Pflanzenreste so außerordentlich wenig für seine Zwecke erkennen konnte. Sehr oft war es unmöglich, auch nur annähernd ein Bild zu gewinnen von dem Aussehen, welches die Pflanzengemeinschaft gehabt hatte, die die betreffenden Reste ablagerte. Noch weniger war ein Schluß möglich auf die Ursachen der Veränderung, wenn mehrere verschiedene Schichten einander überlagerten. Nur wenige mitteleuropäische Schriftsteller, wie z. B. C. A. WEBER, haben in dieser Beziehung einwandfreies Material geliefert. Ich habe mich deshalb seit einigen Jahrzehnten bemüht, bei meinen Untersuchungen, besonders im norddeutschen Flachlande, den natürlichen und künstlichen Änderungen der Vegetationsdecke nachzugehen und ein Bild zu erhalten von der Beschaffenheit und Zusammensetzung der fossilen Reste, die jede Vegetationsformation hinterläßt, um dann aus den geologischen Schichten wieder die Möglichkeit zu haben, das Bild der versunkenen Pflanzengemeinschaft wiederzugewinnen. Gerade für die Frage nach den wechselnden oder gleichbleibenden klimatischen Verhältnissen nach der Eiszeit schienen mir diese Dinge von großer Wichtigkeit, da ja so sehr vielfach von einem Wechsel der Vegetation ein direkter Schluß auf einen Wechsel im Klima gezogen wurde.

Zweifellos reagiert unsere Pflanzendecke ganz außerordentlich stark auf auch nur verhältnismäßig geringfügige Änderungen des Klimas, seien es auch nicht einmal schärfer einschneidende Veränderungen der Temperaturen, sondern nur Schwankungen der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge. Ich habe in früheren Arbeiten¹⁾ bereits darauf auf-

¹⁾ Studien über die norddeutsche Heide in Engl. Jahrb. 1895; Die Heide Norddeutschlands. 1901; Handbuch der Heidekultur. 1904.

merksam gemacht, daß verhältnismäßig so geringe und namentlich so allmählich sich abstufende klimatische Verschiedenheiten, wie sie zwischen dem Osten und dem Westen Norddeutschlands bestehen, doch imstande sind, für zahlreiche Pflanzenarten eine Grenze, und zwar eine scharfe und konstante Grenze, zu ziehen. Eine große a. a. O. aufgezählte Reihe von Arten, deren Grenzen in den beiden letztgenannten Büchern auf der Karte eingetragen sind, bewohnt z. T. das südöstlichere Flachland, andere leben dagegen gerade im Nordwesten des betreffenden Landesteiles. Viele von ihnen schließen sich gegenseitig aus oder berühren sich in der Mitte nur auf schmalen Streifen. Ein in seiner Oberflächengestaltung so verhältnismäßig monotones und gleichmäßiges Gebiet wie das norddeutsche Flachland ist gerade für derartige Studien geeignet, weil ja keinerlei Gebirge etc. die Gleichmäßigkeit der klimatischen Abstufung stören, und der Pflanzenwanderung, resp. der Samenverschleppung nach allen Richtungen hin keine irgendwie nennenswerten mechanischen Hindernisse im Wege stehen.

Das Auffallende und Bemerkenswerte an dieser Pflanzenverteilung im norddeutschen Flachlande war nun, daß nicht nur die von Südost vorstoßenden binnenländischen, also an kontinentales Klima gewöhnten, Typen dadurch unter sich im wesentlichen parallele Grenzen erreichen, daß die einzelnen Arten eine verschiedene Empfindlichkeit gegen die Eigenart des feuchteren atlantischen Klimas aufwiesen, also mehr oder weniger weit gegen Nordwesten vordringen konnten, sondern daß ihnen entgegengesetzt die nordwestlichen, atlantischen Typen des maritimen Klimas unter sich und mit denen der binnenländischen Arten parallele Grenzen aufweisen, ja daß diese im wesentlichen parallelen Nordost- und Südwestgrenzen ganz deutliche Beziehungen zu den Regengrenzen, zu der Höhe der jährlichen Niederschläge¹⁾ und ihrer Verteilung über das Jahr erkennen lassen. Alle hier in Betracht kommenden Arten, die in einem Teile Europas zu den häufigeren (oder doch nicht seltenen) gehören, zeigen in ihrer Verbreitung die Eigenart, daß sie in den Flachlandsteilen, in denen sie eine Grenze erreichen, zunächst ein Gebiet okkupiert haben, in dem sie alle für sie nur irgend geeigneten Standorte bewohnen, wo man ziemlich sicher ist, sie an jeder auch nur annähernd geeigneten Lokalität in größerer oder geringerer Zahl zu finden. Diese ihre kompakte Verbreitung erreicht eine bestimmte

¹⁾ Vgl. HELLMANN: Regenkarte Deutschlands.

Grenze, und über diese hinaus wird die Pflanze zunächst spärlich, sie wächst nur an ganz bestimmten in ihren physikalischen und chemischen Verhältnissen besonders gestalteten Standorten und auch auf diesen oft nur hie und da auf vorgeschobenen Posten, um dann meist nicht allzu weit von der Grenze der kompakten Verbreitung auch die absolute Grenze der Verbreitung zu finden.

Diese mehr oder weniger weit vorgeschobenen Posten spielen nun vielfach bei der Beurteilung der Pflanzenwanderungen bei uns und auch anderwärts eine große Rolle; sie werden oft als Überbleibsel (Relikte) aus einer Zeit betrachtet, in der die betr. Pflanze eine weitere Verbreitung (also mindestens eine kompakte Verbreitung bis zu den Grenzen der jetzigen absoluten) hatte. Beide Pflanzengenossenschaften, die östlichen wie die westlichen, stoßen ihre vorgeschobenen Posten in das Gebiet der anderen vor. Bei der durch die jetzige Konstanz der Grenzen (unter den von Ost nach West wenig veränderten Vegetationsbedingungen) belegten großen Empfindlichkeit der Gewächse gegen die klimatischen Faktoren ist aber im Flachlande anzunehmen, daß bei einer etwa erfolgenden Klimaänderung die sich zurückziehende Pflanzengenossenschaft aus dem für sie ungünstig werdenden Teile völlig verschwindet. In hohen Gebirgen wie den Alpen¹⁾ usw. liegen die Verhältnisse natürlich sehr wesentlich anders, weil dort durch Insolation oder Nordlage, Abschluß des Tales oder Talkessels gegen warme oder kalte Winde, Föhn usw. auf kurze Strecken die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse sich so ändern können, daß bei Erwärmung des Klimas die kältebedürftigen sich an kalte Lagen, bei Abkühlung die wärmebedürftigen an warme Lagen zurückziehen können, ohne ganz zu verschwinden. Im Flachlande scheint mir dies nach dem jetzigen Florenbilde nur bei ganz minimalen, kaum merklichen Schwankungen möglich; sobald ein wirklich steppenähnliches Klima einem feuchteren folgen würde, müßten die atlantischen, an das maritime Klima gebundenen Arten verschwinden, schon weil ihre charakteristischen Standorte, ihre aus bestimmten Arten zusammengesetzten Pflanzenvereine verschwinden würden. Beide, die vorgeschobenen Posten der binnenländischen pontischen oder pannonischen Pflanzen und die der atlantischen Typen, als Relikte anzusehen, scheint mir absolut unmöglich. Sind, wie sehr vielfach angenommen wird, die meist auf den Heide- oder Hochmooren lebenden nordisch-atlantischen oder nordischen

¹⁾ Vgl. БЕСК in *Лето* 55, Heft 3 und 4.

Formen Überbleibsel aus der Eiszeit, also aus der arktischen oder subarktischen Periode, Überbleibsel, die sich an jenen Orten dauernd gehalten haben, da die Moore allgemein zu den „kalten“ Formationen gehören¹⁾, nun so kann eine irgendwie stärkere Schwankung der klimatischen Verhältnisse im norddeutschen Flachlande seit dem völligen Rückzuge des Inlandeises nicht mehr erfolgt sein. Die arktische Flora wäre dann der subarktischen gewichen, die bis auf die erwähnten Reste, die außerhalb der kompakten Verbreitung der Arten geblieben sind, durch die jetzige mitteleuropäische verdrängt ist. Die südöstlichen bzw. pontischen Pflanzen wären dann mit dem Rückzuge des Eises der zunehmenden Erwärmung gefolgt, soweit es jeder einzelnen von ihnen möglich war; sie stießen in ihrer kompakten Verbreitung so weit vor, bis irgend ein klimatischer Faktor (bei uns in der Mehrzahl der Fälle die große Frühjahrs- und Herbstfeuchtigkeit) ihnen eine Grenze setzte; über diese Grenze hinaus sind ihre Samen dann natürlich dauernd verbreitet worden, und so haben sich auch noch im ungünstigeren Gebiet an besonders günstigen Standorten die Arten hie und da ansiedeln können, bis sie dann mit der Verstärkung des ungünstigen Faktors ihre absolute Grenze erreichten. In diesem Falle wären also die isolierten Standorte der östlichen trockenheitliebenderen Formen nicht als Relikte, sondern als Vorposten aufzufassen. Die Gehölze wären dann etwa in der von NATHORST und ANDERSSON angenommenen Reihenfolge eingewandert.

Jede stärkere Erwärmung und Abtrocknung des Gebietes nach der Eiszeit, die über die jetzt herrschende hinausging, hätte unbedingt einen starken Vorstoß der östlichen Pflanzen nach Westen zur Folge gehabt, die Hauptwohnplätze der feuchtigkeitliebenden Arten, die Heide- und Hochmoore, hätten in dem trockneren Teile nicht mehr zur Ausbildung gelangen können und wären verschwunden. Aber auch die andere Standorte bewohnenden Arten wären nach dem jetzigen Florenbilde zurückgewichen. Wäre ein solcher Vorstoß vorhanden gewesen (oder gar deren mehrere), der allmählich wieder auf das jetzige Stadium zurückgegangen ist, so wären danach die atlantischen Pflanzen an den isolierten Standorten Vorposten, die östlichen Relikte. Für ein solches Vordringen der östlichen Steppentypen nach dem Westen fehlen aber bisher alle stichhaltigen Beweise, soweit dabei pflanzliche Reste in Betracht kommen; es steht zu hoffen, daß darüber das in Aus-

¹⁾ Vgl. WARMING: Ökologische Pflanzengeographie.

sicht stehende Moorwerk WEBERS ausschlaggebende Materialien bringen wird. Ein zwingender Grund, eine so starke Schwankung anzunehmen, liegt meiner Meinung nach nicht vor, im Gegenteil, die jetzige gleichmäßige Pflanzenverbreitung widerspricht dem einigermaßen.

Die hauptsächlichsten für die Beurteilung der klimatischen und Vegetationsverhältnisse früherer Perioden verwendeten Vegetationsformationen sind die Pflanzenvereine des Wassers und der Moore, weil in ihnen am besten die pflanzlichen Reste in einem erkennbaren Zustande erhalten bleiben. Die Vegetation der Gewässer bietet nun aber bei der relativen Unabhängigkeit der Wasserpflanzen von den klimatischen Verhältnissen keine wesentlichen Verschiedenheiten bei geringeren klimatischen Unterschieden. Anders ist es mit den Mooren. Diese können namentlich deshalb als wichtigstes Kriterium gelten, weil ein Teil von ihnen, die Heide- und Hochmoore, nur von den Niederschlägen leben. Die an den Grundwasserstand gebundenen Wiesen- oder Niederungs-Moore werden sich überall finden, wo Wasser zusammenläuft, und das kann ja auch in trockneren Gebieten geschehen; echte Heidemoore mit wachsendem Torfmoose (*Sphagnum*) können aber nur da entstehen, wo die Niederschläge genügend groß sind, um dem Moose genug Wasser zu liefern, daher ja auch die Abnahme der Hochmoorbildung bei uns von Nordwesten nach dem trockneren Südosten und der Rückzug der Hochmoorbildung in den trockneren Teilen in die Wälder. Aber auch hier kann oft die geologische Schichtenfolge keinen absolut sichern Beweis liefern, es sei denn, daß die Gleichaltrigkeit bestimmter Schichten in zahlreichen Fällen nachzuweisen ist. Die normale Schichtenfolge, daß sich auf einem Wiesen- bzw. Niedermoor oder auf dem gewachsenen Boden das Hochmoor aufbaut, kann durch viele Faktoren gestört werden. Zunächst spielt die Schwankung des Grundwasserstandes dabei eine wichtige Rolle, und es ist wohl als sicher anzunehmen, daß nach dem Verschwinden des Inlandeises die Erosionsverhältnisse in den Diluvialablagerungen noch sehr andere waren als jetzt, die weiten Diluvialerhebungen zwischen den großen Tälern der Abschmelzwasser sind naturgemäß im Laufe der Jahrtausende seitdem immer schärfer durch die Erosion angefressen worden, der Wasserabfluß ist gleichmäßiger geworden. In früheren Perioden werden daher die Änderungen des Gefälles, die Wasserzufuhr und damit der Grundwasserstand an den einzelnen Orten größer gewesen sein als jetzt. — Die Überlagerung eines Hochmoores durch ein Niedermoor kann

auch durch Überflutung des ersteren erfolgt sein, ein Vorgang, der sich sogar hie und da jetzt infolge von Wasseraufstau abspielt. Auch auf ganz flach gelegenen Mooren kann man ähnliche Dinge beobachten, wenn das Niedermoor von einem Bache durchflossen war, der mit einem minimalen Gefälle sich in ein größeres Gewässer ergießt. Schon der schwankende Wasserstand des letzteren kann natürlich einen Rückstau, eine Wiederüberflutung des schon mit Hochmoor oder mit Wald bedeckten ausgewachsenen Niedermoores verursachen, aber die langsam fließenden Bäche versperren sich selbst nicht selten durch die Ablagerung der mitgeführten Schlammteile den Ausfluß bzw. legen diesen allmählich höher, und auch ihr Bett selbst bzw. auch dessen Ränder erhöhen sich in der bekannten Weise so lange, bis bei höherem Wasserstande ein seitlicher Durchbruch erfolgt, der zur Wiederüberflutung des Geländes führt. Die Folge ist, daß die begonnene Hochmoorbildung wieder durch eine weitere Wiesenmoorbildung abgelöst wird, bzw. wenn eine Bewaldung stattgefunden hatte, daß der Wald durch das Moor wieder vernichtet wird. Im letzten Falle wird zwischen den beiden Moorschichten eine Wurzelschicht des Waldes in den Niederungstorf eingelagert erscheinen.

Sehr verbreitet muß die Einwanderung des Torfmooses und damit die Heide- oder Hochmoorbildung in die Wälder gewesen sein, wie die zahlreichen Wurzeln oder zugespitzten Stämme im Liegenden der Hochmoore beweisen. Es kann dies in 2 Formen geschehen. Entweder siedelt sich das Torfmoos selbständig in den feuchten Wäldern an, wie man dies namentlich in den feuchten atlantischen Heidegebieten beobachten kann, es vermehrt sich und schließt sich bald zu einer Moosdecke zusammen, so den Bäumen die Luft im Boden abschneidend und sie vernichtend. Ein anderer Vorgang, der überall da, wo überhaupt noch Hochmoorbildung stattfindet, vor sich gehen kann, ist die seitliche Einwanderung des Moores. Namentlich dann, wenn das Moosmoor in seinem Wachstum seitlich an eine in der Wachstumsrichtung sich senkende Stelle gekommen ist, so daß jetzt die Wasserbewegung, die in den Moospflanzen eine absteigende ist, den sonst (solange das Moor in einem geschlossenen Kessel wächst) gerade am schlechtesten mit Wasser versorgten Randpflanzen am meisten zu gute kommt; dann beginnt der Rand des Moores lebhaft den Abhang herabzuschreiten. Ein Wald, der in seinem Wege steht, wird natürlich umwachsen und erstickt. Bewaldete Senkungen können so bald vom Moore ausgefüllt werden.

In den mäßig feuchten Gegenden, in denen eine Bildung wachsender Hochmoore unter freiem Himmel nicht mehr gut möglich ist, das lebhaft wachsende *Sphagnum* sich in den Schutz der Bäume zurückziehen muß, wie wir es vielfach im mittleren und östlichen Norddeutschland sehen, kommt nicht selten eine interessante Schichtenfolge zustande. Das in den Beständen der Kiefer etc. in dichten Polstern aufwachsende *Sphagnum* umwächst, auch mit anderen Moosen, die Stämme so weit, bis die Bäume durch Erstickung der Wurzeln und des Stammgrundes absterben. Durch den jetzt geschaffenen Licht- einfall, die verstärkte Verdunstung an der ungehinderten Sonne wird das Torfmoos in seinem Wuchse stark beeinträchtigt, es bleibt kurz und kümmerlich. Mit der jetzt folgenden starken Entwicklung der dem Moose beigemischten größeren Pflanzen keimen auf dem Boden auch wieder die Baumsämlinge, die, nachdem sie herangewachsen sind, dem Moose wieder Schutz und Schatten spenden, so daß dieses jetzt wieder üppig zu wachsen beginnt, um dadurch wieder sein Zerstörungswerk an den Bäumen einzuleiten, die einige Jahrzehnte lang den Kampf gegen das Torfmoos führen und schließlich, wenn ihr Stammgrund zu tief im Moose steckt, unterliegen. Das sich ergebende Bild ist ein Wechsel von Moos- und Wurzelschichten im Torfe.

Die dem Torfmoose beigemischten höheren Pflanzen zeigen sich in ihrem Verhältnis zum Moose sehr schwankend. Ganz geringe Änderungen in der zur Verfügung stehenden Wassermenge, selbst kürzere ein oder einige Jahre dauernde sommerliche Trockenperioden vermögen hier eine sehr wesentliche Verschiebung hervorzubringen, worauf ich schon früher¹⁾ hinwies. Wächst das *Sphagnum* stark, so werden Wollgras und all die übrigen Begleiter schwach, wenigstengelig ragen sie aus der Moosoberfläche hervor (C. A. WEBER). Sobald aber aus irgend einem Grunde das Wachstum des Moooses nachläßt, stärken sie sich plötzlich, sie bilden dichte Rasen und Bülden, und zwischen ihnen streben Sträucher (*Myrica*, *Ledum* usw.) auf. In den etwas trockneren Gegenden haben wir natürlich nur so bewachsene Moore. Wie gering aber die Schwankungen der Wassermenge zu sein brauchen, zeigt das Verhalten der Moor- ränder, die wohl fast alle mit den Kräutern und Sträuchern reichlich bedeckt sind, selbst wenn die weite Mitte fast kahl erscheint. Die stärkere Verdunstung, die schnellere Wasser- ableitung usw. dürften es sein, die die Bebuschung an den

¹⁾ Heide und Moor, S. 62 ff.

schräg abfallenden Randteilen bewirken. Je höher das Moor sich über die Umgebung erhebt, desto breiter wird natürlich der buschige Randstreifen, desto größer wird seine Fläche im Verhältnis zur Gesamfläche des Moores. Es muß also bei kleineren Mooren früher, bei großen spät der Zeitpunkt eintreten, wo das ganze Moor mit dem Buschwerk bewachsen ist. Das buschige Moor hinterläßt, ähnlich wie die Übergangsmoore, eine filzige Wurzelschicht, die auch oft als „Übergangsmoor“ angesprochen worden ist, die sich aber durch die reine Zusammensetzung nur von Heidepflanzen von dem echten Übergangsmoore mit gemischter Flora sehr wesentlich unterscheidet.

An fast allen unseren Heidemooren, die zu Torfstich usw. verwandt werden, kann man beobachten, daß die schnellere Ableitung des Wassers, die Vergrößerung der Oberfläche usw. die Rasen- und Buschbildung auf dem Moore sehr energisch fördern, ja daß sie sie meist unmittelbar veranlassen. Meist finden sich auch an den dann höher gelegenen Stellen Bäume, Birken, Kiefern usw. an. In der Natur entstehen ganz ähnliche plötzliche Veränderungen durch die Moorbrüche, durch den Ausbruch der inneren weichen Moormasse. Durch das dadurch erfolgende Tiefersinken der Moormitte und die schnellere Entwässerung wird sich solch Moor auch zunächst mit Buschwerk und Bäumen bedecken, bis das wachsende *Sphagnum* die Fläche wieder gleichmäßig überzieht und so wieder eine Wurzelschicht im Innern des Moores einschließt.

Ein weiterer Faktor, der beim natürlichen Wechsel der Vegetationsformationen sicherlich eine große Rolle spielt, ist die „Bodenmüdigkeit“¹⁾, jene eigentümliche dem Landwirt lange bekannte Erscheinung, daß die meisten Pflanzenarten nur einige Generationen gesund und kräftig an derselben Stelle, auf demselben Boden, wachsen können, daß sie dann, selbst wenn ihnen künstlich Nahrung (Dünger) zugeführt wird, anfangen zu kränkeln, und daß sie durch andere Arten abgelöst werden. Bei den Krautgewächsen zeigen unsere Erfahrungen und Kenntnisse in dieser Richtung, daß die ausdauernden Arten meist von ihren früheren Wohnplätzen in radialer Richtung fortwandern, ihren ehemaligen Standort meiden (Hexenringe), daß die einjährigen an den Stellen ihrer Vorfahren meist bald klein und kümmerlich bleiben, auf dem neueroberten Terrain aber kräftig aufwachsen. Auch bei unseren Waldbäumen glaubt man hier und da schon Ähnliches zu beobachten, und bei den

¹⁾ Vgl. 32. Bericht Zoolog.-Botan. Ver. Danzig 1910, S. 54 ff.

großen Zeiträumen, mit denen die geologische Forschung rechnen muß, ist wohl als sicher anzunehmen, daß auch ohne Eingriff des Menschen nach einer Reihe von Generationen eine Baumart die andere schwach und kränklich gewordene an den betreffenden Stellen ablöste. Je stärker die Herrschaft der einen Art in einem Lande anfangs gewesen ist, desto auffallender muß naturgemäß ihr Rückschreiten werden. Diese „Wechselwirtschaft“, wie sie die Natur uns bei den kleinen Gewächsen alljährlich zeigt, wird ganz sicher auch bei den Siedelungsverhältnissen unserer größten, den Boden am meisten in Anspruch nehmenden Gewächsen, den Waldbäumen, stark mitsprechen. Die Ablösung der meist wenig Humus hinterlassenden Laubgehölze durch (etwa anspruchslosere) Nadelhölzer mit reichlicher Humus- und Moosbildung, wie sie zahlreich im Gebiete der Lüneburger Heide zu treffen ist, ergibt naturgemäß einen Wechsel sehr verschiedener Schichten fossiler Reste.

Den aufgeführten Vegetationsänderungen, die auch einen völligen Wechsel der fossilen Reste, eine Änderung im Bilde der übereinandergelagerten Schichten mit sich bringen müssen, ohne daß auch die mindeste klimatische Änderung dazu nötig wäre, ließe sich noch eine Reihe anderer hinzufügen. Ich habe aber geglaubt, hier auf die wichtigsten Faktoren aufmerksam machen zu sollen, weil noch jetzt nicht selten in der Literatur aus einfachen Schichtenfolgen auf eine Änderung der klimatischen Verhältnisse geschlossen wird.

Klimaänderungen und Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit.

Von Herrn HANS MENZEL in Berlin.

Inhaltsübersicht.

Einleitung	200
I. Die Literatur über deutsche Binnenmolluskenfaunen des Quartärs	200
II. Die Wertung der Binnenmollusken zur Beurteilung von Klimaänderungen	201
A. Die fossilführenden Ablagerungen der letzten Glazial- und der Postglazialzeit im nördlichen Deutschland	205
I. Die glazialen Süßwassermolluskenfaunen bei Lübeck	206
II. Fossilführende Glazialablagerungen in Ostpreußen	213
III. Die spätglazialen Dryastone bei Lübeck	215
IV. Die Schichten vom Bärenbruch bei Güstrow	217
V. Der Kalktuff am Windebyer Noor bei Eckernförde	220
VI. Spät- und postglaziale Conchylienfaunen aus Ostpreußen	222
VII. Die Wiesenkalk- und Torfablagerungen an der Müritz	224
VIII. Wiesenkalk und Moormergel in Hinterpommern	228
B. Die mittel- und nordeuropäischen Binnenmollusken nach ihrer heutigen Verbreitung	231
I. Die Gliederung des Faunengebietes nach klimatischen Zonen	231
II. Übersichtstabelle	235
C. Die Gliederung der Spät- und Postglazialzeit im nördlichen Deutschland auf Grund der Binnenmollusken	236
I. Die Zone der arktischen Conchylien	237
II. Die Zone des <i>Planorbis stroemi</i>	258
III. Die Zone des <i>Planorbis umbilicatus</i> und der <i>Bythinia tentaculata</i>	259
IV. Die Zone des <i>Planorbis corneus</i> und der <i>Paludina vivipera</i>	260
V. Die Zone der <i>Dreissena polymorpha</i> und der <i>Helix pomatia</i>	261
VI. Zusammenfassung	262
D. Verzeichnis der wichtigsten Literatur	265

Einleitung.

Zur Lösung der Frage nach den klimatischen Veränderungen seit der letzten Eiszeit, die für die Sitzung des XI. internationalen Geologenkongresses zu Stockholm in diesem Jahre zur Diskussion gestellt worden ist, erscheint neben der Flora und der Fauna der Wirbeltiere nicht zuletzt die Fauna der Binnenmollusken geeignet, bedeutungsvolle Beiträge zu liefern.

I. Die Literatur über deutsche Binnenmolluskenfaunen des Quartärs.

Wenn der XI. internationale Geologenkongreß im Sommer dieses Jahres in Stockholm tagt, werden 58 Jahre verflossen sein, seit ALEXANDER BRAUN auf der 20. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte zu Mainz (im September 1842) zum ersten Male eine „vergleichende Zusammenstellung der lebenden und diluvialen Molluskenfauna des Rheintales [mit der tertiären des Mainzer Beckens]“ gegeben hat. Schon darin finden wir die Grundzüge angedeutet, die auch heute noch für uns maßgebend bei der Beurteilung fossiler Binnenmolluskenfaunen sind.

Die Kenntnis der quartären Binnenconchylien und der sie einschließenden Ablagerungen wurde in der Folgezeit, insbesondere an ihrer klassischen Stätte, dem Mainzer Becken, weiter ausgebaut durch Männer wie SANDBERGER, ANDREAE, BOETTGER, KOCH, KINKELIN und einige andere, doch wirkte ihr Vorgang nicht so befruchtend auf die Quartärgeologie ein, wie die Wichtigkeit des Stoffes es wohl erfordert hätte. (Dafür waren wohl in Deutschland vorerst in den älteren Formationen interessantere und wichtigere Probleme zu lösen.) Es wurden zwar weiter Conchylienfaunen aus quartären Ablagerungen, besonders in Süd- und Mitteldeutschland, von CLESSIN, KOBELT, v. MARTENS, WEISS u. a. vortrefflich bestimmt und veröffentlicht, die Erörterung der damit verbundenen geologischen Fragen blieb aber in der Regel hinter der zoologischen Behandlung des Stoffes zurück, da die Verfasser meistens keine Fachgeologen waren. Erst in neuerer Zeit läßt sich ein weiterer Aufschwung, vor allem durch die Arbeiten von WÜST, nicht verkennen, dem sich noch einige andere Forscher wie STEUSLOFF angeschlossen haben. Immerhin ist die Kenntnis der quartären Binnenconchylien-

faunen in Deutschland, vor allem in dem Gebiet der nordischen, Vereisungen und ihrer Vorländer, noch recht gering. Ganz besonders wenig beachtet wurden aber bisher die alluvialen Conchylienfaunen, von denen man bei geologischen Beschreibungen nicht selten weiter nichts lesen kann als „mit Schnecken, die sich von den lebenden nicht unterscheiden lassen“. Indessen haben auch im Gebiet der nordischen Vereisungen, besonders in der Umgegend von Berlin, sowie in West- und Ostpreußen, schon vor Jahren eine Reihe von Autoren den quartären Binnenmollusken ihre Aufmerksamkeit geschenkt, so vor allem BEYRICH, KUNTIL, BERENDT, WAHNSCHAFFE, KEILHACK, GOTTSCHKE, SCHROEDER, JENTZSCH, KOERT u. a. Diese Forscher waren aber meistens mehr Geologen als Spezialkenner der Binnenconchylien und ihrer heutigen Verbreitung. Daher tritt in ihren Arbeiten wieder die paläontologische Wertung der Faunen etwas hinter der geologischen Behandlung zurück. Von seiten anderer Geologen, auch von solchen, die sich viel mit Quartärgeologie befaßt haben, wurde den Binnenmolluskenfaunen eine starke Nichtachtung entgegengebracht, die wohl allerdings ihren Hauptgrund in großer Unkenntnis hatte; denn nur so läßt es sich erklären, wie es kommen konnte, daß im III. Teile der *Lethaea geognostica*, in dem Bande über das Quartär (erschienen 1903), auf der schönen von LÖSCHMANN gezeichneten, Tafel neben anderen Unrichtigkeiten, mehrere Arten einen falschen Namen tragen¹⁾.

II. Die Wertung der Binnenmollusken zur Beurteilung von Klimaänderungen.

Der Nachweis von klimatischen Veränderungen in der geologischen Vergangenheit auf Grund der Binnenmolluskenfauna, wie er im folgenden versucht werden soll, läßt sich, ebenso wie bei der Pflanzenwelt, nur durch die genaue Kenntnis der Verbreitung der heute lebenden Binnenmollusken führen. Das macht aber die Voraussetzung erforderlich, daß die fossilen Vertreter genau oder wenigstens annähernd genau dieselbe Abhängigkeit vom Klima besaßen wie die heutigen. Wir sind

¹⁾ „*Valcata naticina* MENKE“ = wahrscheinlich *Valcata depressa* PFR. — „*Planorbis (Gyrorbis) carinatus* MÜLL.“ = *Planorbis (Tropidiscus) umbilicatus* MÜLL. *Plan. carinatus* gehört ebenfalls zu der Untergattung *Tropidiscus*, nicht zu *Gyrorbis*. — *Helix (Trigonostoma) obvoluta* MÜLL. teste SANDB. (= *Tropidiscus umbilicatus* teste WEISS)“ ist natürlich unrichtig und beruht wahrscheinlich auf einem Verwechseln der Etiketten. — „*Succinea putris* L.“ = *Succinea schumacheri* ANDR. — Der Autor von *Cyrena (Corbicula) fluminalis* ist MÜLLER (nicht „GRAEF.“ [?]).

aber zu dieser Voraussetzung, wenigstens was die vorliegende Frage, die klimatischen Verhältnisse während der Nacheiszeit betrifft, vollauf berechtigt. Denn die hier in Frage kommenden Arten leben fast alle heute noch und zeigen genau dieselbe Entwicklung und Ausbildung der Schale. Da aber der Bau der Schale, dieses wichtigsten Schutzorganes der Molluskenwelt, zum großen Teile von den biologischen Verhältnissen und diese wieder stark vom Klima beeinflusst werden, so können wir eine bestimmte Wechselbeziehung zwischen dem Vorkommen einzelner Conchylienarten und den Klimaverhältnissen in der Vergangenheit wie in der Gegenwart annehmen.

Während in der botanischen Literatur die Beziehungen zwischen Pflanzenwelt und Klima schon seit langem eingehende und umfangreiche Behandlung, vor allem auch unter Berücksichtigung der fossilen Vorkommnisse, erfahren haben, fehlt es in der Literatur der deutschen Binnenmollusken noch sehr an Zusammenstellungen, die ohne weiteres als Unterlage für geologische Betrachtungen dienen könnten.

„Über die Verbreitung der europäischen Land- und Süßwasser-Gastropoden“ haben wir eine für die damalige Zeit vortreffliche Arbeit aus dem Jahre 1855 von E. v. MARTENS. In neuerer Zeit behandelt dasselbe Thema, aber in erweiterter Form, W. KOBELT in seinen „Studien zur Zoogeographie“, Teil I—II (Wiesbaden 1897—98). Beide Arbeiten, insbesondere die letztere, bieten zwar einen ausgezeichneten Anhalt für die Bewertung fossiler Faunen, lassen sich aber nicht ohne eingehende Kenntnis der malakozoologischen und paläomalakozoologischen Literatur verwenden.

Den Versuch, diese Lücke auszufüllen, hat nun in neuerer Zeit (1904) A. C. JOHANSEN in Kopenhagen in seiner Arbeit „Om den fossile Kvartaere molluskfauna i Danmark og dens relationer til forandringer i klimaet“ gemacht. Er geht von dem Gedanken aus, die nördlichste Verbreitung der Conchylien festzustellen, und kommt zu der Erkenntnis, daß die nördlichsten Verbreitungsgrenzen der Mollusken ziemlich genau mit dem Verlauf der Juli-Isothermen übereinstimmen. Hieraus berechnet er weiter die niedrigste Julitemperatur, unter der jede einzelne Art noch leben und sich fortpflanzen kann. Aus diesen Zahlen sucht er dann auf Grund der gefundenen Mollusken die klimatischen Verhältnisse der geologischen Abschnitte des Quartärs nach Wärmegraden festzustellen.

Es muß zugegeben werden, daß dieses Verfahren etwas sehr Bestechendes hat. Vor allem erscheint wichtig die Ent-

deckung des Gesetzes vom Zusammenhang der nördlichsten Verbreitungsgrenzen der Binnenmollusken mit den Juli-Isothermen. Indessen wurde dieses Gesetz schon 49 Jahre vor dem Erscheinen von JOHANSENS Arbeit von keinem Geringeren als E. v. MARTENS in seiner oben genannten Arbeit ausgesprochen, wo er auf Seite 44 sagt: „Hauptsächlich ist es aber das Klima, d. h. die Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse, welche die Verbreitung der Schnecken bedingen. Die ersteren sind leider noch wenig übersichtlich bekannt geworden, die letzteren werden in erster Annäherung durch die Breitengrade, genauer durch die Isothermen und noch besser durch die Isotheren und Isochimen dargestellt.“ Auf Seite 60 heißt es dann noch präziser: „Es ist also nur die Sommertemperatur, in welcher wir eine Übereinstimmung finden, die Winterkälte zeigt bedeutende Verschiedenheiten vom ozeanischen Schottland zum kontinentalen Rußland, zwischen welchen beiden die Schweiz die Mitte hält. ein Beweis, daß für unsere Schnecken die Sommertemperatur weit wichtiger ist als das Jahresmittel, denn den Winter verschlafen sie, er mag nun einige Grade mehr oder weniger haben.“ Demnach muß nicht JOHANSEN, sondern E. v. MARTENS als Entdecker dieses Gesetzes gelten. Immerhin bleibt JOHANSEN das Verdienst, die Folgerungen aus demselben gezogen und seine praktische Verwendbarkeit für Klimabestimmungen in der Vergangenheit gezeigt zu haben. Indessen haften der Klimatabelle von JOHANSEN noch eine Reihe erheblicher Mängel an, die ihre Brauchbarkeit stark beeinträchtigen.

Ein Umstand, der dem Verfasser allerdings nicht zum Vorwurf gemacht werden kann, ist, daß die Zusammenstellung sich nur auf die in Dänemark gefundenen Arten beschränkt. Dadurch werden eine ganze Reihe der wichtigsten, wohl nur zufällig in Dänemark noch nicht nachgewiesenen Arten, die in Deutschland und England sehr häufig sind und zum Teil auch in Schweden vorkommen, wie *Vallonia tenuilabris*, *Pupa columella* usw. nicht in den Bereich der Betrachtung gezogen.

Ein wirklicher Mangel, auf den hingewiesen werden muß, ist die Synonymik bei JOHANSEN. Es werden ohne Angabe der Gründe eine ganze Anzahl von gut unterscheidbaren Formen, die oft ganz getrennte oder doch wenigstens verschiedene geographische Verbreitungsgebiete haben, zusammengezogen. Dadurch werden die oft sehr deutlichen klimatischen Beziehungen vollständig verwischt. So werden z. B. *Vitrina pellucida* MÜLL. und die nördlichere *V. angelica* BECK, die sich durch größere, erweiterte Mündung unterscheidet, miteinander vereinigt. Unter *Succinea elegans* RISSO versteht JOHANSEN diese selbst, *S. Pfeifferi*

ROSSM., *S. groenlandica* BECK und *S. altaica* v. MART. Unter *Linnaea auricularia* L. faßt er den ganzen Formenkreis der *L. auricularia* L. (em. CLESSIN), *L. obliquata* v. M. und der *L. lagotis* SCHRENK zusammen. Als *Linnaea pereger* MÜLL. bezeichnet er Formen, die wir als *L. pereger* MÜLL., *L. orata* DRP. u. *L. mucronata* HELD auseinanderzuhalten gewöhnt sind. Unter *V. alvata piscinalis* MÜLL. vereinigt er diese selbst mit Formen von *V. liljeborgi* WESTERL., *V. alpestris* KÜST., *V. raboti* WEST. Diese Beispiele könnte man noch beliebig vermehren. Ja ich bin sicher, daß auch bei anderen Arten, bei denen JOHANSEN nicht angibt, daß er mehrere Formen vereinigt, verschiedene Unterarten oder Variationen, wie man es nennen will, zusammengefaßt werden, die klimatisch scharf auseinanderzuhalten wären, so bei *Sphyradium edentulum* DRAP. u. a. Da gerade über die nordischen Formen der paläarktischen Binnenmollusken ausgezeichnete Untersuchungen von WESTERLAND vorliegen, so wäre es nicht schwer gewesen, diese Formen streng zu trennen.

Aber auch der Kernpunkt der Arbeit von JOHANSEN, die Feststellung der tiefsten Temperatur aus der nördlichsten Verbreitung zeigt noch Unstimmigkeiten. JOHANSEN hebt schon selbst hervor, daß das weitere Vordringen der Mollusken nach Norden mehrfach durch das Aufhören des Landes verhindert sein dürfte, so daß einzelne Arten wohl noch nach nördlicheren Gegenden gewandert wären, wenn sie gekonnt hätten. Deshalb dürfte bei mehreren ihre nördlichste Verbreitung nicht mit ihrer äußersten Lebens- und Entwicklungsmöglichkeit zusammenfallen. Zu solchen Arten scheint mir z. B. auch *Anodonta cygnea* zu gehören, ohne daß ich indessen zurzeit den strengen Beweis dafür liefern könnte. Es läßt sich aber gerade aus ihrer Verbreitung deutlich ersehen, daß ihre Nordgrenze sich nicht genau der Juliisotherme anschließt, sondern im westlichen Europa, im Bereich des ozeanischen Klimas, bedeutend weiter nach Norden vorrückt (bis zur 13°-Juliisotherme), während sie im Osten, in Sibirien und Kamschatka, also in der Gegend des kontinentalen Klimas, weiter südlich, bis in den Bereich der 18°-Juliisotherme rückt. Sie scheint also die kalten, langen Winter zu meiden. Ähnliches mag auch von einer Anzahl anderer Arten gelten. Dieser Punkt bedarf also auch noch sorgfältiger Nachprüfung und Ergänzung, wenn die exakten Zahlenangaben von JOHANSEN über Klimaverhältnisse Anspruch auf unbedingte Zuverlässigkeit machen sollen.

Eine wesentliche Seite behandelt die Arbeit von JOHANSEN aber nur sehr nebensächlich. Das ist die Südgrenze der Verbreitung der Mollusken. Wenn dieselbe auch bei sehr vielen

Arten von geringer Bedeutung ist, da sie sehr weit nach Süden gehen und sich an Wärme, soweit sie mit Feuchtigkeit verbunden ist, in hohem Maße gewöhnen können (lebt doch *Limnaea ovata* L. = *L. pereger* MÜLL. bei JOHANSEN, die bis zur 8°-Isothere nach Norden geht, in den heißen Quellen in Island bei einer Temperatur von + 40° C), so haben wir aber auch eine ganze Reihe von Formen, die in einem wärmeren Klima nicht zur Entwicklung kommen und absterben oder verkümmern. Dazu gehören z. B. *Patula ruderata*, *Pupa columella*, *turritella*, *alpestris*, *arctica* usw. Die Feststellung der südlichsten Verbreitung dieser Formen wäre gerade für die Beurteilung fossiler Faunen, in denen sie sich finden, von höchstem Interesse.

Wenn also die Arbeit von JOHANSEN auch noch nicht ausreicht, um in allen Fällen eine zuverlässige Beurteilung der klimatischen Verhältnisse unserer conchylienführenden Quartärablagerungen zu ermöglichen, so zeigt sie uns doch den Weg, auf dem wir zu einer solchen gelangen können. Sie ist eine wichtige Vorarbeit für die Lösung der Frage nach den klimatischen Verhältnissen und Änderungen in der geologischen Vergangenheit.

A. Die fossilführenden Ablagerungen der letzten Glazial- und der Postglazialzeit im nördlichen Deutschland.

Im folgenden soll an einer Reihe von Beispielen untersucht werden, wie sich im nördlichen Deutschland die klimatischen Verhältnisse seit dem Höhepunkt der letzten Vereisungen geändert haben. Das in Betracht gezogene Gebiet umfaßt das ganze nördliche, nach unserer heutigen Kenntnis dreimal vereist gewesene Deutschland. Es liegt für dieses Gebiet noch keine Zusammenstellung der Untersuchungen über klimatische Veränderungen seit der letzten Eiszeit vor, die sich auf die Conchylienfauna gründet oder dieselbe auch nur eingehend berücksichtigt. Nur eine Reihe von Einzeluntersuchungen sind vorhanden, besonders im Westen, in der Gegend von Lübeck und in Mecklenburg, die jungglaziale und spät- oder postglaziale Ablagerungen und ihre Conchylienfaunen, neben den Floren, behandeln. Diese von STRUCK, FRIEDRICH, RANGE und STEUSLOFF verfaßten Arbeiten sind deshalb für meine Ausführungen sehr wertvoll gewesen. Ganz ähnliche Funde wie aus der Gegend von Lübeck liegen auch aus Ostpreußen vor. Sie sind aber zum größten Teil noch unveröffentlicht. Schließlich konnte ich noch eine Reihe von eigenen Aufsammlungen aus Hinterpommern,

eine reiche Conchyliensammlung aus dem Kreise Pyritz, dem Arbeitsgebiet des Herrn SOENDEROP, und eine interessante Fauna aus dem Kalktuff am Windebyer Noor bei Eckernförde benutzen, die ich Herrn W. WOLFF verdanke.

WAENSCHAFTE hatte in seiner „Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes“ III. Auflage, Stuttgart 1909, S. 331/32 folgende Gliederung der in Frage stehenden Zeit ausgeführt, die sich in der Hauptsache auf die phytopaläontologischen Untersuchungen von NATHORST u. A. stützt. aber auch die Faunen nicht unberücksichtigt läßt.

I. Spätglaziale Phase.

Dryas- (*Yoldia-*) Zeit.

II. Postglazialzeit.

a) Ältere:

Birke-Kiefer- (*Ancylus*)-Zeit.

b) Mittlere:

Eiche- (*Litorina*) Zeit.

c) Jüngere:

Buche- und Erle- (*Mya*)-Zeit.

I. Die glazialen Süßwassermolluskenfaunen bei Lübeck.

Über die jungglazialen fossilführenden Ablagerungen bei Lübeck haben 1900 STRUCK und 1905 FRIEDRICH ausführlich berichtet.

Lübeck liegt nach FRIEDRICH in einem Talsandgebiet, dessen Untergrund folgendes Profil zeigt:

1. Jüngster Talsand, feinkörnig, bis 3,5 m mächtig,
2. oberer Talton, oberer Tonmergel oder gelber Ton, bis 4 m,
3. älterer Talsand, feinkörnig, bis 6 m,
4. unterer Talton, unterer Tonmergel oder blauer Ton, bis 20 m.

Darunter folgt überall der obere Geschiebemergel.

Nach Norden zu geht dieses Talsandgebiet in einen schmalen Sandstreifen über, hinter dem die große Endmoräne folgt. Das Sandgebiet ist aus groben sandigen Kiesen und kiesigen Sanden aufgebaut, die nach Süden zu den blauen Ton überlagern. Sie werden ihrerseits wieder von dem obersten feinen Talsand überdeckt, so daß folgendes Profil entsteht:

1. feiner Talsand,
2. kiesiger Sand,
3. blauer Ton.

Im Lustholz bei Israelsdorf und bei Seeretz liegt über dem Kies noch der gelbe Talton.

Einlagerungen von conchylienführenden Süßwasserabsätzen fanden sich nun sowohl im Sandrgebiet wie im Talsand und im gelben Talton.

a) Im Sandrgebiet.

1. In der Oldenburgschen Sandgrube bei der Herrenföhre war folgende Schichtenreihe aufgeschlossen:

1. Kiesiger Sand, bis 3 m mächtig.
2. Fossilführende Süßwasserablagerung, bestehend aus gelbbraunem, sandigem und tonigem Mergel, hie und da durch Sandstreifen getrennt, im ganzen 2—3 m.
3. Hellgraue, bryozoenführende Spatsande mit kiesigen Einlagerungen.
4. Blaugraue Tonmergel.

In Schicht 2 fanden sich an Conchylien:

1. *Succinea oblonga* DRP.
2. *Limnaea ovata* DRP.
3. *Planorbis rotundatus* POIR.
4. *Valvata piscinalis* MÜLL.
5. *Anodonta* sp.
6. *Sphaerium duplicatum* CL.
7. *Pisidium amnicum* MÜLL.
8. *Pisidium nitidum* JEN.

2. In der LANGESchen Sandgrube bei Schlutup trat dasselbe Profil auf mit den Mollusken:

1. *Limnaea* sp.
2. *Planorbis navitileus* L.
3. *Valvata piscinalis* MÜLL.
4. *Sphaerium duplicatum* CL.
5. *Pisidium amnicum* MÜLL.
6. *Pisidium fossarinum* CL.
7. *Pisidium nitidum* JEN.

Außerdem wurden im Sande, etwa 1 m über der Tonbank, Knochen von *Cervus euryceros*, dem Riesenhirsch, gefunden.

3. In der MEYNSchen Kiesgrube am Bahnhof zu Schlutup kam unter bis zu 6 m mächtigem Sand und Kies

eine kaum 2 dm starke kalkig-sandige Ton- und Mergelschicht zutage, die von hellgrauem, ziemlich feinkörnigem Bryozoensand unterlagert wurde. In ihr fanden sich:

1. *Limnaea stagnalis* L.
2. *Limnaea cf. ovata* DRP.
3. *Valvata piscinalis* MÜLL.
4. *Pisidium annicum* MÜLL.
5. *Pisidium fossarinum* CLESS.
6. *Pisidium supinum* A. SCHM.
7. *Sphaerium duplicatum* CLESS.
8. *Anodonta cf. mutabilis* CLESS.
9. *Unio* sp.

Dicht über der conchylienführenden Mergelschicht wurden außerdem mehrere Knochen vom Rentier gefunden, von denen einer, wahrscheinlich ein Geweihbruchstück, von Menschen eingekerbt worden ist.

4. In der MEYNSchen Kiesgrube im Kiefernwald gegenüber dem Friedhofe ist die hier durch einen Kiessattel von 50 m Breite in zwei Teile zerlegte conchylienführende Mergelbank ebenfalls aufgeschlossen und hat an Fossilien ergeben:

1. *Planorbis nautilus* L.
2. *Valvata cf. piscinalis* MÜLL.
3. *Sphaerium duplicatum* CLESS.
4. *Pisidium annicum* MÜLL.
5. *Pisidium fossarinum* CLESS.
6. *Pisidium nitidum* JEN.
7. *Pisidium obtusale* C. PFR.
8. *Anodonta* sp.

Auch in der Sandgrube bei Böge, in der Grube von STEGEMANN bei der Herrenfähre und am Avelunddurchstich ist diese Conchylienbank nachgewiesen worden, ohne daß aus ihr noch andere Conchylien zutage gekommen wären.

Von Pflanzen fanden sich außer Characeenresten nur zahlreiche unbestimmbare mürbe verkohlte Stücke. Auch Diatomeen ließen sich nicht nachweisen.

Diese conchylienführenden Bänke von sandigem Ton, Sandmergel und tonigem Sand bilden also in dem nördlich von Lübeck gelegenen Sandrgebiete einen weit verbreiteten Horizont. Derselbe wird von einer bis zu 8 m starken Kies- und Sandschicht bedeckt und von hellen bryozoenreichen Spatsanden unterlagert. Da diese Süßwasserbänkchen nur dünn sind, und

torfige Ablagerungen im Hangenden fehlen, so nimmt FRIEDRICH an, daß dieselben nicht Absätze einer langen Interglazialzeit, sondern während einer Oszillation des Eisrandes entstanden sind. Die darüber liegenden kiesigen Sande sind bei einem erneuten kurzen Vorrücken des Eisrandes abgelagert worden¹⁾.

b) Im Talsand.

In der Umgegend von Vorwerk und Cleve, nördlich von Lübeck, findet sich eine aus feinen Sanden gebildete Talsandfläche, auf der bei Cleverhof und in den Clever Kiefern ca. 2 m schräg geschichtete Kiese liegen. An der Basis derselben zeigt sich in einer Grube in den Clever Kiefern eine Tonbank mit großen *Anodonta*-Schalen.

c) Im Talton.

Der Talsand von Cleve und Vorwerk geht nach Süden zu in die gelben Taltone über, wie sich nach FRIEDRICH in zahlreichen Aufschlüssen beobachten läßt. Über ihm liegt in der Nähe von Lübeck stellenweise eine dünne Decke von jüngsten Talsanden, die gleichaltrig mit der Kiesdecke in den Clever Kiefern sein müssen. Zwischen diesen jüngsten Talsanden und dem gelben Talton fand sich an einer Reihe von Stellen ebenfalls die conchylienführende Süßwasserablagerung wieder.

1. Beim Sielbau am Einsegel

wurde unter 1 m humosem Sand und 2,5 m Talsand 0,5 m kalkreicher schwachtoniger Feinsand aufgeschlossen, der nach unten zu in den fetten, hier blaugrauen Talton übergeht. In dem dunkelgrauen, schmierigen Feinsand fanden sich massenhaft Reste von Moosen, grasartigen Blättern und zahlreichen Conchylienschalen. Unter den Pflanzen bestimmte WEBER:

Salix polaris Wg.

Betula nana L.

Dryas octopetala L.

An Conchylien fanden sich:

1. *Limnaea ovata* DRP.

2. *Planorbis crista* L.

¹⁾ GAGEL rechnet dieses Sandrgebiet FRIEDRICHS teilweise noch mit zur Endmoräne. (Diese Zeitschr. Bd. 61, 1909. Monatsber. 10.)

3. *Valvata piscinalis* MÜLL.
4. *Pisidium fossarinum* CL.
5. „ *annicum* MÜLL.
6. *Sphaerium duplicatum* CL.
7. *Anodonta mutabilis* CL.

2. Beim Sielbau an der Vorwerker Schule

erschien die conchylienführende Schicht unter etwa 2,50 m Talsand und über dem oberen Talton mit folgenden Arten:

1. *Limnaea ovata* DRP.
2. *Valvata piscinalis* MÜLL.
3. *Pisidium annicum* MÜLL.
4. „ *nitidum* JEN.
5. *Anodonta mutabilis* CL.

3. An der St. Lorenz-Mittelschule in der Schwartauer Allee

fanden sich bei derselben Schichtenfolge in der fossilführenden Schicht:

1. *Limnaea ovata* DRP.
2. *Valvata piscinalis* MÜLL.
3. *Sphaerium duplicatum* CL.
4. *Pisidium annicum* MÜLL.
5. „ *fossarinum* CL.
6. „ *nitidum* JEN.
7. *Anodonta* sp.

Unter 1,0 humosem Sand und 0,5 hellgrauem Sand fand sich die fossilführende Übergangsschicht zum Talton ferner am Eisenbahneinschnitt zu Breder Mühle, Moisinger Allee 118, sowie an einer Reihe von weiteren Fundstellen.

Diese Fundstellen im Gebiet des Talsandes wie des Taltones haben das eine gemeinsam, daß sie auf diluvialen Absätzen der Abschmelzperiode liegen, aber in allen Fällen von ebensolchen Ablagerungen noch einmal überdeckt werden. Sie müssen also stratigraphisch entstanden sein in einer Zeit des Eisrückzuges und sind bei einem neuen Vorstoß des Eises mit neuen Ablagerungen überschüttet worden. Diese Rückzugszeit des Eises ist aber nur kurz gewesen, deshalb sind diese Bildungen nicht als Interglazial-, sondern als Interstadialbildungen anzusprechen. Die Bestätigung dieser Ansicht finden wir in den Fossilien.

d) Die Fauna des Lübecker Jungglazials.

Während aus den Süßwasserablagerungen im Bereich des Taltones auch eine bemerkenswerte Flora gesammelt wurde, die von WEBER bestimmt, folgende Arten enthielt:

- Nitella flexilis.*
Chara cf. contraria
Bryum sp.
Thuidium abietinum BRYOL. EUR.
Hymnum stellatum SCHREB.
 „ *turgescens* JENSEN.
 „ *Kneiffi* SCHIMP.
 „ *cuspidatum* L.
 „ var. *fluitans* v. KLINGGR.
 Gramineae oder Cyperaceae?
Potamogeton alpinus BALB.
 „ *compressus* L.
 „ *natans* L.
 „ sp.
Salix polaris WEG.
 „ cf. *myrsinites* L.
Betula nana L.
Dryas octopetala L.
Myriophyllum spicatum L.,

unter denen besonders *Salix polaris*, *Betula nana* und *Dryas octopetala* wichtig und bezeichnend für arktisches Klima sind, ist die Zahl der Conchylien geringer und nicht so charakteristisch. Es fanden sich insgesamt: (Siehe Tabelle S. 212.)

Die Bestimmungen der Mollusken rühren nach FRIEDRICHS Angaben von CLESSIN her, also dürfen wir sie als ganz zuverlässig annehmen.

Es liegt eine eigenartige Mischfauna vor. Die Mehrzahl der Arten besitzt eine weite Verbreitung, bis in die arktische Region hinein. *Pisidium supinum* SCHM., *Anodonta mutabilis* CL. und *Unio* sind indessen so weit nördlich nicht bekannt. *Sphaerium duplicatum* CL. dagegen ist nach seinem Autor eine hochalpine Art, die nur bis in die südbayrischen großen Seen hinabgeht. Da diese kleine Muschel in fast allen Aufschlüssen sich zahlreich zeigte, so muß man sie als das Charaktertier der jungglazialen Ablagerungen der Lübecker Gegend bezeichnen. Ein zweites Charaktertier derselben Absätze ist ohne Zweifel die ebenfalls sehr häufig auftretende *Anodonta*. Ihr heutiges Vorkommen und die darauf gegründete Wertung dieses Tieres in klimatischer

Nr.	Name	Im Sand- gebiet	Im Tal- sand- u. Talton- gebiet	Bemerkungen
1.	<i>Succinea oblonga</i> DRP.	1		
2.	<i>Limnaea stagnalis</i> L.	1		
3.	" <i>ovata</i> DRAP.	1	1	
4.	" sp.	1		
5.	<i>Planorbis nautileus</i> L.	1		
6.	" <i>crista</i> L.		1	
7.	" <i>rotundatus</i> POIR.	1		
8.	<i>Valvata piscinalis</i> MÜLL.	1	1	} Fand sich im Sand- gebiet in allen, im Talsand und Ton- gebiet fast in allen Aufschlüssen.
9.	<i>Sphaerium dupplicatum</i> CL.	1	1	
10.	<i>Pisidium amnicum</i> MÜLL.	1	1	
11.	" <i>fossarinum</i> CL.	1	1	
12.	" <i>nitidum</i> JEN.	1	1	
13.	" <i>obtusale</i> PFEIFF.	1		
14.	" <i>supinum</i> SCHM.	1		
15.	<i>Anodonta mutabilis</i> CL.	1	1	} Trat fast überall sehr häufig in einer „Ano- dontenbank“ auf.
16.	<i>Unio</i> sp.	1		

Beziehung, wie sie JOHANSEN festlegt, würde aber gewissermaßen mit dem Vorkommen von *Sphaerium dupplicatum* im Widerspruch stehen. Aber *Anodonta* findet sich öfter in Gesellschaft arktischer Lebewesen in pleistocänen Ablagerungen. Man ist deshalb gezwungen, entweder anzunehmen, daß diese große Muschel heute ihre weiteste Verbreitung nach Norden noch nicht erreicht hat; das ließe sich vielleicht dadurch erklären, daß es ihr dort, z. B. im nördlichen Norwegen, an den zum Gedeihen nötigen größeren, stillen Gewässern fehlt. Oder aber ihr Zusammenkommen mit hocharktischen und hochalpinen Arten dicht vor dem Rande des Inlandeises läßt sich dadurch begreiflich machen, daß diese Muschel in den Gewässern weiter südlich häufig war, daß sie oder ihre Brut ständig mit den nach Norden fließenden Gewässern der Flüsse mitgeführt wurde und so immer von neuem eine Ansiedelung erfuhr. Sobald die klimatischen und Nahrungsverhältnisse es gestatteten, blieb sie aber auch in den erst vor kurzem vom Eise verlassenen Gegenden am Leben und vermehrte sich rasch. Denn wie die dunkle, humusreiche Farbe der glazialen Süßwasserablagerungen zeigt, sproßte in den flachen Wasserbecken vor dem Eisrande eine üppige Pflanzenwelt, die allerdings auf niedere (Algen) und nur wenige höhere Arten beschränkt war, den Anodonten aber eine gute Weide abgab. Auf diese Weise wird man sich auch die *Anodonta* als gute und unauffällige Gesellschafterin der arktischen Binnenmolluskenfauna vor dem Eisrande vorstellen können, um so mehr, als in Nord-

amerika mehrere *Anodonta*-Arten bis in die arktische Region vordringen. Es ist mir im übrigen gar nicht zweifelhaft, daß bei intensiverer Ausbeutung der Lübecker Glazialfauna noch die eine oder die andere arktische Art, z. B. unter den kleinen Planorben, sich finden wird. Von der Binnenconchylienfauna läßt sich demnach genau dasselbe sagen, was FRIEDRICH für die Flora ausführt. Ein Teil der Fauna lebt heute noch in der Gegend von Lübeck, dringt aber auch bis in die arktische Region vor. Eine Art ist hochalpin. Einige wie *Anodonta* und *Unio* fehlen der heutigen Arktis, ihre Gegenwart „erklärt sich (nach FRIEDRICH) dadurch, daß unter der südlicheren geographischen Breite und bei der wärmeren und längeren Sommerzeit die durch das Inlandeis nach Süden zurückgedrängten Bewohner unserer Gewässer auf ihrer Rückwanderung den arktischen Pflanzen schnell folgen konnten“.

Genau dasselbe gilt von den Säugetieren. Es fanden sich Reste von Ren und Riesenhirsch. Der Ren ist das Charaktertier der arktischen Welt. Wenn die Bestimmung von Riesenhirsch richtig ist — NEHRING hat sie ausgeführt —, dann haben wir auch hier ein rasches Nachdrängen der etwas südlicheren Tierwelt, denn Riesenhirsch findet sich meist in der zeitlich unmittelbar vor der letzten Vereisung gelegenen Interglazialzeit. Verstärkt wird dieser Eindruck noch durch das Vorhandensein von Spuren des Menschen. Es mag am Ende der letzten Eiszeit eine verhältnismäßig warme Periode ziemlich plötzlich eingesetzt haben, die einen Rückzug des Eises veranlaßte. Derselbe hatte aber nicht Bestand. Noch einmal kam das Eis wieder, ehe es endgültig aus der Gegend verschwand.

II. Fossilführende Glazial-Ablagerungen in Ostpreußen.

Ein Gegenstück zu den Lübecker jungglazialen fossilführenden Ablagerungen bilden ganz verwandte Bildungen in Ostpreußen. Im Jahrbuche der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1905 hatte Herr HESS VON WICHDORFF in seinem Bericht über die geologischen Aufnahmen auf Blatt Kerschken Mitteilung von der Auffindung interglazialähnlicher Ablagerungen gemacht. Nach seinen Ausführungen und nach freundlichen Mitteilungen von Herrn E. HARBORT, der in der Nachbarschaft ganz dieselben Bildungen gefunden hat, treten bei der Ziegelei Orlowen, sowie in Einschnitten der Eisenbahnneubaustrecke Kruglanken—Marggrabowa und an anderen Orten, in typischen Geschiebemergel eingelagert, fossilreiche Bänke von sandigem

Ton, Wiesenkalk, humosem Sand, „Gyttja“ und Torf auf, die durchschnittlich 1, höchstens 2 dm mächtig sind und sich öfters mehrfach, bis zu 3-, 4-, ja sogar bis 6 mal, wiederholen. In diesen Einlagerungen ist eine an Individuen sehr reiche, an Arten aber ziemlich arme Fauna von Binnenconchylien enthalten. Daneben kommen Käfer- und Fischreste sowie Pflanzen, besonders Moose usw., vor. Unter den Conchylien konnte ich bisher erkennen:

1. *Pupa muscorum* MÜLL.
2. *Vertigo parcedentata* AL. BR.
3. *Succinea schumacheri* ANDR.
4. *Planorbis arcticus* BECK.
5. „ *stroemi* WEST.
6. *Limnaea ovata* DRP.
7. „ *palustris* MÜLL.
8. „ *stagnalis* L.
9. „ *logotis* SCHR.
10. „ *peregra* MÜLL.
11. „ *glabra* MÜLL.
12. *Valvata* aff. *piscinalis* MÜLL.
13. *Sphaerium* sp.
14. *Anodonta* sp.
15. *Pisidium* sp.

Alle Arten sind ziemlich zahlreich vertreten. Am häufigsten scheint der *Planorbis arcticus* zu sein. Er ist auch am bezeichnendsten, denn er ist ein ganz hochnordisches Tier, das noch aus Grönland beschrieben ist. Sein Vorkommen stempelt die Ablagerung zu einer durchaus arktischen. Diesen Eindruck bestätigt das Vorkommen des *Vertigo parcedentata* und der *Succinea schumacheri*. Wenn daneben auch recht häufig Anodonten auftreten, so gilt von ihnen dasselbe, was von den Lübecker Anodonten gesagt worden ist. Unter den Anodonten, die meistens schlecht erhalten sind, von denen mir aber durch die Sorgfalt des Herrn HESS VON WICHENDORFF eine Anzahl leidlich heiler Stücke vorliegt, lassen sich vielleicht noch mehrere Formen unterscheiden. Das kleine *Pisidium*, das in einer Größe von kaum 2 mm Durchmesser manche Bänke ganz erfüllt, habe ich noch mit keiner bekannten Art identifizieren können. Es wäre sehr wünschenswert, wenn auch die Flora, insbesondere die Moose der Ablagerung noch genau bestimmt, überhaupt die gesamten Ablagerungen eingehender, als es in dem Bericht geschehen ist, beschrieben würden. Die Ablagerungen haben mit „Interglazial“ nichts zu tun. Sie sind eine rein eiszeitliche Bildung, entstanden während kurzer

Oszillationen des wenig nördlich davon gelegenen Eisrandes. Sie zeigen auf das schlagendste, daß wenigstens zur Zeit des Abschmelzens der Südrand des Inlandeises von Pflanzen und Tieren bewohnt war, die ständig nachdrängten und den kaum vom Eis verlassenen Boden zu besiedeln trachteten, auch wenn sie immervon neuem von dem rückkehrenden Eise verdrängt wurden.

Die Lübecker glazialen Süßwasserbildungen haben mit den ostpreußischen fossilführenden Glazialablagerungen das gemein, daß sie wieder von echten Glazialablagerungen, Absätzen des Eises oder dessen Schmelzwassern überlagert werden. Es stimmt deshalb nicht ganz, wenn FRIEDRICH sagt, sie gehören demselben Horizont an wie die „Dryastone“, die RANGE beschrieben hat. Stratigraphisch gehören sie vielmehr in einen tieferen Horizont, wenn sie auch dieselbe Flora und Fauna führen. Sie stellen eine durch die Rückkehr des Eises unterbrochene Dryastonbildung dar. Man könnte sie deshalb zum Unterschiede als glazial bezeichnen, während man die Dryastone spätglazial nennen müßte. Diese bezeichnen das Ausklingen der Eiszeit und führen allmählich zu den alluvialen, postglazialen Ablagerungen über.

III. Die spätglazialen Dryastone bei Lübeck.

Der Ausdruck Dryastone oder Ablagerungen der Dryaszeit, wie er von RANGE 1903 im Anschluß an die Untersuchungen von NATHORST gebraucht wird, bezeichnet durchaus Bildungen der Nacheiszeit. Es werden darunter von NATHORST Ablagerungen verstanden, die auf der Moränenlandschaft liegen und eine ganz bestimmte petrographische Ausbildung zeigen. Es sind fast immer sandige Tone, die nach oben in Wiesenkalk, Faulschlamm und Torf übergehen. Selten nur gehen die Glazialpflanzen bis in den Wiesenkalk hinauf. Darüber haben sie sich wohl noch nie gefunden. Die feste Umgrenzung dieses Begriffes der Dryaszeit ist später dadurch etwas verwischt worden, daß auch in älteren Ablagerungen, wie z. B. den jungglazialen Süßwassertonen der Lübecker Gegend, sowie in noch älteren pflanzenführenden tonigen, kalkigen oder torfigen Ablagerungen, z. B. bei Klinge und in Holstein usw., *Dryas* oder andere Glazialpflanzen gefunden worden sind. Man sollte deshalb den ursprünglichen Horizont der Glazialpflanzen die spätglaziale Dryaszeit nennen. Bei dem mehrfachen Vorstoß der Vereisungen bis nach Mitteldeutschland ist es ohne weiteres einleuchtend, daß sich auch frühere *Dryashorizonte* finden müssen, die indessen stratigraphisch auseinanderzuhalten sind.

P. RANGE hat nun von zwei Stellen der näheren und weiteren Umgebung von Lübeck echte *Dryas*-bildungen des spätglazialen Horizontes beschrieben.

1. Nusse.

Nusse liegt südlich von Lübeck, etwa 7 km westnordwestlich von Mölln in der Grundmoränenlandschaft, dicht nördlich des dort durchstreichenden Endmoränenzuges. Der Fundort befand sich 500 m östlich von Nusse in der Ziegelei von BENN. Die Ziegeleitongrube steht in einer kleinen mit Torf erfüllten Depression, in der unter einer ursprünglich etwa 5 m mächtigen, jetzt auf 2—3 m am Rande reduzierten Schicht eines ehemaligen Hochmoores folgende Schichtenfolge aufgeschlossen war:

1. ein oberer hellgrauer, sandiger, kalkfreier Ton, 0,5—1,0 m mächtig, ohne bestimmbare Pflanzenreste;
2. lokal, in der Mitte des Beckens bis 0,75 m starke Schicht von Lebertorf mit Kiefern und Birken;
3. ein grünlicher Ton mit *Salix phylicifolia* L. und *S. reticulata* L., der nach unten ohne scharfe Grenze übergeht in einen
4. blaugrauen Ton mit *Dryas octopetala* L. und *Salix polaris* Wg. Darunter folgte die Grundmoräne.

Der überlagernde Torf zeigt etwa 0,50 m über seiner unteren Grenze einen Horizont von Holzresten und Stammstücken, die zu *Betula alba*, *Salix* sp. und *Quercus* gehören. Nach WEBER fällt die Bildung des Torfes in den ersten Beginn der Eichenzeit.

Leider wurden in dieser Ablagerung gar keine Conchylien beobachtet.

2. Sprenge.

Sprengel liegt südlich von Oldesloe an der Bahn nach Schwarzenbeck, ebenfalls im Hinterlande der Endmoräne. In einem vertorften ehemaligen Seebecken waren unter dem Torfe aufgeschlossen:

1. lokal schlecht erhaltener, verwitterter Lebertorf;
2. eine 2,0—2,5 m mächtige graue und braune Schicht „Gyttja“ mit zahlreichen Pflanzen und Tierresten;
3. ein grauer, sehr plastischer Ton.

In dem grauen Tone fanden sich glaziale Pflanzen (*Dryas octopetala* L. und *Salix polaris* Wg.) sowie an Conchylien

1. *Valvata piscinalis* MÜLL. und
2. *Pisidium fossarinum* CLESS.

In der Gyttja fehlen spezifische Glazialpflanzen und an Conchylien stellen sich ein:

1. *Bythia tentaculata* MÜLL.
2. *Limnaea ovata* DRP.
3. *Physa fontinalis* L.
4. *Pisidium amnicum* MÜLL.
5. „ *fossarinum* MÜLL.
6. *Planorbis complanatus* L.
7. „ *nautileus* L.
8. *Valvata cristata* MÜLL.
9. „ *depressa* C. PFR.
10. „ *piscinalis* MÜLL.

Die Gehäuse der letzten Art erinnern nach RANGE ihres weiten Nabels halber an *V. alpestris*.

Da RANGE von diesem Aufschluß sagt: „Die freigelegte Oberfläche des alten Seebeckens zeigt einen enormen Reichtum an Conchylienschalen“, so ließe sich die Zahl der gefundenen Arten wahrscheinlich noch sehr vermehren.

Aus den beiden von RANGE in den Dryastonen bisher gefundenen Arten läßt sich in klimatischer Beziehung wenig sagen. Sie haben eine weite Verbreitung. Die Gytjtja gehört schon einem höheren Horizonte an.

Obwohl also die Conchylienfauna dieser Dryaston-Vorkommen keinen Anhalt für arktisches Klima gibt, wurden sie doch hier näher aufgeführt, weil sie durch ihre Flora genau charakterisiert sind, und weil an ihnen besonders schön ihr Altersverhältnis zu den Lübecker Jungglazialablagerungen erkannt werden kann. Und schließlich habe ich sie nicht zuletzt deshalb aufgeführt, weil sie die großen Lücken zeigen, die heute noch in der Kenntnis der Binnenconchylienfaunen unserer Quartärablagerungen klaffen, aber auch die Stellen, wo mit den Untersuchungen eingesetzt werden kann und muß. Daß hier noch gute Resultate erreicht werden können, zeigt die folgende Arbeit.

IV. Die Schichten vom Bärenbruch bei Güstrow.

Im Jahre 1907 hatte U. STEUSLOFF „spätglaziale und holo-cäne Ablagerungen“ aus dem Bärenbruch bei Güstrow in Mecklenburg beschrieben. Östlich von Güstrow liegt ein flaches, stark verdünntes Talsandgebiet, auf dessen Sanden an mehreren Stellen feinsandige Tone und Moore liegen, die, z. T. ehemals mit Buchwald bestanden, heute meist entwässert und zu Ackerboden umgewandelt sind. In einem solchen flachen Moorbecken, im Bärenbruch, wurden durch den Dampfpflug fossilführende

Schichten in die Höhe gebracht, die eine reiche Conchylienfauna enthielten. STEUSLOFF stellte hier folgendes Profil fest:

1. Zersetzer und humifizierter Torf, der in der Mitte ca. 60 cm mächtig ist, nach den Seiten zu aber rasch abnimmt;
2. lehmig-sandige Moorerde, ca. 10 cm;
3. grauweißer, lehmig-sandiger, trockner, oft ganz weißer Wiesenkalk, ca. 25 cm;
4. Feinsande, an den tiefsten Stellen des Beckens auch Tone.

Das ganze Becken ist nur etwa 1 m tief, und sein Untergrund wird von Kiesen gebildet.

An Pflanzenresten werden nur aus dem Wiesenkalk *Chara*-Röhrchen angegeben. Von Wirbeltieren fanden sich kleine Knöchelchen und ein Nagerzahn (wahrscheinlich von Ratte). In allen Schichten war aber eine reiche Conchylienfauna vorhanden, die nach Horizonten gesammelt und bestimmt wurde. Hierbei wurde der Verfasser von WÜST und CLESSIN unterstützt. Es ließen sich im ganzen feststellen:

Nr.	Namen	Im Feinsande	Im Kalke		In der Moorerde und im Torf	Bemerkungen
			a) un-teren Teile	b) ober-ten		
1.	<i>Vertigoparcedentata</i> AL. BR. var. <i>genesi</i> GRDL. . . .	1				
2.	<i>Succinea schumacheri</i> ANDR.	1	1			
3.	<i>Limnaea stagnalis</i> L. . . .	1	1	1	1	
4.	" <i>ovata</i> DRAP. . . .	1	1	1	1	
5.	" <i>palustris</i> MÜLL. . . .		1	1	1	
6.	<i>Aplexa hypnorum</i> L. . . .				1	
7.	<i>Planorbis corneus</i> L. . . .				1	
8.	" <i>umbilicatus</i> MÜLL.				1	
9.	" <i>leucostoma</i> MÜLL.				1	
10.	" <i>contortus</i> L. . . .				1	
11.	" <i>crista</i> L. . . .	1		1	1	
12.	" <i>stroemi</i> WESTERL.	1	1	1		
13.	" <i>nitidus</i> MÜLL. . . .			1	1	
14.	<i>Ancylus lacustris</i> L. . . .				1	
15.	<i>Valvata antiqua</i> SOW. . . .		1	1		
16.	" <i>cristata</i> MÜLL. . . .				1	
17.	<i>Bythinia tentaculata</i> L. . . .				1	
18.	" <i>leachi</i> SCHIEPP. . . .				1	
19.	<i>Sphaerium mamillanum</i> WSTLD.		1	1		
20.	<i>Pisidium obtusale</i> PFEIFF.	1	1	1	1	
21.	" <i>pusillum</i> GMEL.	1	1	1		
22.	" <i>milium</i> HELD. . . .	1	1	1		

Ganz deutlich treten hier nach der Fauna 3 Stufen der Entwicklung heraus, die mit den petrographischen Unterschieden zusammenfallen. In den tonigen Feinsanden herrschen neben einigen weitverbreiteten Arten *Vertigo parcedentata* AL. BR. var. *genesi* GRDL. und *Succinea schumacheri* ANDR. vor, zu denen sich noch *Planorbis stroemi* gesellt. Der *Vertigo* ist hochalpin und arktisch. Die *Succinea*, die heute erloschen ist, tritt fast nur in arktischer Gesellschaft auf. *Planorbis Stroemi* geht zwar nicht ganz weit in die arktische Region hinein, sondern herrscht in subarktischen Gegenden vor (Norwegen, Schweden, Finnland, Sibirien), hat dafür aber auch hier seine Südgrenze und fehlt z. B. in Dänemark und dem nördlichen Deutschland heute vollständig. Man wird demnach zur Zeit der Bildung dieser Ablagerung ein kälteres Klima annehmen müssen. Da aber diese Feinsande den jüngsten Glazialbildungen unmittelbar aufliegen, eine arktische Fauna enthalten und außerdem noch die sandigtonige Facies zeigen, wie sie die spätglazialen *Dryas*-Tone besitzen, so wird man diese von STREUSLOFF als „Spätglazial“ bezeichneten Bildungen wohl ohne weiteres den anderweit Glazialpflanzen führenden sog. *Dryas*-Schichten gleichsetzen können, auch wenn in ihnen noch nicht *Dryas octopetala* und *Salix polaris* nachgewiesen worden ist.

Über diesem spätglazialen *Dryas*-Horizont vom Bärenbruch bei Güstrow liegt der Wiesenkalk, in dem der *Vertigo* fehlt, der aber durch das zahlreiche Auftreten von *Plan. stroemi* sowie von *Valvata antiqua* charakterisiert ist. *Succinea schumacheri* ragt noch in seine untersten Lagen hinein, verschwindet dann aber. Es finden sich außerdem noch eine Reihe anderer Formen, die eine weite Verbreitung haben. Diese Wiesenkalke mit *Planorbis stroemi* sind ihrer Fauna nach als subarktisch zu bezeichnen. In ihnen fehlen noch eine Reihe von Formen, die erst in der höheren Ablagerung, dem Moormergel, auftreten. Und zwar fehlen diese Formen wie *Bythinia tentaculata*, *Plan. umbilicatus*, *nitidus*, *cornis* u. a. nicht nur hier, sondern auch an einer ganzen Reihe anderer Wiesenkalkvorkommen, wie ich weiter unten noch ausführen werde. Es tritt hier ein neuer Horizont der Postglazialzeit auf, der durch *Plan. stroemi* und *Valvata antiqua* charakterisiert wird.

Der oberste, dritte Horizont, die Moorerde, enthält die reichste Fauna, in der alle arktischen und subarktischen Arten verschwunden sind.

V. Der Kalktuff am Windebyer Noor bei Eckernförde.

Hierher, in das Spätglazial und in den Anfang des Postglazials, gehört auch eine sehr interessante Fauna aus einem Kalktuff am Windebyer Noor bei Eckernförde, deren Kenntnis ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. W. WOLFF verdanke.

Es liegt hier, teilweise unter einem Kjökkenmödding, der *Ostrea*, *Litorina* u. anderes enthält, Torf und darunter Kalktuff, dessen obersten Schichten, wie auch dem Torf, die Fauna des Litorinameeres beigemischt ist. Die ganze Ablagerung fällt vom Ufer weg unter das heutige Noor ein. Der Kalktuff mit dem darüber liegenden Torf ist daher vor der Höhe der *Litorina*-Senkung, also in der *Ancylus*-Zeit, und vielleicht während des Anfangs der *Litorina*-Zeit entstanden. Die Fauna, die demnächst ausführlicher veröffentlicht werden wird, ist besonders reich an Landschnecken. Einige Arten haben noch nicht sicher identifiziert werden können. Immerhin erfordern die bisher bestimmten schon ganz besonderes Interesse. Es fanden sich:

1. *Limax* sp.
2. *Hyalina nitidula* DRP.
3. „ *hammonis* STRÖM.
4. „ sp.
5. „ sp.
6. *Comulus fulvus* MÜLL.
7. *Acanthimula aculeata* MÜLL.
8. „ *lamellata* JEFFR.
9. *Patula rotundata* MÜLL.
10. „ *pygmaea* DRP.
11. *Vallonia excentrica* STERKI.
12. *Xerophila candidula* STUD.
13. *Fruticicola incarnata* MÜLL.
14. *Tachea nemoralis* L.
15. *Chilotrema lapicida* L.
16. *Zua lubrica* BRUG.
17. *Buliminus obscurus* MÜLL.
18. *Pupa muscorum* L.
19. „ *turritella* WSTLD.
20. *Vertigo parcedentata* AL. BR.
21. „ *krauseana* REINH.
22. „ *pygmaea* DRP.
23. „ *substriata* JEFFR.
24. *Vertilla pusilla* MÜLL.
25. *Clausilia laminata* MTG.

26. *Clausilia* sp.
27. " sp.
28. *Carychium minimum* MÜLL.
29. *Acme polita* HARTM.
30. *Succinea putris* L.
31. " *schumacheri* ANDR.
32. *Limnaea truncatula* MÜLL.
33. *Pisidium (Fossarina)* sp.

Die Mehrzahl dieser Formen hat weitere Verbreitung, ist aber auch in der hocharktischen wie hochalpinen Region heimisch. Eine Reihe von Formen wie *Pupa turritella*, *Vertigo parcedentata* *Vertigo krauseana*, *V. substriata* gehört zur bezeichnenden arktischen (bzw. alpinen) und subarktischen Fauna. Ihnen dürfte sich *Succ. schumacheri* anschließen. Die Kalktuffauna vom Windebyer Noor zeigt also gewisse Ähnlichkeit mit der Fauna der Feinsande vom Bärenbruch bei Güstrow, indem 2 bezeichnende Arten, *Vertigo parcedentata* und *Succinea schumacheri*, beiden gemeinsam sind. Am Windebyer Noor tritt aber außerdem noch eine bisher nur ganz hoch im Norden, auf der Tschuktenhalbinsel während der Vega-Expedition von den Gebrütern KRAUSE gefundene Art, *Pupa krauseana*, auf. Diese Bestandteile sind also durchaus arktisch. Es mischen sich nun darunter eine Anzahl Arten, die nach unserer heutigen Kenntnis nicht bis in die arktische, ja teilweise nicht einmal bis in die subarktische Region hinaufgehen. Es sind das *Patula rotundata*, *Chilotrema lapicida* und *Acme polita*. Einmal diese seltsame Mischung von hochalpinen und hocharktischen Arten mit südlicheren, sodann aber auch der Umstand, daß in den höchsten Schichten die marinen Conchylien der *Litorina*-Zeit beigemischt sind, und daß die ganze Ablagerung also zur *Litorina*-Zeit unter den Spiegel des Noors gesenkt wurde, führt zu der Ansicht, daß in dem Windebyer Kalktuff Ablagerungen aus der gesamten Zeit zwischen der letzten Vereisung und dem Beginne der *Litorina*-Zeit vertreten sind, deren bezeichnende Conchylien ja nachgewiesen worden sind. Im Gegensatz zu den meisten anderen Ablagerungen sind hier hauptsächlich Landschnecken vertreten. Die hocharktischen Arten wie:

Pupa parcedentata AL. BR.

Pupa krauseana

gehören sicher der Dryaszeit an;

Pupa turritella und

Pupa substriata

lassen auf subarktische Verhältnisse, also *Ancylus*-Zeit schließen, während die Einwanderung der südlicheren Formen vielleicht

ans Ende der *Ancylus*-Zeit oder an den Beginn der *Litorina*-Zeit zu setzen ist.

Die genauere Durcharbeitung neuer, mir ganz kürzlich durch die Freundlichkeit des Herrn W. WOLFF zugegangener, nach Horizonten gesammelter Proben wird darin hoffentlich volles Licht bringen.

VI. Spät- und postglaziale Conchylienfaunen aus Ostpreußen.

1. Die Decktone.

Außer den jungglazialen „interglazialähnlichen“ Ablagerungen bei Orlowen erwähnt Herr HESS VON WICHENDORFF auch Decktone, die auf den Meßtischblättern Kerschken und Gr.-Duneyken in weiter Verbreitung den Geschiebemergel überlagern. In ihnen fand er bei der Ziegelei Kl.-Schwalg eine Bank mit Süßwasserconchylien, die *Anodonta*, *Pisidium* sowie denselben kleinen *Planorbis arcticus* BECK, den auch die Kalkeinlagerungen von Orlowen enthielten. Diese Decktone unterscheiden sich von den jungglazialen Bildungen nur dadurch, daß sie nicht wieder von Glazialablagerungen bedeckt werden. Sie stehen also untereinander in demselben Verhältnis wie die jungglazialen Süßwasserablagerungen von Lübeck zu den spätglazialen Dryastonen derselben Gegend. Man wird also die fossilführenden Decktone in die spätglaziale *Dryas*-Zeit stellen können.

2. Die Terrassenfaunen.

Außer in den Decktonen fanden HESS VON WICHENDORFF und HARBORT auch auf den Terrassen des Masurischen Seengebietes fossilführenden Ablagerungen. Die Conchylien kamen teils in Kiesen, teils in Sanden und sandigen Tonen vor, die auf den Terrassenkiesen lagerten. Es ließen sich unter dem mir von den beiden Herren freundlichst vorgelegten Materiale folgende Formen feststellen:

1. *Limnaea stagnalis* L.
2. „ *ovata* DRP.
3. „ *lagotis* SCHRENK.
4. „ *palustris* MÜLL.
var. *turricula* HELD.
5. „ *pereger* MÜLL.
6. *Planorbis stroemi* WESTERL.
7. *Valvata* cf. *andreaei* MZL.
8. *Sphaerium corneum* L.
9. *Pisidium* sp.
10. *Unio* sp.

Diese Fauna ist anscheinend schon etwas jünger als der Dryas-horizont. Sie enthält als Charaktertier den *Planorbis stroemi* und stimmt hierin sowie in der ganzen Zusammensetzung der Fauna gut mit der Fauna aus dem Wiesenkalk vom Bärenbruch, besonders in seinen höheren Schichten überein. Das Verhältnis der *Valcata*-Formen aus der Verwandtschaft der *andreaei*- zu den *antiqua*-Formen ist noch nicht recht geklärt.

3. Wiesenkalk.

Ferner verdanke ich der Freundlichkeit und dem Eifer des Herrn HESS VON WICHENDORFF noch eine kleine Fauna aus Wiesenkalk, der sich ebenfalls auf dieser Terrasse befindet. Sie enthält:

- Planorbis gredleri* Bz.
Valcata piscinalis MÜLL.
Bythinia tentaculata L.
Pisidium sp.

Es fehlt hier *Plan. stroemi*, er ist durch *Pl. gredleri* abgelöst, und es hat sich *Bythinia tentaculata* eingestellt, die im Bärenbruch ebenfalls erst nach dem Aussterben von *Pl. stroemi* erscheint. Diese kleine Fauna enthält also nur Tiere des gemäßigten Klimas.

4. Quellmoore.

Schließlich steht mir, dank dem unermüdlichen Sammel-eiß desselben Herrn eine interessante Landschneckenfauna aus kalkigen Quellmooren Masurens zur Verfügung. Über diese Quellmoore haben die Herren HESS VON WICHENDORFF und RANGE 1906 berichtet. Allerdings haben die Autoren sich lediglich auf die Darstellung der geologischen Verhältnisse beschränkt, ohne auch auf die paläontologischen näher einzugehen. Nur eine Reihe von Pflanzenvorkommnissen aus diesen interessanten Ablagerungen wird erwähnt.

Diese Quellmoore sind in Masuren in ziemlicher Anzahl bisher nachgewiesen in 4 Bezirken.

1. Im Haazüerseegebiet mit seinen zahlreichen Seen und niedrig gelegenen Wiesenufern.
2. In dem tief in das Hochland eingeschnittenen Krebsbachtal.
3. Im Lenkuktal.
4. Am Rande des weiten Skellischen Beckens.

Die Quellmoore bestehen nach HESS VON WICHENDORFF aus einem Gemenge von Humus, Kalk, Sand und Ton und treten

in der Regel am Rande von Talböden und Gehängen da auf, wo Sand- und Kiesschichten an denselben zutage treten, sei es, daß sie Geschiebemergel überlagern, sei es, daß sie in denselben eingeschaltet sind. Sie entstehen dadurch, daß an dieser Stelle das in dem Sand oder Kies vorhandene kalkreiche Wasser austritt, eine üppige Vegetation verursacht, die nach ihrer Vertorfung mit dem ausgeschiedenen Kalk das Quellmoor zusammensetzt. Da die Quellmoore sich meist an Stellen finden, wo alluviale Erosion schon stark gewirkt hat, so geht ihre Entstehung naturgemäß nicht bis in den Beginn der Alluvial- oder Postglazialzeit zurück. Das zeigt sich deutlich an der Conchylienfauna, die in der Hauptsache aus Landschnecken besteht.

Es fanden sich unter den von Herrn HESS VON WICHORFF gesammelten Fossilien:

- Hyalina hammonis* STRÖM.
Patula rotundata MÜLL.
Comulus fulvus MÜLL.
Vallonia costata MÜLL.
Zonites nitidus MÜLL.
Helix fruticum MÜLL.
 „ *arbustorum* L.
 „ *nemorialis* L.
 „ *bidens* CHEMN.
Cionella lubrica MÜLL.
Clausilia laminata MTG.
 „ *ventricosa* DRP.
 „ sp.
Succinea putris L.
Limnaea truncatula MÜLL.
Planorbis vortex L.
 „ *umbilicatus* MÜLL.
Pisidium sp.

Unter diesen Arten ist bemerkenswert *Helix bidens* CHEMN. eine mehr osteuropäische Art, die sich in Kalktuffen am Rande unserer großen Flußtäler und Seenterrassen des östlichen Deutschlands häufiger findet. Sie geht nicht ins Gebirge, sondern findet sich nur in der norddeutschen Ebene, hat hier aber auch ihre Westgrenze.

VII. Die Wiesenkalk- und Torfablagerungen an der Müritz.

STEUSSLOFF, dem wir die sorgfältige Untersuchung der Schichten vom Bärenbruch verdanken, hatte 1905 auch die

„Torf- und Wiesenalk-Ablagerungen im Rederang- und Moorsee-Becken“ auf ihre Flora und Fauna hin erforscht und beschrieben.

Auf der Nordostseite der Müritz, des größten mecklenburgischen Binnensees, breitet sich zwischen dem Spiegel des Sees im Südwesten und dem Diluvialplateau im Nordosten, in der Gegend von Federow, eine weite flache Niederung aus, in der der Rederangsee inmitten von Torfflächen liegt, dem sich nach Nordwesten zu der Warnker- und der Moorsee mit ihren Torfniederungen anreihen. In dem westlichen Teile des großen Bruches, zwischen Rederang- und Warnker See entnahm STEUSLOFF am „Hüttengraben“ mit Hilfe einer Torfstechmaschine der hier 350 cm mächtigen Ablagerung eine Serie von Proben, die folgendes Profil ergaben:

1. 15 cm Abraum,
2. 50 - dichter dunkler Torf,
3. a) 175 - lockerer Schilftorf,
b) 20 - Moostorf,
c) 30 - lockerer Schilftorf,
4. 15 - kalkhaltiger *Nymphaea*-Torf,
5. 25 - grauer Wiesenalk,
6. 20 - weißer „

Die einzelnen Schichten wurden gesondert auf Pflanzen- und Tierreste untersucht, und es fanden sich im weißen Wiesenalk an Binnenconchylien:

- Limnaea* cf. *stagnalis* L.
Planorbis crista L.
Bythinia tentaculata L.
Valvata piscinalis MÜLL.
Pisidium fossarinum CLESS.

Dieser weiße Wiesenalk geht nach oben unmerklich in grauen über, der dieselbe Fauna einschließt. Es tritt hier aber noch *Planorbis umbilicatus* dazu. An der oberen Grenze nach dem Torf zu liegt eine Übergangsschicht, die besonders reich an Conchylien ist. STEUSLOFF nennt

- Planorbis albus* MÜLL.
 „ *crista* L.
 „ *spirorbis* L.
Physa fontinalis L.
Bythinia tentaculata L.
Valvata piscinalis MÜLL.
 „ *cristata* MÜLL.
Pisidium fossarinum CLESS.

Der Charakter bleibt derselbe wie der der tieferen Ablagerungen. Dasselbe gilt von der Fauna der nun folgenden kalkigen Torfe, nur daß die Conchylien selbst an Zahl und Größe bedeutend zunehmen. Es fanden sich:

- Limnaea stagnalis* L. juv.
- „ *ovata* DRP.
- Physa fontinalis* L.
- Planorbis marginatus* DRP.
- „ *albus* MÜLL.
- „ *spirorbis* L.
- „ *crista* L.
- Bythinia tentaculata* L.
- „ *ventricosa* GRAY.
- Valvata piscinalis* MÜLL.
- Sphaerium corneum* L.
- Pisidium fossarinum* CLESS.

Die höheren Torfschichten enthalten keine Molluskenreste mehr.

An Pflanzenresten fanden sich in den Wiesenalken wie in dem kalkigen Torf neben Pollen von *Pinus* auch durchweg Pollen von *Corylus*, *Tilia* und *Quercus*. Demnach ist die ganze Ablagerung in die Eichenzeit zu setzen, was mit dem Vorkommen von *Bythinia tentaculata* und *Planorbis marginatus* gut übereinstimmt.

STEUSLOFF hat nun zur Ergänzung des Hüttengrabenprofiles am westlichen Rand der Niederung noch 2 Profile aufgenommen, von denen besonders das eine reich an Landschnecken war und so die Conchylienfauna trefflich ergänzt. Das eine Profil am Fuß der Düne, nördlich von Müritzhof, zeigte folgende Schichtung:

- 10 cm Humus,
- 15 - humoser Feinsand,
- 40 - Torf, oben viel Holz, unten sandig mit Wasserconchylien,
darunter Feinsand.

Die Conchylienfauna bestand aus:

- Zonitoides nitidus* MÜLL.
- Carychium minimum* MÜLL.
- Planorbis marginatus* DRP.
- *nitidus* MÜLL.
- Valvata cristata* MÜLL.
- Pisidium fossarinum*. CLESS.

Das andere Profil, das östlich der höhern Düne, nahe am Waldvorsprung gelegen ist, zeigte:

18 cm schwarzen, sehr lockeren Humusboden mit wenigen, sehr schlecht erhaltenen Pflanzenresten, ohne Conchylien,

5 cm Übergangsschicht mit sehr vielen Conchylien,

50 cm Wiesenalk mit vielen Conchylien, deren Zahl nach unten sehr abnimmt.

Die gefundenen Conchylien sind:

Nr.	Name	Über- gangs- schicht	Wiesenalk		Bemerkungen
			oberer Teil	unterer Teil	
1.	<i>Limax agrestis</i>	1			
2.	<i>Hyalina cellaria</i>		1		
3.	" <i>nitidula</i>	1	1		
4.	" <i>crystallina</i>	1	1		
5.	" <i>fulva</i>	1	1	1	
6.	<i>Zonitoides nitidus</i>	1		1	
7.	<i>Patula rotundata</i>	1	1		
8.	" <i>pygmaea</i>	1	1		
9.	<i>Helix pulchella</i>	1	1	1	[nach der Be- stimmung von BOETTGER eine neue Varietät.
10.	" <i>aculeata</i>	1	1	1	
11.	" <i>bidens</i>	1	1		
12.	" <i>hortensis</i>	1	1	1	
13.	<i>Zua lubrica</i>	1	1		
14.	<i>Pupa muscorum</i>	1	1	1	
15.	<i>Vertigo antivertigo</i>	1	1		
16.	<i>Vertilla angustior</i>	1	1	1	
17.	<i>Clausilia plicatula</i>	1			
18.	" <i>biplicata</i>	1	1		
19.	<i>Succinea pfeifferi</i>	1			
20.	" <i>oblonga</i>	1	1		
21.	<i>Carychium minimum</i>	1	1	1	
22.	<i>Planorbis marginatus</i>	1			
23.	" <i>rotundatus</i>			1	
24.	<i>Acme polita</i>	1	1		
25.	<i>Valvata cristata</i>	1			
26.	<i>Pisidium fossarinum</i>	1			

Durch die ganze Ablagerung kommen Pollen von *Tilia* und *Quercus* vor. Trotzdem *Bythinia tentaculata* überhaupt und *Planorbis marginatus* in den tieferen Schichten des letztgenannten Profiles fehlt, kann man diese Ablagerung vom Westrande des Beckens dem Wiesenalk am Hüttengraben im Alter gleichsetzen. Interessant ist in dieser letzten Fauna das Vorkommen von *Helix rotundata*, *aculeata* und *bidens* sowie von *Acme polita*.

VIII. Wiesenkalk und Moormergel in Hinterpommern.

Die Untersuchungen postglazialer conchylienführender Ablagerungen in Ostpreußen und in Mecklenburg konnte ich selbst ergänzen und bestätigen durch Aufsammlungen, die ich z. T. mit Unterstützung von Herrn SOENDEROP vor kurzem in Hinterpommern ausführte. Diese Aufsammlungen sollen demnächst in anderem Zusammenhange und an anderer Stelle ausführlich veröffentlicht werden. Hier will ich nur kurz auf die Hauptresultate der Fossilbestimmung eingehen.

In einem Moore bei Gülz im Kreise Köslin fand ich unter ca. 2 m Torf einen grauweißen Wiesenkalk ausgehoben, der zum Mergeln der Felder Verwendung finden sollte. Teils durch Ablesen der Haufen, teils durch Schlämmen des Materiales erhielt ich folgende Fauna:

1. *Limnaea ovata* DRP.
2. „ *lagotis* SCHR.
3. „ *stagnalis* L.
4. *Planorbis contortus* L.
5. „ *stroemi* WEST.
6. *Bythinia* cf. *tentaculata* L.
7. *Valvata* cf. *piscinalis* MÜLL.
8. *Pisidium* sp.

In ihr kommt *Pl. stroemi* zusammen mit *Bythinia tentaculata* vor. Allerdings ist letztere nicht die typische Form, sondern eine eigentümliche öfter auftretende Abart mit viel tieferen Nähten als der Typus. Da das Material der Halde entnommen wurde, so kann nicht genau gesagt werden, ob eine ursprüngliche Mischfauna vorliegt, oder ob die Conchylien zweier Horizonte durcheinander geraten sind.

Ein anderes Wiesenkalklager liegt bei Bonin, südöstlich von Köslin, und wird zur Mergelfabrikation für landwirtschaftliche Zwecke abgebaut. Es ist nur von einer schwachen Torfschicht bedeckt, die an manchen Stellen sogar ganz fehlen kann. Beim Sammeln wurden leider die Horizonte nicht streng auseinandergelassen, sondern nur allgemeine Beobachtungen über Vorkommen einzelner auffälliger Arten gemacht. Die Gesamtfaua setzte sich aus folgenden Arten zusammen:

1. *Limnaea stagnalis* L.
2. „ *auricularia* L.
3. „ *ovata* DRP.
4. „ *lagotis* SCHR.
5. „ *truncatula* MÜLL.

6. *Planorbis stroemi* WEST.
7. „ *umbilicatus* MÜLL.
8. „ *gredleri* Bz.
9. „ *glaber?* JEFFR.
10. „ *corneus* L.
11. *Valvata antiqua* Sow.
12. „ *piscinalis* MÜLL.
13. *Bythinia tentaculata* L.
14. *Paludina vivipara* L.
15. *Anodonta* sp.
16. *Pisidium* sp.

Von diesen Arten kommen *Paludina vivipara* und *Planorbis corneus* sowie die großen Formen der Limnäen nur in den obersten Lagen, unter der dünnen Torfdecke vor. Etwas tiefer herrschten *Plan. marginatus* und *Bythinia tentaculata* vor, beide gehen aber auch nach oben weiter.

Planorbis stroemi und *Valvata antiqua* sowie die großen Anodonten, von denen indessen meist nur die Epidermis erhalten ist, kommen am häufigsten in den tiefsten aufgeschlossenen Schichten vor. Ich habe aber leider nicht darauf geachtet, wie weit sie nach oben gehen, und ob sie sich mit *Plan. marginatus* und *Bythinia tentaculata* mischen. Diese beiden kommen in den tiefsten Schichten sicher noch nicht vor. Es soll eine meiner ersten Aufgaben im nächsten Sommer sein, das Lagerungs-Verhältnis dieser Conchylien zu einander an den schönen Aufschlüssen zu Bonin genau nachzuprüfen.

Im Laufe dieses Sommers hatte ich auch Gelegenheit, die an Conchylienschalen ungemein reichen Moormergellager der Gegend von Pyritz unter freundlicher Führung von Herrn SOENDEROP kennen zu lernen. Es liegen hier im Tiefsten des mit den bekannten Pyritzer Weizackertonen ausgefüllten Staubeckens Wiesenkalke und Torfe, von denen die letzteren häufig durch sehr reiche Beimengung von feinem Sand und Kalk in Moormergel übergehen.

Aus verschiedenen Moormergelaufschlüssen bei Weitfick konnte eine reiche Fauna gesammelt werden, die durch Ablesen der obersten Moormergelschichten noch vermehrt wurde. Hier zeigte sich wieder auf das deutlichste, daß eine Reihe von Arten auf den höchsten Horizont beschränkt waren, manche sogar nur subfossil vorkamen.

Es ließen sich bisher insgesamt feststellen:

1. *Conulus fulvus* MÜLL.
2. *Hyalina hammonis* STRÖM.

3. *Zonitoides nitidus* MÜLL.
4. *Vallonia pulchella* MÜLL.
5. " *excentrica* STERKI
6. " *costata* MÜLL.
7. *Helix bidens* CHEMN.
8. " *fruticum* MÜLL.
9. " *incarnata* MÜLL.
10. " *arbustorum* L.
11. " *nemoralis* L.
12. " *hortensis* MÜLL.
13. " *hispida* L.
14. " *candidula* STUD.
15. " *obvia* HARTM.
16. " *pomatia* L.
17. *Chondrula tridens* MÜLL.
18. *Buliminus montanus* DRP.
19. *Pupa muscorum* MÜLL.
20. *Vertigo pygmaea* DRP.
21. *Vertilla pusilla* MÜLL.
22. *Cionella lubrica* MÜLL.
23. *Succinea pfeifferi* ROSSM.
24. " *putris* L.
25. " *oblonga* DRP.
26. *Carychium minimum* MÜLL.
27. *Limnaea palustris* MÜLL.
28. " *stagnalis* L.
29. " *pereger* MÜLL.
30. " *truncatula* MÜLL.
31. " *ovata* DRP.
32. " *auricularia* L.
33. " *ampla* HARTM.
34. *Planorbis corneus* L.
35. " *umbilicatus* MÜLL.
36. " *vortex* L.
37. " *contortus* L.
38. " *rotundatus* POIR.
39. " *nitidus* MÜLL.
40. " *glaber* JEFFR.
41. *Bythinia tentaculata* DRP.
42. " *leachi* SHEPP.
43. *Paludina vivipara* DRP.
44. *Valvata piscinalis* MÜLL.
45. *Neritina fluviatilis* L.
46. *Unio pictorum* L.

47. *Anodonta cygnea* L.
48. *Sphaerium corneum* L.
49. *Pisidium* sp.
50. *Dreissena polymorpha* PALLAS.

Von diesen sind vor allem *Helix pomatia* und *H. obvia* sowie *Dreissena polymorpha* als ganz junge und nur in den aller-obersten Schichten auftretende Einwanderer auszunehmen. Einer etwas älteren Stufe gehören *Chondrula tridens*, *Planorbis corneus* und *Paludina vivipara* an, die sich aus den obersten Moormergelschichten in Menge ablesen ließen, in tiefere Horizonte aber nicht hinabsteigen. Hier finden sich vorwiegend, auch an Individuenzahl alle anderen übertreffend, *Bythinia tentaculata* und *Planorbis umbilicatus*. Die unter dem Moormergel noch vorhandenen Wiesenkalke waren nicht aufgeschlossen, so daß die Fauna der tieferen Schichten bei Pyritz nicht gesammelt werden konnte.

Es sind noch eine ganze Reihe von alluvialen Faunen aus dem nördlichen Deutschland veröffentlicht, besonders auch in den Erläuterungen der geologischen Spezialkarte, aber nirgends sind die Aufsammlungen nach Horizonten geschehen, so daß die Verwertung dieser Faunen zu dem vorliegenden Zweck ohne Kenntnis der Lokalitäten schwierig, ja unmöglich ist. Sie sollen daher hier nicht weiter berücksichtigt werden.

B. Die mittel- und nordeuropäischen Binnenmollusken nach ihrer heutigen Verbreitung.

I. Die Gliederung des Faunengebietes nach klimatischen Zonen.

Die klimatische Wertung der Binnenmollusken kann nur auf genauester Berücksichtigung ihrer heutigen Verbreitung gegründet sein. Wir sind in der glücklichen Lage, in WESTERLUNDS „Fauna der in der paläarktischen Welt lebenden Binnenmollusken“ ein Werk zu besitzen, das mit aller wünschenswerten Genauigkeit und Vollständigkeit über die Verbreitung der meisten hierbei in Frage kommenden lebenden Arten Aufschluß gibt. Auf Grund dieses Werkes, das nach einer umfangreichen Spezialliteratur (die hier anzuführen, zu weit gehen dürfte) der lebenden und fossilen Binnenmollusken ergänzt wurde, habe ich versucht, alle in Betracht kommenden Arten nach klimatischen Gesichtspunkten zu ordnen und in eine Anzahl von Klassen einzureihen, die durch ihre Verbreitung

gegeben und klimatisch wichtig sind. Theoretisch wäre ja das Verfahren von JOHANNSEN das beste gewesen, für jede Art die Nordgrenze und die für diese Punkte herrschende Juliisotherme zu bestimmen. Es fehlt aber dann noch die höchste Temperatur, die die einzelnen, besonders die nördlichen Arten zu ertragen fähig sind, ohne auszusterben. Zudem sind eine Reihe von Arten bisher nur an isolierten Fundorten nachgewiesen, so daß wir über ihr volles Verbreitungsgebiet und damit ihre wirkliche Abhängigkeit vom Klima noch zu wenig Bescheid wissen. Immerhin wird es eine Aufgabe der Zukunft sein, für jede einzelne Art diese beiden Zahlen möglichst exakt festzustellen.

Nach KOBELT müssen wir unsere heutige Molluskenfauna direkt aus der vorquartären ableiten. Er sagt: „Die heutige mitteleuropäische Molluskenfauna hatte sich mit fast allen ihren Details in Formenbildung und Verteilung bereits aus der pliocänen entwickelt, als die Kälteperiode begann“ (S. 162). Die Eiszeiten haben dann nur eine Verschiebung der Zonen und bis zu einem gewissen Grade eine Mischung verursacht. Die nordischen kamen nach Süden. Der Hauptstamm der Molluskenfauna überdauerte die Eiszeiten in dem eisfrei gebliebenen Teile des mittleren Deutschlands. Eine Anzahl Arten, die südlicheren Gegenden entstammte, ging zugrunde. Nach Schluß der Eiszeiten begann der umgekehrte Vorgang. Die nordischen Arten zogen sich in ihre Heimat und auf die hohen Berge zurück. Die einheimischen vermehrten sich und gewannen die ihnen vom Eis genommenen Wohnplätze wieder zurück. Von Süden her erfolgte ein Zuwandern neuer Arten, die während der Eiszeit ausgestorben oder überhaupt noch nicht vorhanden gewesen waren. (Dieser Vorgang hatte in den Interglazialzeiten schon begonnen, war aber unterbrochen worden.) Das Einwandern der südlichen Arten konnte aber zu uns nicht von Süden her geschehen, denn dort lag und liegt der unübersteigbare Wall der Alpen vor. Es fand vielmehr um die Alpen herum, teils von Südosten, teils von Südwesten, hie und da aber auch von beiden Seiten aus statt.

Das ganze in Frage kommende Gebiet gehört zu der paläarktischen Region der Zoologen. Die von mir angenommenen Unterabteilungen, die im übrigen fast genau mit den von den Botanikern unterschiedenen Florengebieten übereinstimmen, haben naturgemäß keine ganz scharfen Grenzen, sondern gehen mehr oder weniger ineinander über und enthalten vor allem eine ganze Anzahl Arten gemeinsam.

Es ließen sich 5 Gebiete unterscheiden:

1. das arktische (und alpine) Gebiet;
2. das subarktische (und subalpine) Gebiet;
3. das mitteleuropäische Gebiet;
4. das südosteuropäische Gebiet;
5. das südwesteuropäische Gebiet.

1. Das arktische (und alpine) Gebiet.

Das arktische (und zwar hier nur das paläarktische) Gebiet umfaßt die dem Pol am nächsten liegenden Länder des nördlichen Europa und Asien, bis etwa zur Baumgrenze. Diese fällt hier annähernd, wenn auch durchaus nicht genau, mit dem Polarkreis zusammen. In die arktische Region gehören: das östliche Grönland, Island (z. T.), das nördliche Norwegen, das nördlichste europäische Rußland und das nördliche Sibirien.

Botanisch ist diese Gegend das Reich der Tundren. Von Land-Säugetieren sind dieser Zone eigen: Moschusochse, Rentier, Schneehase, Lemming, Eisbär und Eisfuchs.

Der arktischen Zone entspricht in den höheren Gebirgen die baumlose Alpenzone, die ähnliche Temperaturverhältnisse wie die arktische Zone zeigt, aber sich z. B. durch größeren Lichtreichtum unterscheidet.

Die Faunen beider Regionen, der arktischen wie der alpinen, sind ziemlich gleichartig. Sie haben die größte Zahl der kleinen, feuchtigkeitliebenden Arten (*Pupa*, *Vitrina*) gemeinsam. Die Fauna der Alpenregion besitzt aber eine Anzahl eigener größerer Arten, die der arktischen Region fehlen, wie die *Campyläen* und *Clausilien*, die aber für unsere Zwecke unwichtig sind, da sie nicht in norddeutschen Pleistocänablagerungen vorkommen.

2. Das subarktische (und subalpine) Gebiet.

An die arktische Zone schließt sich nach Süden die subarktische Zone an, ein Gebiet, das an der nördlichen Baumgrenze beginnt und etwa bis zum Finnischen Meerbusen reicht. Es ist das Gebiet der Nadelwälder und der Birken. Seine Südgrenze ist nicht scharf. Man kann sie etwa dahin setzen, wo die Eiche und der Getreidebau beginnen.

In den Alpen entspricht dieser subarktischen Region die subalpine, die sich von der oberen Baumgrenze bis zum Auftreten der Buchen und des Getreidebaues erstreckt, also den oberen Waldgürtel einschließt. In dieses Gebiet gehören auch noch die Gipfel einiger höherer Mittelgebirge, wie z. B. der Karpaten, der Sudeten, des Schwarzwaldes und der Vogesen, vielleicht auch schon des Harzes.

3. Das mitteleuropäische Gebiet.

Mit dem ersten Auftreten der Laubwälder, im Norden der Eichen, in den Alpen der Buchen, setzt das mitteleuropäische Faunengebiet ein, das sich durch das Auftreten einer größeren Zahl von Laubschnecken auszeichnet. Es umfaßt den südlichen Teil von Schweden und Norwegen, Dänemark, das gesamte **Deutschland** bis an die Alpen und erstreckt sich nach Osten weiter in das mittlere **Rußland** hinein und nach Westen über Belgien und Holland hinüber nach dem **britischen Inselreich**, von dem nur das nördlichste Schottland zum vorigen Gebiet gehört.

Die Verteilung der Binnenmollusken ist in diesem großen Gebiete nicht ganz einheitlich; insbesondere lassen sich zwei Untergebiete deutlich voneinander trennen, einmal die deutschen Bergländer und zum anderen das mitteleuropäische Tiefland. Die Unterschiede dieser beiden Gebiete sind indessen weniger durch klimatische Verhältnisse als durch Unterschiede in den Lebensbedingungen der Mollusken bedingt.

4. Das südosteuropäische Gebiet.

Dasselbe beginnt, soweit es hier in Betracht kommt, etwa in Österreich-Ungarn in Höhe der Alpen und erstreckt sich bis zum Schwarzen Meer, nach der Balkanhalbinsel und bis hinüber nach Kleinasien. Damit soll aber nicht gesagt werden, daß diese Länder ein einheitliches Faunengebiet darstellen, sondern es sollen damit nur die Länder zusammengefaßt werden, aus denen zu uns Einwanderer vorgedrungen sind.

5. Das südwesteuropäische Gebiet.

Ähnliches gilt für das südwesteuropäische Gebiet. Dasselbe beginnt etwa jenseits der politischen Grenze und umfaßt das mittlere und südliche Frankreich bis zu den Mittelmeerküsten. Hier hinein beziehe ich auch den westlichsten Streifen von Frankreich und die Südküste Englands, die eine eigenartige, mehr mediterrane Fauna besitzen, aus der sie uns eine Art, *Helix caperata* Mrc., gesandt haben.

Dieser dem Meere benachbarte randliche Streifen mit dadurch begründeter milderer Wintertemperatur hat im übrigen vielleicht noch eine weitere Bedeutung auch für die Postglazialzeit, indem auf ihm die verhältnismäßig frühe Einwanderung mancher Arten in Dänemark stattgefunden hat.

II. Übersichtstabelle.

In der nun folgenden Übersichtstabelle sind nicht nur die in dieser Arbeit erwähnten Binnenmollusken oder die bisher überhaupt in spät- und postglazialen Schichten fossil gefundenen Arten aufgenommen, sondern ziemlich alle in Deutschland und Skandinavien, sowie ein großer Teil der aus Finnland, dem nördlichen Rußland und Sibirien bisher beschriebenen Arten. Außerdem sind auch alle fossil im Quartär nachgewiesenen Arten aufgeführt. Denn bei unserer noch recht geringen Kenntnis der quartären Fauna im nördlichen Deutschland können täglich neue Arten aufgefunden werden. Vor allem wird sich bei genauer Durcharbeitung unserer Faunen noch manche nördliche Art finden. Deshalb sind diese möglichst vollzählig aufgenommen, schon um auf sie aufmerksam zu machen.

Die Tabelle enthält in 5 Spalten die 5 Gebiete, die im vorstehenden umgrenzt sind. In der 6. und 7. Spalte ist das Vorkommen der Art im Alluvium und im Diluvium angegeben, wobei die Grenze zwischen beiden mit dem Ende der letzten Dryaszeit gezogen worden ist. In einer 8. Spalte sind endlich einige Bemerkungen über isoliertes Vorkommen hinzugefügt sowie die niedrigsten Temperaturen angegeben, unter denen nach JOHANSEN die Arten noch leben können. (Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf des Hochgebirgsvorkommen [Alpen, Kaukasus, Pyrenäen, Pamir]).

In den einzelnen Spalten hätten noch einige Unterabteilungen gemacht werden müssen, um alles genau auszudrücken. Aber ich habe es vorgezogen, das Nötigste durch beigesezte Zeichen anzudeuten, damit die Tabelle nicht an Übersichtlichkeit verliert.

So bedeutet z. B. in Spalte:

- 1 + = nur arktisch,
- × = nur alpin,
- * = in beiden.
- 2 + = nur subarktisch,
- × = nur subalpin,
- * = in beiden.
- 3 + = nur im Bergland,
- × = nur im Tiefland,
- * = in beiden.

Eine besondere Bezeichnung \oplus haben die nicht seltenen Arten erhalten, die bisher nur in Schweden und Norwegen nachgewiesen, aus Norddeutschland usw. noch nicht bekannt

geworden sind, auch wenn sie nur im südlichen Schweden, nicht aber auch in der subarktischen Zone gefunden worden sind.

Die Nacktschnecken und Lartetien sind wegen zu geringer geologischer Bedeutung weggelassen worden.

In der Anordnung und Synonymik der Arten folge ich fast überall WESTERLUND, auch bei den Anodonten, obwohl ich mir bewußt bin, daß gerade diese dort noch wenig durchgearbeitet und den natürlichen Verhältnissen entsprechend gegliedert und geordnet sind.

(Siehe Tabellen S. 238—255.)

C. Die Gliederung der Spät- und Postglazialzeit auf Grund der Binnenmollusken.

Auf Grund der im ersten Abschnitt behandelten fossilführenden Ablagerungen und unter Berücksichtigung der im zweiten Absatz näher ausgeführten horizontalen und vertikalen Verbreitung der Binnenmollusken läßt sich die im folgenden begründete Gliederung der quartären Bildungen seit der letzten Eiszeit im nördlichen Deutschland aufstellen. Bei dieser Gliederung ergeben sich gleichzeitig die Anhaltspunkte für die jeweiligen in dem einzelnen Zeitabschnitte herrschenden klimatischen Verhältnisse.

Es sei aber noch ausdrücklich bemerkt, daß diese Resultate nur für die Gegend Geltung haben, in der die beschriebenen Fossilvorkommen liegen, also nur in dem nördlichsten Teile von Deutschland, in Schleswig-Holstein, Mecklenburg Brandenburg, Pommern, West- und Ostpreußen und teilweise noch in Posen. Weiter südlich ändern sich die Verhältnisse schon wesentlich, indem einesteils hier die Verbreitung der lebenden Conchylien sich ändert und zum anderen, der Einfluß der Vereisungen auf die Conchylienwelt ein ganz anderer gewesen ist.

Das hier allein in Frage kommende, oben näher umgrenzte Gebiet gehört zu dem Teile Deutschlands, der nach unseren heutigen Begriffen eine dreimalige Vereisung bzw. einen dreimaligen Eisvorstoß und einen zweimaligen Rückzug mit nachgewandter gemäßiger Flora und Fauna erfahren hat. Das haben die neusten Aufschlüsse, insbesondere in der Berliner Gegend bei Motzen und vor allem bei Phoeben, nunmehr erwiesen. Wie weit das Eis in den beiden Rückzugs- bzw. Inter-glazialperioden nach Norden hin abgeschmolzen war, läßt sich noch nicht feststellen, ist auch hier unwesentlich. Alle im vor-

hergehenden behandelten glazialen Ablagerungen (von Lübeck und von Ostpreußen) rühren aus der Zeit der letzten, also nach unserem Schema aus der Zeit der 3. Vereisung her.

Wenn ich im folgenden von Zonen spreche, so ist das streng logisch genommen nicht richtig. Ich benutze das Wort indessen, der bequemen Verwendung halber in dem Sinne, wie es z. B. die Dänen (HARTZ usw.) bei der Bezeichnung ihrer Dryas, Zitterpappel, Kiefer-, Eichen- und Buchenzone verwenden. Er hat dann denselben Sinn wie der Ausdruck Zeit in WAINSCHAFFES „Gliederung des norddeutschen Quartärs“ (Oberflächengestaltung, III. Aufl., S. 331) Buche- und Erle-, Eiche-, Kiefer-, Birke- und Dryaszeit, der ebenfalls nur relativ zu verstehen ist.

I. Die Zone der arktischen Conchylien.

a) Die Glazialzeit.

Als diese letzte Vereisung im Abtauen begriffen war, lebten vor dem Eisrande Pflanzen und Tiere von rein arktischem Charakter, vermischt mit einer Anzahl anderer, die teils eine weite Verbreitung haben und auch heute noch bis in arktische Regionen gehen, teils dieselben heute meiden und eine etwas südlichere Nordgrenze ihrer Ausdehnung besitzen. Diese drängten dem zurückgehenden Eisrande rasch nach und besiedelten (vor allem die Wasserpflanzen und -Tiere) die großen und kleinen Staubecken, die sich mehr oder weniger weit vor dem Eisrande gebildet hatten, und in denen sich feine Sande, sandige Tone, aber auch schon Kalke und torfige Schichten absetzten. Das unweit nördlich davon gelegene Eis machte aber dieser Sedimentation ein Ende, indem es teils wie bei Lübeck die Süßwasserbecken bei einem neuen Vorstoß mit Sandsanden oder Talsanden überschüttete, teils wie in Ostpreußen noch selbst über diese Bildungen vorstieß und sie mit einer neuen Geschiebemergeldecke überzog. Ein solches Nachdrängen der Lebewelt und Wiedervorstoßen des Eises konnte sich wiederholen und hat sich in Ostpreußen mehrere Male (bis zu 6 mal) wiederholt.

Die bezeichnenden Pflanzen dieser Ablagerungen, die bisher leider nur aus den Lübecker Tonen bestimmt wurden, sind:

Hypnum turgescens JENS.

Salix polaris WG.

Betula nana L.

Dryas octopetala L.

Name	Bemerkungen						
	1	2	3	4	5	6	7
	Arktisch oder alpin	subarktisch oder subalpin	mittel-europäisch	südost-europäisch	südwest-europäisch	alluvial	diluvial
<i>Daudebardia (Rufina) brevipes</i> DRP.							
- <i>rufa</i> DRP.	×						+++
<i>Vitrea (Semilimar) diaphana</i> DRP.					+	+	
- <i>kochi</i> ANDR.	×						
- <i>glacialis</i> FORBES							
- <i>nivalis</i> (CH.) DUM. et MORT.							
- <i>elongata</i> DRP.							
- <i>brevis</i> FÉR.			*	+			+
- (<i>Phenacolinax</i>) <i>major</i> FÉR.			+	+			
- <i>draparnaudi</i> CUV.			+	+	+		
- <i>pellucida</i> MÜLL.	*	+	*		+		
- <i>annularis</i> (VEN.) STUD.	×	×		+			
- <i>angelicae</i> BECK.	+						
- <i>exilis</i> MOREL.	+						
- <i>sibirica</i> WEST.	+						
<i>Comulus (Trochulus) luteus</i> DRP.	*		*	+	+		ca. 4—6° (5—6°)
- <i>pratensis</i> REINH.			×				
- <i>mortoni</i> JEFFR.		+	×		+	+	
- <i>pupula</i> GOULD.	+						
<i>Hyalina (Vitrea) diaphana</i> STUD. (= <i>contorta</i> HELD.)							
- <i>subrimata</i> REINH.			*	+	+	+	ca. 13° (7—11°)
- <i>crystallina</i> MÜLL.			+	+	+	+	
- <i>contracta</i> WEST.			*	*	*	*	bayc. Alpen, Tirol
- (<i>Polita</i>) <i>clara</i> HELD.		+	+	+	+	+	ca. 13° (6—8°)
- <i>pura</i> AUER (= <i>enticula</i> HELD.)	×	×	+	+	+	+	

<i>Helix (Theba) cantiana</i> MONT.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Engl., Belg., NW. Frankr. u. b. Bremen
- <i>carthusiana</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	ca. 14° (ca. 10°)
- (<i>Etiomphala</i>) <i>strigella</i> DRP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	ca. 16° (ca. 12°)
- (<i>Monacha</i>) <i>incarnata</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Subfossil bei Rudolstadt u. Saalfeld
- <i>vicina</i> ROSSM. (= <i>carpatica</i> FRIES.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	ca. 8° (ca. 4°)
- (<i>Campylaea</i>) <i>banatica</i> (PARTSCH) ROSSM.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12° (ca. 11°)
- <i>ichthyomma</i> HELD.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	England
- <i>faustina</i> ZIEGLER	+	+	+	+	+	+	+	+	+	ca. 16°
- <i>presli</i> (F. SCHM.) ROSSM.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- (<i>Arianta</i>) <i>arbutorum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- (<i>Eulota</i>) <i>fruticum</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>schrenki</i> MIDD.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>helvola</i> (FRIV.) PFR.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>pisana</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- (<i>Xerophila</i>) <i>striata</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>nißsoniana</i> BECK	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>intersecta</i> POIR. (= <i>caperata</i> MONT.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>heripensis</i> MAB.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>belli</i> STREUSL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>rugosiuscula</i> MICH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>unifasciata</i> POIR. (= <i>candidula</i> STUD.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>gratiosa</i> STUD.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>ericetorum</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>obvia</i> (Z.) HARTM.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- (<i>Tachea</i>) <i>vindobonensis</i> FÉR.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>nemorialis</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>hortensis</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>tonnensis</i> SDB.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>sybatica</i> DRP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- (<i>Pomatia</i>) <i>pomatia</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- <i>Buliminus (Zebrinus) detritus</i> MÜLL.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
- (<i>Napaeus</i>) <i>montanus</i> DRP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Name	1	2	3	4	5	6	7	Name
<i>Buliminius (Napaeus) obscurus</i> MÜLL.								ca. 13° (ca. 12°)
- <i>Chondritulus tridens</i> MÜLL.								Küste von Norw u. Schweden, Baden, ca. 12°
- <i>(Chondritulus) quadridens</i> MÜLL.								
• Pupa (<i>Lauria</i>) <i>cylindracea</i> DA. C.								ca. 16° (8—9°)
- (<i>Orcula</i>) <i>doliolum</i> DRP.								ca. 8° (6—7°)
- <i>doliolum</i> BRUG.								
- (<i>Pagodina</i>) <i>pagodula</i> DESM.								
- (<i>Torquilla</i>) <i>avenacea</i> BRUG.								
- <i>frumentum</i> DA. C.								
- <i>secale</i> DRP.								
- (<i>Pupilla</i>) <i>muscorum</i> MÜLL.		×						
- <i>bigranata</i> ROSSM.								
- <i>lundströmi</i> WEST.								
- <i>madida</i> GRÖL.								
- <i>eumicra</i> BGT.								
- <i>sterri</i> VOITH. (= <i>cupa</i> JAN.)		×						
- <i>triplicata</i> STÜD.								
- <i>halleriana</i> JEFFR.								
- (<i>Sphyradium</i>) <i>edeniuta</i> DRP.								Schweiz • ca. 8—10° (9—10°)
- <i>turritella</i> WEST.								Zur Dryaszeit in Schweden
- <i>columella</i> v. MTS.								ca. 16°
- <i>inornata</i> MICH.								
- (<i>Isthmia</i>) <i>costulata</i> NILSS.								
- <i>odontostoma</i> WEST.								
- <i>striata</i> GRÖL.								
- <i>minutissima</i> HARTM.								
- (<i>Alaca</i>) <i>genesi</i> GRÖL.								
- (= <i>parcedentata</i> AL. BR.)								
- <i>inermis</i> WEST.								
- <i>daliaca</i> WEST.		⊕						

Name	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Clausilia</i> (<i>Alinda</i>) <i>biplicata</i> MONT.			*	++		+	+	ca. 14° (ca. 10°)
(<i>Delima</i>) <i>ornata</i> (Z.) ROSSM.			+					Schlesien
(<i>Delima</i>) <i>brauni</i> CHARF.			+	++			+	Bergstr. Italien
(<i>Strigillaria</i>) <i>cana</i> HELD.			*	++		+	+	
- <i>vetusta</i> (Z.) ROSSM.			+	++				
- <i>striolata</i> BLZ.			+	++				
(<i>Papillifera</i>) <i>nilsoni</i> WEST.		⊕	+		+			Schweden
(<i>Gracillaria</i>) <i>corynodes</i> HELD.			+	++			+	
- <i>florigrana</i> (Z.) ROSSM.			*	++			+	
(<i>Fusilius</i>) <i>variatus</i> (Z.) C. PFR.		×	+	++			+	
- <i>interrupta</i> (Z.) C. PFR.	×		+	++			+	
(<i>Eryavecchia</i>) <i>bergeri</i> (MAYER) R. SSM.			+	++			+	fehlt in S.-Deutschl., ca. 11° (9°)
(<i>Kuzmicia</i>) <i>parvula</i> STUD.			*	++			+	ca. 16°
- <i>dubia</i> DRP.			*	++			+	
- <i>bidentata</i> STRÖM.			*	++			+	
- <i>cruciata</i> STUD.			*	++			+	
- <i>pumila</i> (Z.) C. PFR.			*	++			+	
- <i>sejuncta</i> WEST.			*	++			+	
- <i>connectens</i> WEST.			*	++			+	
(<i>Pirostoma</i>) <i>ventricosa</i> DRP.		⊕	*	+	+	+	+	ca. 16° (8—9°)
- <i>rolphi</i> GRAY.			+	+	+		+	NW.-Deutschl., ca. 16°
- <i>tumida</i> (Z.) K.			+	+	+		+	Schlesien
- <i>lineolata</i> HELD.			*	+	+		+	
- <i>plicatula</i> DRP.		+	*	+	+		+	ca. 14° (8—9°)
- <i>latestriata</i> A. S. var. <i>borealis</i> RTTG.			×	+	+		+	Ostpreußen
- <i>densaestriata</i> ZEL.		+		+	+		+	
<i>Succinea</i> (<i>Neritostoma</i>) <i>turgida</i> W.	+	+					+	8—10° (ca. 13°)
- <i>chrysis</i> W.	+	*					+	
- <i>putris</i> L.	+						+	
- <i>groenlandica</i> BECK.	+						+	

Name	1	2	3	4	5	6	7
<i>Physa (Dabius) fontinalis</i> L.	+	+	*	+	+	+	+
- <i>semiglobosa</i> W.		⊕					ca. 14° Stockholm
- <i>acuta</i> DRP.	+	+	×	+	+	+	ca. 4°
- (<i>Nautia</i>) <i>hypnorum</i> L.	+						
- (<i>Isidora</i>) <i>sibirica</i> WEST.							
- (<i>Planorbis</i> (<i>Coretus</i>) <i>corneus</i> L.			*	+	+	+	ca. 15°
- <i>elophilus</i> BGT. var. <i>ammonoceras</i> WEST.			*	+	+	+	
- (<i>Tropidiscus</i>) <i>umbilicatus</i> MÜLL.		+	*	+	+	+	ca. 14° (ca. 11°)
- <i>carinatus</i> MÜLL.		+	*	+	+	+	ca. 14° (15—16°)
- (<i>Gyrorbis</i>) <i>vortex</i> L.		+	*	+	+	+	ca. 13°
- <i>vorticulus</i> TROSCH.			*				ca. 16°
- <i>charteus</i> HELD.			*	+	+	+	
- <i>septemgyratus</i> RSSM.			×	+	+	+	(lebend in Rußland, Gouv. Orenberg
- <i>calculiformis</i> SANDB.			×	+	+	+	ca. 16° (10—11°)
- <i>spirorbis</i> L.			*	+	+	+	
- <i>leucostoma</i> MÜLL. (= <i>rotundatus</i> POIR.)	+	+	*	+	+	+	
- <i>dazuri</i> MÖRCH.			×	+	+	+	
- <i>resemannianus</i> WEST.				+	+	+	
- (<i>Bathynomphalus</i>) <i>contortus</i> L.	+	+	*	+	+	+	ca. 10° (10—11°)
- <i>dispar</i> WEST.			×				
- (<i>Gyraulus</i>) <i>albus</i> MÜLL.	+	+	*	+	+	+	ca. 10° (ca. 4°)
- <i>stelmachoeius</i> BGT.		+	+				
- <i>socius</i> WEST.		⊕					
- <i>arcticus</i> BECK. (= <i>sibiricus</i> DKK.)	+	+					
- <i>infraliratus</i> WEST.	+	+					
- <i>stroemi</i> WEST.	+	+				+	ca. 8°
- <i>polaris</i> WEST.	+	+					
- <i>gradleri</i> BZ.	+	+	*				
- <i>borealis</i> LOVÉN.	+	+					

Name	1	2	3	4	5	6	7
<i>Paludinella (Lartetia) sterkiana</i> CL.			+				Wutachtal Schlettheim
- <i>turricula</i> CL.			+				ca. 14°
- (<i>Hydrobia</i>) <i>sterni</i> v. MTS.		+	+				ca. 14°
- <i>ventrosa</i> MTRG.				+			ca. 18°
- (<i>Belgrandia</i>) <i>marginata</i> MÜLL.			+				
- (<i>Bythinella</i>) <i>austriaca</i> FRAUENF.			*				
- <i>dunckeri</i> FRFLD.			+				
- <i>schmidti</i> KSTR.			+				
- <i>viridis</i> POIR.			+				
- <i>compressa</i> FRFLD.			+				
<i>Lithoglyphus naticoides</i> (FÉR) C. PFR.			*				
<i>Melanopsis acicularis</i> FÉR.		+					15°
<i>Valvata (Cincinna) antiqua</i> SOW.			+				Genfer See
- <i>lacustris</i> CLESS.			+				Sibirien
- <i>sorensis</i> DYB.		+					ca. 8—10°
- <i>piscinalis</i> MÜLL.	+	+	*				
- <i>cyclomphala</i> WEST.	+			+			
- <i>pusilla</i> MÜLL.		+	+				
- <i>discors</i> WEST.		+	+				
- <i>ambigua</i> WEST.	+	⊕					Göteborg
- <i>obtusa</i> STUD.			*				
- <i>fluctuatis</i> COLBEAU			*				
- <i>alpestris</i> (BLAUNNER) KSTR.	×	×	+		+		
- <i>glacialis</i> WEST.			*				
- <i>andreaei</i> MZL.			*				
- <i>geyeri</i> MZL.			*				
- <i>naticina</i> MKE.			+				
- <i>goldfussi</i> WÜST.			+				
- <i>aliena</i> WESTERL.	+	+	×				
- <i>raboti</i> WEST.	+	+					Im Weißen See bei Füssen

Name	1	2	3	4	5	6	7
<i>Pisidium (Fossarina) sibiricum</i> (CL.) WEST.	+	+	*	+			Sibirien 60° 50' ca. 10° (ca. 11°)
<i>pulchellum</i> JENYNS	+	+	*	+	+		8—10° (ca. 8°)
<i>nitidum</i> JENYNS	+	+					
<i>liljeborgi</i> CL.	+	+	*	+	+		
<i>hoyeri</i> CLESS.	+	+					
<i>forniale</i> C. PFR.	+	+	+	+	+		var. <i>cinctum</i> ALD. i. Engl. u. Dän.
<i>calyculatum</i> BAND.			+	+			Schwarzwald, Bayr. Wald
<i>casertanum</i> POLI			+	+			Bayern Schlesien
<i>ovatum</i> CLESS.			+	+			Dänemark
<i>intermedium</i> GASS.			+	+			Bayern
<i>bartolomaeum</i> CLESS.			+	+			Schlesien
<i>roseum</i> SCHOLTZ			+	+			
<i>pallidum</i> GASS.	+		*	+	+		Dänemark
<i>poulsenii</i> CLESS.			×	+			Bayern
<i>puleus</i> CLESS.			×	+			ca. 14°
<i>subtruncatum</i> MALM.							Sibirien 68° 40' 62° 50'—69° 50'
<i>boreale</i> (CL.) WEST.	+	+		+			" 63° 59'—69° 15'
<i>nordenskiöldi</i> (CL.) WEST.	+	+					ca. 8—10° (ca. 2°)
<i>mucronatum</i> (CL.) WEST.	+	+	*		+		
<i>milium</i> HELD.	+	+	*				Bayern
<i>obtusale</i> C. PFR.	+	+	*				ca. 8—10°
<i>pusillum</i> GMEL.	+	+	*				
<i>scholtzi</i> CLESS.	+	+	×			+	
<i>reticulare</i> CLESS.	+	+	+				
<i>Unio</i>							
<i>litoralis</i> CUV.							
<i>kinkelini</i> HAAS							
<i>crassus</i> RETZ			*				ca. 16°
<i>pseudolitoralis</i> CL.			×				Nordschleßwig
<i>kochi</i> KOB.			×				Hachenburg

<i>manica</i> SERV.					Main
<i>luxata</i> HELD.				+	Main, Schweden
<i>inornata</i> KSTR.	*			+	Sealo
<i>nilssonii</i> KSTR.	*				Regensburg
<i>potimia</i> SCHRÖDER	+				Main
<i>sondermanni</i> KSTR.	+				
<i>morrini</i> SERV.	+				Nürnberg, Kopenhagen,
<i>ocnera</i> SERV.	+				Rönneby
<i>sturni</i> BGT.	*				Main, Elbe
<i>complanata</i> SERV.	*				
<i>rostrata</i> (KOK.) RSSM.	*				
<i>diminuta</i> CLESS.	+	+			Vege sack
<i>visurgisina</i> (BGT.) SERV.	+	×			Main
<i>subica</i> KOB.	+	+			Dänemark
<i>rynchota</i> SERV.	+	+			
<i>danica</i> (MÖRCH.) BGT.	×				Bayern, Sachsen, Rönneby
<i>anatina</i> L.	*				Schweden, Skåne
<i>tenella</i> (HELD.) KSTR.	+				Dnjopr
<i>subluxata</i> KSTR.	*				
<i>westertundi</i> (FAG) BGT.	×				Dänemark
<i>ostiaris</i> DRT.	+				Salz-See; Vege sack
<i>kiisteri</i> BGT.	+				Main
<i>mörchiana</i> CLESS.	+	×			Bayern, Dänemark
<i>maculata</i> (SHEPP.) BGT.	×	×			Main, "
<i>classini</i> BGT.	×	×			Ems
<i>perlora</i> (SERV.) SCHRÖDER.	×	×			Westdeutschland
<i>codopsis</i> SERV.	+	+			Main
<i>racketti</i> BGT.	*				
<i>callosa</i> (HELD.) KSTR.	*				Bayern, Dänemark
<i>sedentaria</i> (MAB.) BGT.	*				Main, "
<i>spengleri</i> BGT.	×				Ems
<i>pfeifferi</i> BGT.	×				Westdeutschland
<i>friedlanderiana</i> (BGT.) SERV.	+	×			Main

Name	1	2	3	4	5	6	7
<i>Anodontia (Euanodontia) tricassiniformis</i> SCHRÖDER			×				Havel, Alster
<i>servani</i> BGT.			×				Ems
<i>tricassina</i> (PILLOT) BGT.			*		+		Main, Elbe
<i>germanica</i> SERV.			×		+		Weser, Elbe
<i>richardi</i> (BGT.) SCHRÖDER			×		+		Werben, Elbe
<i>picardi</i> BGT.			×		+		Alster
<i>journei</i> (RAY.) BGT.			*		+		Main, Elbe
<i>journeopsis</i> SCHRÖDER.			+				Dieskau
<i>cypholena</i> SERV.			+				Main
<i>frankfurti</i> SERV.			*				Elbe, Main
<i>alsterica</i> SERV.			×				Alster, Elbe
<i>piscinalis</i> NILSS.			*				
<i>opalina</i> KSTR.			*	+			
<i>scaphidella</i> (LET.) BGT.			*	+			
<i>restima</i> BGT.			+	+			
<i>falcata</i> DRT.			×	+			Main
<i>ezocha</i> BGT.			×	+			Elbe
<i>pelaca</i> (SERV.) LOC.			+		+		Dnjepr
<i>moctera</i> SERV.			×		+		Bayern
<i>eusomata</i> SERV.			×				Elbe
<i>elachista</i> BGT.			×				
<i>dantessantyi</i> (RAY) BGT.			+		+		Main
<i>miranella</i> (BGT.) LOC.			×		+		Bremen
<i>arnouldi</i> BGT.			×		+		Vegesack
<i>rhynchonella</i> (BGT.) SCHRÖDER.			×		+		
<i>herculea</i> MIDD.		+	×				Havel, Alster, Vegesack
<i>(Pseudanodontia) complanata</i> (Z.) RSSM.			*				
<i>nicarica</i> HAAS			+				Aue
<i>pachyproctus</i> BORCH.			×				Lesum u. Weser
<i>fusiformis</i> BORCH.			×				

An bezeichnenden Conchylien fanden sich:

Vertigo percedentata AL. BR.

Succinea schumacheri ANDR.

Planorbis arcticus BECK

„ *stroemi* WESTERL.

Sphaerium duplicatum CL.

Anodonta mutabilis CL.

Diese Arten außer *Anodonta mutabilis* sind arktisch oder alpin. Die meisten sonst noch vorkommenden haben eine weite Verbreitung, gehen aber fast alle auch heute noch bis in die arktische Region. Genauere Durcharbeitung dieser und ähnlicher Ablagerungen wird ohne Zweifel die Zahl der arktischen Formen noch vermehren. Vor allem scheinen mir die mit *V. alata piscinalis* bezeichneten Formen noch einer eingehenderen Bestimmung zu bedürfen.

Will man aus dieser Fauna genauer auf das Klima schließen, so muß man sagen, daß dasselbe dem arktischen ähnlich war, aber sicher nicht mit ihm völlig übereinstimmte. Worin nun die Abweichung bestand, läßt sich noch nicht sicher sagen. Der Umstand aber, daß fossile Faunen häufig in ihrer Zusammensetzung mehr Ähnlichkeit mit alpinen als mit arktischen haben, deutet darauf hin, daß außer der Temperatur noch andere Faktoren, wie z. B. das Licht, daneben sicher auch das Vorhandensein größerer Wasseransammlungen, die höhere Temperatur und der größere Kalkgehalt des Wassers u. a. m. in Betracht zu ziehen sind. Auch eine andere Verteilung der Temperaturverhältnisse auf die einzelnen Monate und Jahreszeiten kann in Frage kommen. Unter Berücksichtigung aller dieser Punkte mag man das Klima der Lübecker und ostpreußischen Glazialablagerungen noch als arktisch bezeichnen.

b) Die Spätglazialzeit.

Die Bildungsverhältnisse der Ablagerungen dieser Phase stimmen genau mit denen der vorigen überein. Ihr einziger Unterschied besteht darin, daß die vorigen noch von Glazialbildungen bedeckt werden, diese aber allmählich nach oben in die alluvialen Absätze übergehen. Deshalb bleibt die Flora und Fauna im Grunde dieselbe; auch die petrographische Beschaffenheit ist ebenso geblieben. Nur daß zur spätglazialen Zeit noch Kalktuffe hinzukommen, die bisher in den glazialen *Dryas*-Bildungen noch nicht gefunden worden sind. Ein erheb-

licher, aber mehr äußerlicher Unterschied zwischen beiden *Dryas*-Phasen besteht darin, daß in der spätglazialen schon zahlreichere Conchylien nachgewiesen worden sind. Als Ablagerungen aus der spätglazialen *Dryas*-Phase wurden im Abschnitt A. genannt: die Schichten von Nusse und Sprenge in der Gegend von Lübeck, die untersten Schichten von Bärenbruch bei Güstrow, ein Teil der Kalke am Windebyer Noor bei Eckernförde und die Decktone auf den Meßtischblättern Kerschken und Gr.-Duneyken in Ostpreußen. Als bezeichnende Conchylien finden sich in ihnen

Pupa turritella WEST.

Vertigo parcedentata AL. BR.

„ *arctica* WALLENB.

„ *substriata* JEFF.

Succinea schumacheri ANDR.

Planorbis arcticus BECK

„ *stroemi* WEST.

neben einer ganzen Anzahl für klimatische Verhältnisse wenig charakteristischer. Vielfach findet sich noch *Anodonta*. Das Vorherrschen der Landschnecken ist zufällig und auf faciiellen Unterschieden begründet. Diese Arten sowie *Sphaerium duplicatum* und eine Anzahl anderer, die sich sicher noch nachweisen lassen, da sie sich in diluvialen Glazialablagerungen Deutschlands schon gefunden haben (wie *Pupa columella*, die auch in Schweden spätglazial vorkommt, *Vallonia tenuilabris* u. a.) müssen als Leitformen glazialer (früh-, hoch- und spätglazialer) Ablagerungen der Quartärzeit in Deutschland gelten. Das versteht sich nicht nur für das hier behandelte jüngere Quartär (die letzte Eiszeit und die Postglazialzeit), sondern auch für die älteren Eiszeiten. Ebenso können Glazialpflanzen (*Dryas*) führende Schichten in Begleitung jeder der drei Eiszeiten vorkommen, wie denn auch schon einzelne ältere *Dryas*-Ablagerungen nachgewiesen worden sind. Man muß daher für jedes *Dryas*-Vorkommen vor allem die zugehörige Eiszeit festzustellen versuchen. Aber nicht nur die Zahl der Eiszeit, sondern auch die Lagerungsverhältnisse der Absätze der zugehörigen Eiszeit sind wichtig. So können *Dryas* und die begleitenden Pflanzen und Tiere sowohl vor dem Herannahen des Eises als auch während des Höhepunktes der Vereisung und ihrer Oszillationen und schließlich auch nach dem endgiltigen Rückgang des Eises gelebt haben. Sie wird sich deshalb in sog. „vorgeschütteten“ Bildungen, die später das Eis überschritten hat — frühglazial —, zwischen echten Glazialablagerungen eingeschlossen oder vor dem Eisrande —

hochglazial oder glazial (interstadial) — und auf den Glazialablagerungen — spätglazial — finden.

Deshalb kann die Bezeichnung *Dryas*-Zeit allein nicht ausreichen zur Bezeichnung eines geologischen Horizontes. Man wird besser mindestens die Eiszeit und, wenn nötig, auch das nähere Lagerungsverhältnis dazusetzen müssen, z. B.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------------|
| a) frühglaziale | } Dryas-Phase der
letzten (3.) Eiszeit |
| b) hoch- oder intraglaziale | |
| c) spätglaziale | |

II. Die Zone des *Planorbis stroemi*.

Den spätglazialen *Dryas*-Schichten lagern sich häufig Wiesenkalke oder Faulschlammsschichten auf, die Birken- und Kieferreste einschließen. An Conchylien stellt sich in dieser Begleitung in dem ganzen nördlichen Deutschland weit verbreitet und häufig der *Planorbis stroemi* ein, meistens in Begleitung von Valvaten, vor allem der *Valvata antiqua*, deren lebende Verbreitung noch recht unsicher ist, und die bestimmt nicht weiter südlich als das norddeutsche Tiefland (von einigen Alpenseen abgesehen) vorkommt. *Planorbis stroemi*, eine nördliche Art, die schon vereinzelt in den *Dryas*-Schichten auftritt, findet sich nur in den tieferen Schichten der älteren alluvialen Wiesenkalke Norddeutschlands. Nach oben zu hört er bald auf. Er bezeichnet einen bestimmten Horizont, der etwa der *Ancylus*-Zeit oder der Zeit der Birke und Kiefer gleichzusetzen ist. An charakteristischen Begleitern hat sich mit Sicherheit bisher, außer etwa der *Valvata antiqua*, die aber auch noch höher hinaufgeht, keine andere Form nachweisen lassen. Auch Landschnecken sind aus diesem Horizont bisher ziemlich unbekannt. *Succinea schumacheri* geht im Bärenbruch bis in die untersten Schichten dieses Horizontes, fehlt aber dann ganz. Man könnte etwa *Vertigo alpestris* oder *substriata* als Leitform erwarten. Da aber die Hauptverbreitung des *Planorbis stroemi* auf große Erstreckung hin mit Sicherheit in diesen Horizont fällt, so kann man wohl von einem Horizont des *Planorbis stroemi* WESTERL. für das nördliche Deutschland reden. Das Klima zur Zeit der Bildung dieses Horizontes dürfte etwa gleich dem im heutigen Verbreitungsgebiet dieser Schnecke (Norwegen, Lappland, Finnland) = subarktisch gewesen sein.

Von den im Abschnitt A beschriebenen Bildungen gehören hierher: die Wiesenkalke im Bärenbruch bei Güstrow, die Terrassenfaunen aus dem masurischen Seengebiet, die untersten

Horizonte der hinterpommerschen Wiesenkalke und sicher auch ein Teil der Kalktuffe am Windebyer Noor, obwohl aus ihnen *Planorbis stroemi* nicht bekannt geworden ist.

III. Die Zone des *Planorbis umbilicatus* und der *Bythinia tentaculata*.

Am Bärenbruch bei Güstrow folgt über den Wiesenkalken mit *Planorbis stroemi* Moormergel, der eine reiche Fauna einschließt, unter der *Plan. umbilicatus* und *Bythinia tentaculata* bemerkenswert sind, weil diese beiden Formen sich hier zuerst einstellen, *Plan. stroemi* dagegen völlig fehlt. In Masuren und an der Müritz beginnt die ganze Schichtenfolge mit Wiesenkalken, die nur diese beiden Arten, aber nicht *Plan. stroemi* führen. Ähnlich läßt sich, wenn auch nicht mit der Schärfe, ein Aufhören von *Plan. stroemi* und ein Einsetzen der beiden anderen Formen in den hinterpommerschen Wiesenkalken beobachten. Es folgt also über dem Horizont des *Planorbis stroemi* eine Schichtenfolge, die durch die beiden genannten Arten deutlich charakterisiert wird¹⁾. Sie fällt ungefähr zusammen mit der durch die *Litorina* und durch die Eiche und Linde bezeichneten Stufe. Von Landschnecken wandern um diese Zeit ein: *Patula rotundata*, *Helix bidens* und *Acme polita*. Auch *Acanthinula aculeata* zeigt sich zum ersten Male.

Ob das Auftreten der Conchylien dieser Stufe ganz genau mit dem Erscheinen der Eiche zusammenfällt, läßt sich noch nicht feststellen. Es scheint aber ziemliche Gleichzeitigkeit des Auftretens zu herrschen.

Auf alle Fälle zeigen die Conchylien dieser Stufe ein milderer Klima an als die der vorhergehenden. Man wird eine durchaus gemäßigte Temperatur vorauszusetzen gezwungen sein. Darauf deutet das Aussterben von *Plan. stroemi* hin, der sicher klimatischen Veränderungen gewichen ist.

Patula rotundata und *Helix lapicida* setzen das Vorhandensein von Laubhölzern voraus. Also wird ihr Erscheinen wohl

¹⁾ Nach einigen Beobachtungen, die indessen noch nicht abgeschlossen sind (s. Fauna des Wiesenkalkes bei Gülz S. 228), scheint schon mit *Pl. stroemi* zusammen eine *Bythinia* vorzukommen, die von der *B. tentaculata* aber abweicht. *Pl. umbilicatus* scheint dagegen erst etwas später aufzutreten, so daß sich zwischen die Zone des *Pl. stroemi* und die Zone des *Pl. umbilicatus* und der *Byth. tentaculata* noch eine Zwischenschicht oder eine Unterzone mit *Bythinia* cf. *tentaculata* einschleibt, die man wohl am besten der oberen Zone angliedert.

mit dem Erscheinen der Eiche zusammenhängen. Ob das Einwandern von *Helix bidens*, einer östlichen Form des kontinentalen Klimas, mit einer kurzen trockenen und warmen (kontinentalen?) Periode zusammenhängt, bedarf noch näherer Untersuchung. Es wäre das denkbar, da auch im südlichen Schweden um diese Zeit, auf der Wende der *Ancylus*- und *Litorina*-Zeit, eine wärmere Zwischenzone beobachtet ist.

Von den angeführten Ablagerungen gehören hierher:

Die Moorerde im Bärenbruch bei Güstrow, der Wiesenkalk und die Quellmoore in Masuren, die Wiesenkalke des Rederang- und Moorseebeckens an der Müritz, die obersten Schichten des Wiesenkalkes von Gülz und die mittelsten bei Bonin, die untersten Lagen des Moormergels bei Woitfick und vielleicht noch die obersten Kalktuffschichten vom Windebyer Noor.

IV. Die Zone des *Planorbis corneus* und der *Paludina vivipara*.

Eigentümlich ist es, daß in allen den bisher genannten Ablagerungen *Planorbis corneus* und die bekannten großen Paludinen fast vollständig fehlen. Das kann keineswegs an geeigneten Lebensbedingungen liegen. Denn große Wasserflächen, dicht mit Pflanzen bewachsen, z. T. mit schlammigem Untergrund, z. T. langsam fließend, wie sie diese Arten lieben, gab es in der älteren Alluvialzeit vielleicht mehr wie heute. Es ist aber deutlich zu erkennen, daß in ziemlich später alluvialer Zeit, etwa zu der nach der Buche genannten Periode, diese großen Wasserschnecken auftauchen und von da ab eine sehr weite Verbreitung einnehmen, im Bunde mit den großen Limnäen, besonders den weitmündigen Formen der *L. stagnalis*. Heutzutage herrschen diese Formen im ganzen nördlichen Deutschland in jedem Torfstich, jedem Graben, jedem See und jeder Bucht der großen Flüsse. Deshalb tut man ihnen wohl nicht Unrecht, wenn man einen Abschnitt der jüngsten Alluvialzeit nach ihnen benennt. Was für klimatische Einflüsse wirksam gewesen sind, dies plötzliche und gewaltige Einwandern der großen Wasserschnecken zu unterstützen, läßt sich noch nicht recht erkennen. Auch hierüber müssen noch spätere Untersuchungen Licht bringen. Auf jeden Fall bedeutet ihr Erscheinen keinen Rückschritt in klimatischer Beziehung, eher deuten sie auf eine geringe Zunahme von Feuchtigkeit hin.

Als Vorläufer des *Plan. corneus* erscheint bisweilen ein naher Verwandter, *Plan. ammonoceras*, der auch heute weiter

nach Norden hinaufgeht als der typische *corneus*. Er ist wohl kaum immer, besonders nicht von den dänischen Geologen, scharf von *Pl. corneus* unterschieden. Ob gleichzeitig mit *Plan. corneus* und *Paludina* auch Landschnecken erst angewandert sind, entzieht sich noch unserer genauen Kenntnis. Vielleicht kam damals *Helix hortensis*, die indessen auch heute noch keine weite Verbreitung und Häufigkeit besitzt.

V. Die Zone der *Dreissena polymorpha* und der *Helix pomatia*.

(Das Quintär von Löns.)

Aber die Alleinherrschaft der großen Planorben und Paludinen ist gebrochen. In allerneuester Zeit, z. T. mit Hilfe des Menschen, wandert vor unseren Augen eine neue Molluskenfauna bei uns ein, von der die auffälligsten Formen die in der Überschrift genannten sind. Doch ist ihre Gesellschaft noch größer, und einzelne der Arten haben ihre Wanderung sicher schon begonnen, ehe der Mensch Kanäle baute und Esparsette säte. Freilich hat die Unterstützung des Menschen viel zu ihrer Verbreitung beigetragen. Zu diesen Arten gehören außer *Helix pomatia*, der Weinbergschnecke, die die Mönche brachten, und *Dreissena polymorpha*, die die Flößer verschleppten, noch

Buliminus tridens MÜLL.¹⁾

Helix ericetorum MÜLL.

„ *obvia* HARTM.

Neritina fluviatilis L.

Lithoglyphus naticoides C. PFR.

und einige andere seltenere Arten.

Wichtig ist es, daß die Mehrzahl derselben (außer *Helix pomatia* und *ericetorum*) Arten östlicher Herkunft sind und in trockneren, steppenartigen Gegenden ihre Heimat haben. Wenn auch, wie schon oben ausgeführt, der Mensch selbst viel an ihrer Verbreitung durch Verschleppung mithilft, so zeigt doch ihre rasche Eingewöhnung und Vermehrung, daß ihnen bei uns heute die Verhältnisse zusagen müssen, und wir müssen daraus wohl den Schluß ziehen, daß unsere heutigen klimatischen Verhältnisse denen ihrer südöstlichen Heimat immer ähnlicher werden, also das Klima bei uns heute einen mehr kontinentalen Charakter annimmt.

¹⁾ *B. tridens* MÜLL. ist vielleicht schon etwas eher als die anderen eingewandert, vielleicht schon am Ende der vorigen Zone.

Auch die anderen Einwanderer, die nicht südöstlicher Herkunft sind, gehören durchweg zu den Xerophilen wie

Xerophila ericetorum MÜLL.

„ *caperata* MONTAGU.

„ *heripensis* MAB. usw.

so daß die oben ausgesprochene Schlußfolgerung durch sie nur noch bestätigt wird.

Es war schon oben betont worden, daß diese Ausführungen und die Gliederung sich nur auf das nördliche Deutschland beziehen, soweit es eine dreimalige Vereisung erfahren hat. Die Verhältnisse ändern sich sofort und müssen sich ändern, sobald man weiter nach Süden in die Randgebiete der nordischen Vereisungen und die Nordausläufer der deutschen Gebirge kommt. Hier liegen die Dinge wesentlich verwickelter, und es ist aus Mangel an Vorarbeiten noch wenig zu sagen.

Aber die Verhältnisse ändern sich auch, sobald man über die Ostsee nach Schweden und Norwegen, auch schon, sobald man nach Finnland und Dänemark kommt. Auch das ist erklärlich. Denn die Einwanderung der südlicheren Arten und das Erlöschen der nördlicheren mußte sich jenseits der Ostsee, in weiter nördlich gelegenen Gegenden, anders verhalten als südlich derselben.

Man hat in Dänemark und Schweden noch mehr klimatische Unterschiede, Schwankungen, Rückschläge, festgestellt, als sie sich im nördlichen Deutschland ergeben. Das kann seinen Grund darin haben, daß in jenen Ländern die Untersuchung dieser jungen Schichten bedeutend weiter entwickelt ist als bei uns. Das kann aber auch davon herrühren, daß weiter südlich diese feineren Ausschläge und Schwankungen nicht so gut wahrnehmbar sind, und daß vor allem die Lebewesen nicht so rasch den Schwankungen folgten wie im Gebiet ihrer nördlichsten Verbreitung. Einzelne Anhaltspunkte, daß die klimatischen Bewegungen seit der letzten Eiszeit auch bei uns nicht gleichmäßig aufsteigende gewesen sind, wurden im vorstehenden schon beigebracht. Mögen spätere Arbeiten dieselben bestätigen und klarer herausarbeiten — oder widerlegen. Auf alle Fälle wird dadurch die Wissenschaft eine Förderung erfahren.

VI. Zusammenfassung.

Faßt man die Resultate der Gliederung kurz zusammen, so ergibt sich folgendes. Die quartären Schichten im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit lassen sich auf Grund der Binnenmollusken in eine Reihe von Zonen zerlegen. (S. die Übersicht auf S. 263.)

Kurze Übersicht der Gliederung.

Post-glazialzeit	Zone der <i>Dreissena polymorpha</i> und <i>Helix pomatia</i>	Gemäßigt (trocken)	Buchenzeit ¹⁾	<i>Mya</i> -Zeit ¹⁾	Damhirsch und Reh, Rothirsch nimmt ab
	Zone des <i>Planorbis cornuus</i> und der <i>Pudana vivipara</i>	Gemäßigt (etwas feuchter)			Rothirsch, daneben Reh
	Zone des <i>Planorbis umbilicatus</i> und der <i>Bythinia tentaculata</i>	Gemäßigt, anfangs vielleicht mehr warm und trocken (kontinental)	Zeit der Eiche und Linde	<i>Litorina</i> -Zeit	Vorwiegend Rothirsch, Elch nimmt ab
Letzte (3.) Eiszeit	Zone des <i>Planorbis stroemi</i>	Subarktisch	Zeit der Kiefer und Birke	<i>Ancylus</i> -Zeit	Vorwiegend Elch
	Zone der arktischen Conchylien spätglaziale Phase glaziale Phase	Arktisch (Glazial)	<i>Dryas</i> -Zeit	<i>Volinia</i> -Zeit	Rennthier Riesenhirsch stirbt aus, Rennthier

¹⁾ Entspricht der Gliederung bei WAUNSCHAFER.

1. Zone der arktischen Conchylien.

Diese enthalten als leitende Formen:

- Planorbis arcticus* BECK
 „ *stroemi* WEST.
Sphaerium duplicatum CLESS.
 (*Pupa columella* v. MART.)
 „ *turritella* WEST.
Vertigo parcedentata AL. BR.
 „ *arctica* WALLENB.
Succinea schumacheri ANDR.

Die Ablagerungen dieser Zone liegen entweder in glazialen Ablagerungen eingebettet und sind während einer Interstadialzeit entstanden, oder sie liegen unmittelbar über den Glazialablagerungen an der Basis der Alluvialschichten.

An Pflanzenresten finden sich in ihrer Gesellschaft die Pflanzen der *Dryas*-Zeit. Ihre obere Abteilung fällt zusammen mit der *Yoldia*-Zeit.

Zur Zeit ihrer Ablagerung herrschte ein Klima, das dem arktischen ähnlich, aber in verschiedenen Punkten etwas modifiziert (glazial) war.

2. Zone des *Planorbis stroemi*.

Leitende Formen:

- Planorbis stroemi* WEST.
Valvata antiqua SOW.
 (*Vertigo alpestris* ALDER)
 („ *substriata* JEFFR.)

Es fehlt *Bythinia tentaculata* und *Plan. umbilicatus*.

An Pflanzen treten Birke und Kiefer auf. Die Zone fällt etwa mit der *Ancylus*-Zeit zusammen, doch scheint sie etwas eher zu endigen.

Das Klima ist ein subarktisches.

3. Zone des *Planorbis umbilicatus* und der *Bythinia tentaculata*.

Leitende Formen:

- Bythinia tentaculata* L.
Planorbis umbilicatus MÜLL.

Es fehlt *Plan. stroemi* W. und *Plan. corneus* L.

Daneben stellen sich ein:

- Patula rotundata* MÜLL.
Helix bidens CHEMN.
Acme polita HARTM u. a.

An Pflanzen finden sich Eiche und Linde. Diese Zone fällt mit der *Litorina*-Zeit zusammen, geht aber vielleicht nach oben noch etwas weiter.

Das Klima ist ein gemäßigtes, etwa entsprechend dem heutigen. Das plötzliche Auftreten von *Patula rotundata* und *Helix bidens* zu Beginn dieser Zone deutet vielleicht auf eine kurze kontinentale Phase hin.

4. Zone mit *Planorbis corneus* und *Paludina vivipara*.

Leitende Formen:

Planorbis corneus L.

Paludina vivipara DRP.

Paludina fasciata MÜLL.

Große Limnaeen.

Der Beginn der Zone fällt in die Zeit der Anwesenheit der Buche.

Das Klima war gemäßigt, vielleicht etwas feuchter (ozeanisch) als jetzt.

5. Zone der *Dreissena polymorpha* und der *Helix pomatia*.

Leitende Formen:

Helix pomatia L.

„ *ericetorum* MÜLL.

„ *obvia* HARTM

Chondrula tridens MÜLL.

Lithoglyphus naticoides C. PFR.

Dreissena polymorpha PALLAS.

Die Zone beginnt zur geschichtlichen Zeit. Das Einwandern der Mollusken ist durch den Menschen begünstigt, deutet aber auf etwas trockneres (Steppen)-Klima als vorher.

C. Verzeichnis der wichtigsten Literatur.

- ANDREAE, A.: Der Diluvialsand von Hangenbieten im Unter-Elsaß. Abh. z. Geol. Spezialk. von Elsaß-Lothringen, Bd. IV, H. 2, 1884.
- BERENDT, G.: Die Diluvialablagerungen der Mark Brandenburg, insbesondere der Umgegend von Potsdam. Berlin 1863.
- : Über die Paludinenbank im Unteren Diluvium von Berlin. Diese Zeitschr. 34, 1882.
- BEYRICH, E.: Über die den jetzigen lebenden Oberflächenverhältnissen angehörigen Süßwassermuscheln unter dem neuesten Berliner Infusorienlager. Verh. d. Ver. naturf. Freunde, Nov.-Sitzung 1866.
- : *Neritina* im Geschiebelehm von Rixdorf und Profil des Diluviums daselbst. Diese Zeitschr., Bd. XX, 1868.
- BOETTGER, O.: Die Clausilien des Mosbacher Sandes. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. z. Darmstadt, III. F., H. XVII, 1878.

- BOETTGER, O.: Ostdeutsche Arten im Mosbacher Sande. *Nachrichtsbl. d. Deutsch. malakoz. Ges.* 1885.
- : Die Entwicklung der *Pupa*-Arten des Mittelrheingebietes in Zeit und Raum. *Jahrb. d. Nassauischen Ver. f. Naturk., Jg. XLII, 1889.*
- : Eine Fauna im alten Alluvium der Stadt Frankfurt a. M. *Nachrichtsbl. d. Deutsch. malakoz. Ges.* 1889.
- BRAUN, AL.: Vergleichende Zusammenstellung der lebenden und diluvialen Molluskenfauna des Rheinlandes mit der tertiären des Mainzer Beckens. *Amtl. Ber. über die 20. Versamml. d. Gesellsch. Deutsch. Naturf. u. Ärzte zu Mainz 1843, S. 142—150.*
- CLESSIN, S.: Einige hochalpine Mollusken. *Malakozool. Blätter, Bd. 25, S. 82, 1878.*
- FRIEDRICH, P.: Die Grundmoräne und die jungglazialen Süßwasserablagerungen der Umgegend von Lübeck. *Mitt. d. Geogr. Ges. u. d. Naturh. Mus. in Lübeck, Heft 20, 1905, S. 1—62.*
- GOTTSCHKE, C.: Über die Fauna der Paludinenbank von Tivoli. *Diese Zeitschr., Prot., Bd. XXXVIII, 1886.*
- HESS VON WICHENDORFF, H.: Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Aufnahme des Blattes Kerschken im Jahre 1904. *Jahrb. d. Kgl. Geol. Landesanst. f. 1904, S. 815—829.*
- : Über die geologischen Aufnahmen auf Blatt Kerschken im Jahre 1905. *Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1905, S. 743 bis 762.*
- HESS VON WICHENDORFF und RANGE: Über Quellmoore in Masuren, (Ostpreußen). *Jahrb. d. Kgl. Geol. Landesanstalt f. 1906, S. 95—106.*
- JENTZSCH, A.: Über die neueren Fortschritte der Geologie Westpreußens. *Schriften d. naturf. Ges. zu Danzig, N. F. Bd. VII, Heft 1, 1885.*
- JOHANSEN, A. C.: Om den fossile kvartaere molluskfauna i Danmark og dens relationer til forandringer i klimaet. Kopenhagen 1904.
- KEILBACK, K.: Über präglaziale Süßwasserbildungen im Diluvium Norddeutschlands. *Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1882.*
- : Die Gastropodenfauna einiger kalkhaltiger Alluvialbildungen Norddeutschlands. *Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1888.*
- KINKELIN, F.: Die Tertiär- und Diluvialbildungen des Untermaintales, der Wetterau und des Südabhanges des Taunus. *Abh. z. Geol. Spezialk. v. Preuß. usw., Bd. IX, Heft 4, 1892.*
- KOBELE: Studien zur Zoogeographie. Die Mollusken der paläarktischen Region. Wiesbaden 1897.
- KOCH, C.: Erläuterungen zur Geolog. Spezialkarte von Preußen. Blatt Wiesbaden. 1880.
- KOERT, W.: Diluviale Süßwasserschicht bei Werder. *Diese Zeitschr., Bd. 51, 1899.*
- KUNTH: *Paludina diluviana*. *Diese Zeitschr., Bd. XVII, 1865, S. 331.*
- MARTENS, E. v.: Über die Verbreitung der europäischen Land- und Süßwasser-Gastropoden. *Inaug.-Diss. (u. Württ. naturwiss. Jahreshefte, XI. Jahrgang), S. 1—144, 1855.*
- MENZEL, H.: Beiträge zur Kenntnis der Quartärbildungen im südlichen Hannover. 1. Die Interglazialschichten von Wallensen in der Hilsmulde. *Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1903, S. 254—290.*
- : 2. Eine jungdiluviale Conchylienfauna aus Kiesablagerungen des mittleren Leinetales. *Desgl. f. 1903, S. 337—348.*
- : 3. Das Kalktufflager von Alfeld an der Leine. *Desgl. f. 1905, S. 1—14.*
- : 4. Das Kalktufflager von Lauenstein. *Desgl. f. 1908, S. 604—609.*

- RANGE, P.: Das Diluvialgebiet von Lübeck und seine *Dryas*-Tone. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 76, S. 161—272.
- SANDBERGER, F.: Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. Wiesbaden 1870—1875.
- : Die Verbreitung der Mollusken in den einzelnen natürlichen Bezirken Unterfrankens und ihre Beziehungen zu der pleistocänen Fauna. Verh. d. physik.-medizin. Ges. zu Würzburg 1881.
 - : *Pupa (Vertigo) parcedentata-Genesi* und ihre Varietätenreihe in der Eiszeit und der gegenwärtigen Periode. Verh. d. physik.-medizin. Ges. zu Würzburg 1887.
 - : Bemerkungen über einige Formen des Mosbacher Sandes. Neues Jahrb. f. Min. 1895.
- SCHROEDER, H.: Diluviale Süßwasserconchylien auf primärer Lagerstätte in Ostpreußen. Jahrb. d. Geol. Landesanst. f. 1887.
- STREUSLOFF, U.: Torf- und Wiesenkalkablagerungen im Rederang- und Mooresee-Becken. Inaug.-Diss., Güstrow 1905.
- : Beiträge zur Fauna und Flora der Quartärs in Mecklenburg. A. Spätglaziale und holocäne Ablagerungen mit *Vertigo Genesi* GREDLER und *Succinea Schumacheri* ANDRAE bzw. *Planorbis stroemi* WESTERLUND von Güstrow in Mecklenburg. Archiv d. Ver. d. Fr. d. Naturgesch. in Meckl., Bd. 61, S. 68—88, 1907.
- STRUCK, R.: Diluviale Schichten mit Süßwasserfauna an der Untertrave. Jahrb. d. Kgl. Preuß. geol. Landesanst. f. 1900. Briefl. Mitt. S. 208—211.
- WAINSCHAFPE, F.: Die Süßwasserfauna und Süßwasserdiatomeen-Flora im unteren Diluvium der Umgegend von Rathenow. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1884.
- : Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 3. Aufl. Stuttgart 1909.
- WEISS, A.: Über die Conchylienfauna der interglazialen Travertine des Weimar-Taubacher Kalktuffbeckens. Diese Zeitschr., Bd. 48, 1896.
- : Über die Conchylienfauna der interglazialen Travertine (Kalktuffe) von Burgtonna und Gräfentonna in Thüringen. Diese Zeitschr., Bd. 49, 1897.
 - : Die Conchylienfauna der Kiese von Süßenborn bei Weimar. Diese Zeitschr., Bd. 51, 1899.
- WESTERLUND, C. A.: Fauna der in der paläarktischen Region lebenden Binnenmollusken. Berlin 1884—1890.
- WÜST, E.: Die geologische Stellung des Kieslagers von Süßenborn bei Weimar. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 71, 1898.
- : Untersuchungen über das Pliocän und das älteste Pleistocän Thüringens. Abh. d. naturf. Ges. zu Halle, Bd. XXIII, 1900.
 - : *Helix banatica* (= *canthensis* BEYRICH) aus dem Kalktuff von Bilzingsleben. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 74, 1901.
 - : Beiträge zur Kenntnis des pleistocänen Kalktuffes von Schwanebek bei Halberstadt. Diese Zeitschr., Bd. 54, Br. M., 1902.
 - : Pleistocäne Flußablagerungen mit *Succinea Schumacheri* ANDRAE in Thüringen und im nördlichen Harz-Vorlande. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 75, S. 312—324, 1903.
 - : Fossilführende pleistocäne Holtemme-Schotter bei Halberstadt im nördlichen Harz-Vorlande. Diese Zeitschr., Bd. 59, S. 120—130, 1907.

Anzeichen für die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit im nord- deutschen Flachlande.

Von Herrn FELIX WAHNSCHAFTE in Berlin.

Veränderungen des Klimas seit dem Rückzuge der letzten Inlandeisdecke in Norddeutschland lassen sich, abgesehen von den Schlüssen, die man aus der Verbreitung der heutigen Pflanzenwelt ziehen kann, mit Sicherheit nur aus der Beschaffenheit der in den postglazialen Ablagerungen erhalten gebliebenen Reste von Pflanzen und Tieren nachweisen. Zugleich sind bei derartigen Untersuchungen in erster Linie die im Gebiete des Ostseebeckens nachgewiesenen wichtigen morphologischen Veränderungen zu berücksichtigen, um festzustellen, in welchem Verhältnis die Klimaänderungen nach der Eiszeit zu den verschiedenen Abschnitten der Geschichte des Ostseebeckens stehen.

Am Schluß der letzten Vereisung, als das Inlandeis bis zum südlichen Norwegen und in die Gegend nördlich vom Wenern- und Wettersee zurückgeschmolzen war, trat bekanntlich eine Senkung in Schweden ein, die das Gebiet dieser Seen unter den Meeresspiegel brachte, während Schonen mit Götaland als Insel aus diesem Meere herausragte¹⁾. Die Absätze dieses spätglazialen Meeres enthalten eine hocharktische Fauna mit *Yoldia arctica*, nach der man es als Yoldiameer bezeichnet hat.

Die deutsche Ostseeküste lag zu jener Zeit über dem Meeresspiegel, die dänischen Inseln standen im Westen mit dem Festlande in Verbindung, und die Schmelzwasserströme des Südwestbalticums²⁾ hatten sich zwischen diesen Inseln ihre Wege in das Kattegatt gebahnt. In Norddeutschland breitete

¹⁾ G. DE GEER: Om Skandinaviens geografiska Utveckling efter Istiden. (Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. C, Nr. 161 b, Taf. 3. Stockholm 1896.)

²⁾ E. GEINITZ: Die geographischen Veränderungen des südwestlichen Ostseegebietes während der quartären Abschmelzperiode. (PETERMANN'S Geographische Mitteilungen 1903, Heft IV, Taf. 3.)

sich noch unter dem Einflusse des eiszeitlichen Klimas eine arktische Flora aus, die auch Dänemark und die nicht untergetauchten Teile Südschwedens besiedelte. Die für die Beurteilung des Klimas dieser Periode charakteristischen Pflanzen sind *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Salix reticulata* und *Betula nana*, sowie das arktisch-alpine Moos *Hypnum turgescens*. Die ersten durch A. G. NATHORST¹⁾ in Norddeutschland meist auf dem Grunde kleiner Torfmoore über Geschiebemergel gemachten Funde dieser arktischen Flora knüpften sich an folgende Orte: Schroop in Westpreußen, Krampwitzer See in Pommern, Örtzenhof, Neetzka und Nantrow in Mecklenburg und Projensdorf in Schleswig-Holstein. Später haben DIEDERICHS²⁾ in Mecklenburg, RANGE³⁾ bei Nusse und Sprenge südlich von Lübeck und FRIEDRICH⁴⁾ in Lübeck selbst verschiedene Fundorte der Glazialflora in Dryastonen bekannt gemacht. Als Ergebnis seiner Untersuchungen hebt RANGE hervor, daß nach dem Abschmelzen des Inlandeises in Lauenburg und den Nachbargebieten zunächst eine rein arktische Vegetation ohne jeden Baumwuchs einwanderte, entsprechend einer Flora, wie sie jetzt in den Tundren des nördlichsten Europa und Nordasiens sich findet.

Ob die Bildung des norddeutschen Randlösses der Hauptsache nach in die Spätglazialzeit zu setzen ist, darüber gehen die Meinungen der Forscher z. T. noch auseinander. Während KEILHACK⁵⁾ jetzt die Entstehung des Lösses der Magdeburger Gegend in den Schluß der letzten Interglazialzeit verlegt hat, ist WIEGERS⁶⁾ neuerdings dafür eingetreten, daß die Lößbildung, die nach dem faunistischen Inhalt drei Phasen erkennen lasse, während der Dauer der letzten Eiszeit gebildet sei. Dagegen ist KOKEN⁷⁾ auf Grund seiner Untersuchungen bei

¹⁾ A. G. NATHORST: Über den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnis von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen. (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 17, Afd. III, Nr. 5, 1892.)

²⁾ DIEDERICHS: Über die fossile Flora der mecklenburgischen Torfmoore. (Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturgesch. Mecklbg. 49, Jg. 1895.)

³⁾ P. RANGE: Das Diluvialgebiet von Lübeck und seine Dryastone nebst einer vergleichenden Besprechung der Glazialpflanzen führenden Ablagerungen überhaupt. (Zeitschr. f. Nat. Bd. 76., Stuttgart 1903.)

⁴⁾ P. FRIEDRICH: Die Grundmoräne und die jungglazialen Süßwasserablagerungen der Umgebung von Lübeck. (Mittel. d. geogr. Ges. u. d. nat. Mus. Lübeck, H. 20, 1905.)

⁵⁾ K. KEILHACK: Die erdgeschichtliche Entwicklung und die geologischen Verhältnisse der Gegend von Magdeburg. Magdeburg 1909.

⁶⁾ F. WIEGERS: Die diluvialen Kulturstätten Norddeutschlands und ihre Beziehungen zum Alter des Löß, (Prähist. Zeitschr., Bd. I, 1909.)

⁷⁾ E. KOKEN: Diluvialstudien. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Jahrg. 1909, Bd. II.)

Thiede zu der Ansicht gelangt, daß die Hauptmasse des jüngeren Lösses diesseits des Maximums der letzten Vereisung fällt. Für den Löß von Köthen in Anhalt hat von LINSTROW¹⁾ ebenfalls ein jungglaziales Alter angenommen, da er die dort im Liegenden auftretende Grundmoräne der letzten Vereisung zuweist, und WÜSTR²⁾, der in Thüringen und dem östlichen Harzvorlande einen älteren, jüngeren und jüngsten Löß unterscheidet, rechnet zu letzterem als ein Gebilde der Postglazialzeit den Bördelöß. SIEGERT, NAUMANN und PICARD³⁾ bezeichnen soeben den Löß in Thüringen als vielleicht interglazial (II), wahrscheinlich aber postglazial. Ich habe in der 3. Auflage der „Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes“ den norddeutschen Randlöß wie bisher an den Schluß der Eiszeit gestellt, bin aber auf die Frage der Gliederung des Lösses und der Grenzen der verschiedenen Vereisungen bei der auf diesen Gebieten noch herrschenden Unsicherheit nicht näher eingegangen. Die von E. WÜSTR gegebene schematische Gliederung und zonenweise Begrenzung der Löß- und Glazialablagerungen in Thüringen und dem östlichen Harzvorlande halte ich vorläufig für durchaus hypothetisch.

Unter der Voraussetzung der spätglazialen Entstehung des primären Lösses ließe sich sein Absatz im Randgebiete des norddeutschen Flachlandes mit den klimatischen Verhältnissen, die wir am Schluß der letzten Vereisung annehmen müssen, sehr wohl in Einklang bringen. Es herrschte beim Zurückschmelzen der Inlandeismassen ein kaltes kontinentales Klima, denn solange über dem nördlichen Teile Norddeutschlands und Skandinavien noch ausgedehnte Reste des zusammenschmelzenden Inlandeises vorhanden waren, wehten nach MEINARDUS⁴⁾ an seiner Südseite vorherrschend trockne und kalte östliche und nordöstliche Winde, worauf zuerst JENTZSCH⁵⁾, später

¹⁾ O. von LINSTROW: Löß und Schwarzerde in der Gegend von Köthen (Anhalt). (Jahrb. d. K. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1908, Bd. XXIX, Teil I.)

²⁾ E. WÜSTR: Die Gliederung und die Altersbestimmung der Lößablagerungen Thüringens und des östlichen Harzvorlandes. (Centralblatt für Min. usw., Jahrg. 1909, Nr. 13.)

³⁾ L. SIEGERT, E. NAUMANN und E. PICARD: Über das Alter des Thüringischen Lösses. (Eine Antwort an Herrn Wüstr.) (Centralblatt f. Min. usw., Jahrg. 1910, Nr. 4, S. 98—112.)

⁴⁾ Verhandlungen d. XV. Deutsch. Geogr.-Tages in Danzig 1905. S. XXXIII.

⁵⁾ A. JENTZSCH: Beiträge zum Ausbau der Glazialhypothese in ihrer Anwendung auf Norddeutschland. (Jahrb. d. K. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1884. Berlin 1885. S. 523.) — Diese Zeitschr. 1908, Monatsberichte Nr. 5, S. 120—123.

SOLGER¹⁾ hingewiesen haben. Einen Beweis für die vorausgegangene starke Aufbereitung der Oberfläche durch heftige Winde bieten die an der Basis des Lösses außerordentlich zahlreich auftretenden windgeschliffenen Geschiebe.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf den von mir früher beschriebnen Kalktuff in der Sudenburg bei Magdeburg²⁾ mit *Limnaea truncatula* hinweisen, der neuerdings mehrfach in der Literatur erwähnt worden ist. Ich habe ihn seinerzeit für interglazial gehalten, da ich die diluviale Elbtalerrasse, auf der er in einer Höhe von etwa 55 m lag, damals dem Plateau zurechnete. Jetzt bin ich bei nochmaliger Erwägung der Lagerungsverhältnisse zu anderer Auffassung gelangt. KEILHACK hat ihn in der schon genannten Schrift (S. 93) zum Interglazial I gestellt, weil der Kalktuff von LÖB bedeckt ist, und die beiden von mir unter dem Bördelöß nachgewiesenen Grundmoränen³⁾ von KEILHACK den beiden älteren Vereisungen zugewiesen werden. Den LÖB auf dem Kalktuff halte ich jedoch jetzt für jüngerem, wahrscheinlich dejektiven LÖB und sehe in den kleinen nordischen Geröllen an seiner Basis nicht mehr ein Äquivalent der typischen Steinsohle des höher gelegenen primären Bördelösses.

Das Profil ist nach meiner jetzigen Auffassung folgendes:

Humoser Löß	2 dcm	} postglazialer umgelagerter LÖB
Gelber Löß	3 dcm	
Kalktuff	3 dcm	
Sande der diluvialen Elbtalerrasse		

Auch die 4—5 m niedrigere Terrassenstufe, auf der Magdeburg mit der Neustadt liegt, ist in ihrem westlichen Teile mit einer Lößschicht bis zu 1 m Mächtigkeit bedeckt.

Da die Bildung der Terrasse des Urstromtales der Elbe in den Schluß der letzten Vereisung fällt, so hat der Absatz des Kalktuffes wahrscheinlich noch unter dem Einflusse des kalten Klimas sich vollzogen, worauf bereits WIEGERS⁴⁾ aufmerksam gemacht hat, da *Limnaea truncatula* von VANHÖFFEN in nächster Nähe des Karajak-Eisstromes in Grönland beobachtet worden ist. Nach v. MARTENS verhält sie sich sehr wider-

¹⁾ F. SOLGER: Über fossile Dünenformen im norddeutschen Flachlande. (Verhandl. d. XV. Deutsch. Geogr.-Tages in Danzig. Berlin 1905.)

²⁾ F. WAHNSCHAFFE: Die Quartärbildungen d. Umgegend von Magdeburg, mit besonderer Berücksichtigung der Börde. (Abhandl. d. Geol. Spezialkarte von Preußen usw., Bd. VII, Heft 1, S. 61—62, Fig. 6.)

³⁾ Neue Beobachtungen über die Quartärbildungen der Magdeburger Börde. (Diese Zeitschr. 1888, S. 262—273. — Ebenda 1899. Verhandl. S. 41—42.) — Vgl. auch KEILHACK, a. a. O., S. 90. Fig. 17.

⁴⁾ WIEGERS: Diese Zeitschr. 1905. Monatsber. S. 83.

standsfähig beim Austrocknen von Sümpfen, so daß sie häufig in kleinen austrocknenden Wasserpfützen allein von allen darin lebenden Conchylien übrigbleibt.

Inwiefern wir berechtigt sind, die von NEHRING aufgefundene Tundren- und Steppenfauna von Thiede in das Jung- bzw. Spätglazial zu stellen, läßt sich noch nicht entscheiden, da die beiden Forscher, die sich in letzter Zeit eingehend mit diesem Fundort beschäftigt haben, in der Beurteilung der vorhandenen diluvialen Schichten erheblich voneinander abweichen. WIEGERS¹⁾ hält bei Thiede nur die untere Lemmingschicht für primär, die nach ihm aus einem unteren Löß und etwaigen geschichteten Sanden besteht, während die NEHRINGSche Fundschicht mit Steppenfauna bei Thiede und Westeregeln eine sandige Grundmoräne sein soll, welche die Steppenfauna aus einem nicht weit entfernten, durch das Eis zerstörten Löß entnommen hat; in diesem Falle würde sie nur eine sekundäre Lagerstätte sein. Er stellt beide Faunen unter die Steinsohle des Bördelöß, die in Geschiebemergel übergeht, und gibt unter dem sog. unteren Löß von Thiede mit Lemmingfauna einen Geschiebemergel an (Lokalmoräne von Thiede und Westeregeln), den er als oberen auffaßt. Die oberen Lößschichten über der Steinsohle entstanden nach ihm am Ende der letzten Eiszeit nach einem nochmaligen Vorstoße des Eises, weshalb er beide Grundmoränen unter dem Bördelöß derselben Vereisung zuschreibt. Hierin kann ich WIEGERS nicht zustimmen.

KOKEN²⁾ dagegen stellt in seiner Gliederung die Lemmingschicht (geschichteter Sand und sandige Lehme mit arktischen Nagern) über die jüngere Grundmoräne (Steinsohle und Reste von Moränen) in den Beginn der Abschmelzzeit und äußert sich folgendermaßen: „Diese kälteliebende Fauna kann man wohl nur in die letzte Eiszeit setzen, denn die obere Nagetierschicht mit ihrem Magdalénien, die wiederum einen Temperaturfall zum Ausdruck bringt, ist schon postglazial.“

In die Zeit der vorherrschenden Ostwinde während des Rückzuges der letzten Vereisung verlegt SOLGER die Entstehung der norddeutschen Bogendünen, deren konvexe Seite nach Ost gerichtet ist, wie bei den Dünen der Schorfheide, und die er deshalb als Ostwind-Barchane auffaßt. Wenn er aber jetzt die ur-

¹⁾ F. WIEGERS: Die diluvialen Kulturstätten Norddeutschlands und ihre Beziehungen zum Alter des Löß. (Prähist. Zeitschr., Bd. I, 1909.)

²⁾ E. KOKEN: Diluvialstudien. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Jahrg. 1909, Bd. II.)

sprüngliche Entstehung der norddeutschen Binnenlanddünen überwiegend auf Ostwinde zurückführen will (Januarsitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1910), so ist das eine durchaus unberechtigte Übertreibung seiner Theorie. Ein großer Teil unserer Talsanddünen ist durch Westwinde entstanden, wie schon P. SABBAN¹⁾ durch eingehende Untersuchungen an den Dünen der südwestlichen Heide Mecklenburgs gezeigt hat. Die Luvseite dieser Dünen ist nach Südwest und Westsüdwest gerichtet. An einem Dünenzuge des Berliner Tales bei Wilhelmshagen-Woltersdorf²⁾ auf Blatt Rüdersdorf konnte ich kürzlich nachweisen, daß er seine Entstehung vorherrschenden nordwestlichen Winden verdankt. Schon mit Beginn der *Ancylus*-Zeit, als das Klima ein mehr und mehr gemäßigtes wurde, waren die Bedingungen für vorherrschende Westwinde gegeben.

Von Bedeutung für die Beurteilung des Klimas der nach-eiszeitlichen Periode sind auch die Ergebnisse der Forschungen von SAMTER und WELTNER³⁾ über die Fauna des Madüsees in Pommern. Durch die Auffindung der Crustaceen *Mysis relicta*, *Pallasiella quadrispinosa* und *Pontoporeia affinis* ist der Nachweis erbracht worden, daß hier Ostseerelikten der Spätglazialzeit vorliegen, die bereits im Yoldiameere lebten, sich dem Süßwasser des Ancylus-Sees anpaßten und zu Beginn der Litorinazeit, als eine breitere Verbindung der Ostsee mit dem Madüsee entstand, in letzteren einwanderten. Ebenso ist auch die dort vorkommende Maräne (*Coregonus maraena*) als ein Relikt der Süßwasserseen der Spätglazialzeit anzusehen.

Nach der Periode des spätglazialen Yoldiameeres und der gleichzeitigen Dryaszeit trat im westlichen Ostseegebiete eine Hebung des Landes ein, deren Betrag an der deutschen Küste wir noch nicht feststellen können. Durch diese Erhebung, die eine Landverbindung zwischen Schleswig-Holstein, den dänischen Inseln und Schweden schuf, wurde das Ostseebecken von der Nordsee abgetrennt und in einen Binnensee mit süßem Wasser verwandelt.

Nach den in den später gehobenen Strandwällen dieses Sees

¹⁾ Mitteilungen d. Großherzogl. Meckl. Geol. Landesanst. Rostock 1897.

²⁾ F. WAHNSCHAFFE: Der Dünenzug bei Wilhelmshagen-Woltersdorf. (Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1909, Teil I, Heft 3, S. 540—548.)

³⁾ M. SAMTER und W. WELTNER: *Mysis*, *Pallasiella* und *Pontoporeia* in einem Binnensee Norddeutschlands. (Zoolog. Anzeiger, Bd. XXIII, No. 631, 1900.) — M. SAMTER: Der Madüsee. Archiv. f. Naturgeschichte. Berlin 1905. 1. Bd., 3. Heft, S. 1—2.

in Skandinavien und Estland aufgefundenen Schalen von *Ancylus fluviatilis* ist diese Phase des Ostseebeckens als Ancylus-Zeit bezeichnet worden. Da die deutsche Ostseeküste zu jener Zeit über dem Meeresspiegel lag und später beträchtlich gesenkt wurde, so ist hier die Südgrenze des Ancylussees nicht nachweisbar und liegt unter dem Meeresspiegel. Auf dem Festlande entstanden in den Seebecken und alten Flußläufen Torfmoore und Wiesenmergel, und in ihnen sind die Reste der damals lebenden Flora und Fauna aufbewahrt geblieben. In dieser Zeit breiteten sich namentlich die Birke und Kiefer aus, wie dies beispielsweise die Untersuchung des Moostorflagers am Seestrande der Rostocker Heide durch GEINITZ und WEBER¹⁾ gezeigt hat. WEBER hat hier drei Schichten unterschieden, eine Süßwasser-Seesandschicht, eine Moossandschicht und oben eine Waldschicht, die sich alle durch das reichliche Vorkommen von Pollenkörnern der Föhre (*Pinus silvestris*) und das Fehlen von Pollen der Erle, Eiche und Linde auszeichnen und daher aller Wahrscheinlichkeit nach in der Föhrenzeit sich gebildet haben. Die hangende Schicht des Glazialtones bei Nusse, ein Lebertorf, gehört nach WEBER der Kiefern-Periode, das darüber folgende Torflager dem Beginn der Eichenzeit an. Erwähnt sei hier auch ein von 2—3 m Sand bedecktes Torfbänkchen im Talsande von Gommern²⁾ mit *Betula*, *Pinus*, *Alnus*, *Menyanthes trifoliata*, das ich der Birken-Kiefern-Zeit zugerechnet habe.

DEECKE³⁾ schreibt die Bildung der Moore in den Hauptflußtälern Pommerns der Ancyluszeit zu. In den tiefsten Teilen dieser älteren Moore finden sich noch Reste vom Ren, zum Teil auch angeschnittene Stücke und Artefakte aus Knochen, die beweisen, daß der Mensch hier mit dem Ren zusammen gelebt hat. Es sind dies in Pommern die ältesten Reste des Menschen in der Postglazialzeit. Auch in den Mooren Westpreußens, Ostpreußens und Schleswig-Holsteins sind schöne Geweihe vom Ren gefunden worden. Die Fauna dieser Periode ist außerdem charakterisiert durch *Cervus alces*, *Cervus euryceros* und *Bos primigenius*. Zu Beginn der Ancyluszeit scheint noch ein etwas kühles boreales Klima geherrscht zu haben, da das Ostseebecken Zuflüsse von den abschmelzenden Inlandeisresten Skandinaviens erhielt und dadurch abgekühlt wurde.

¹⁾ E. GEINITZ und C. A. WEBER: Über ein Moostorflager der postglazialen Föhrenzeit am Seestrande der Rostocker Heide. (Arch. d. Ver. d. Fr. d. Naturgesch. Meckl. 58, 1904.

²⁾ Die Quartärbildungen der Umgegend von Magdeburg. S. 89—90.

³⁾ W. DEECKE: Geologie von Pommern. Berlin 1907. S. 220.

Die Untersuchung der submarinen Moorbildungen in der Kieler Förde durch WEBER¹⁾ hat ergeben, daß in der Prälitorinazeit schon die Eiche und Erle neben der Föhre, Weißbirke und Winterlinde sich ausgebreitet hatten. Es deutet dies darauf hin, daß das Klima am Schluß der Ancycluszeit allmählich immer wärmer geworden war, wie GUNNAR ANDERSSON aus der ehemaligen nördlicheren Verbreitung von Hasel und Wassernuß nachgewiesen hat. Es ist daher zur Beurteilung der Wärmeverhältnisse jener Zeit von Bedeutung, daß *Trapa natans* die kaum noch als Relikt bei uns vorkommt, damals eine große Verbreitung besaß. Sie ist zuerst durch CONWENTZ²⁾ 1890 in westpreußischen Torfmooren nachgewiesen worden; man kennt sie dort gegenwärtig an 19 Fundorten.

Die Prälitorinabildungen der Kieler Förde entstanden nach WEBER in einer mit Süßwasserseen durchsetzten Landschaft, die höher lag als gegenwärtig, und aus den 8,5—9 m unter Mittelwasser der Förde aufgefundenen Artefakten läßt sich schließen, daß die Ufer dieser Seen am Schluß der Ancycluszeit von einer altneolithischen Bevölkerung besiedelt waren. In dieselbe Zeit gehören die von SPETHMANN³⁾ nachgewiesenen Artefakte aus Stein und Knochen am Unterlauf der Trave bei Lübeck, die aus einer Tiefe von 6—10 m ausgebaggert wurden.

Während der Ancyclussee einer Landhebung seine Entstehung verdankte, trat nun eine beträchtliche Landsenkung ein, die den Boden des Sundes und der beiden Belte so tief legte, daß das salzreiche Nordseewasser in einem breiten Strome in das Ostseebecken eintreten konnte und ihr einen höheren Salzgehalt verlieh, als sie gegenwärtig besitzt. Die Folge davon war, daß eine auf einen höheren Salzgehalt angewiesene Conchylienfauna in das Ostseebecken einwanderte. Namentlich breiteten sich *Litorina litorea* und *Scrobicularia piperata* an den Küsten dieses Meeres aus, und nach ersterer hat man diese Zeit als Litorinazeit⁴⁾ bezeichnet. Sie fällt zum großen Teil mit dem jüngeren Neolithicum zusammen. Dieses Meer überflutete die deutsche

¹⁾ C. A. WEBER: Über Litorina- und Prälitorinabildungen der Kieler Förde. (ENGLERS Botan. Jahrb. Bd. 35, 1904.)

²⁾ CONWENTZ: Amtlicher Bericht über das Westpreuß. Provinzial-Museum f. d. Jahr 1893. — 1899. — 1905.

³⁾ K. SPETHMANN: Ancyclussee und Litorinameer im südwestlichen Ostseebecken. (Mitteilungen d. Geogr. Ges. und des Naturhistor. Museums in Lübeck. 2. Reihe. Heft 21. 1906. S. 45—50.) — Die physiographischen Grundzüge der Lübecker Mulde. (Globus, Bd. 96, Nr. 20, 1909, S. 313.)

⁴⁾ H. MUNTHE: Preliminary Report on the Physical Geography of the Litorina-Sea. (Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, Nr. 3, Vol. II, 1894.)

Ostseeküste in einer schmalen Zone, und die Fundorte der *Litorina* liegen hier alle unter dem Meeresniveau. Der erste Nachweis der *Litorina*-führenden Schichten in Mecklenburg ist von GEINITZ¹⁾ (1898) am Conventer-See in Warnemünde, im Hafen von Wismar und auf der Insel Lips erbracht worden, während er die Senkung früher für rezent hielt. Weitere Funde wurden dann bei Lübeck²⁾, in der Kieler Förde und bei Greifswald gemacht; kürzlich auch nach WOLFF³⁾ in der Flensburger Förde.

Als sich die altneolithischen Wohnstätten der inneren Kieler Förde infolge der allmählichen Senkung des Seengebietes mit Wasser zu bedecken begannen und verlassen werden mußten, wuchsen nach WEBERS Untersuchungen ausgedehnte Au- und Bruchwälder (Eichen und Erlen) an den Ufern des Binnensees. Erst bei Einbruch des salzigen Meerwassers lagerten sich über dem Bruch- und Auwaldtorf ein Brackwasser- und später ein Meerlebertorf ab; letzterer führt noch reichlich Pollenkörner der Eiche.

JENTZSCH⁴⁾ hat darauf hingewiesen, daß die bis 20 m unter den Meeresspiegel hinabreichenden, lediglich Süßwasserformen enthaltenden Ausfüllungen des unteren Pregeltales sowie die durch eine Bohrung bei Pillau unter oberflächlichen Meeresschichten bei 30 m Tiefe nachgewiesene Süßwasserfauna eine Senkung der Küste andeuten, die zur Zeit der *Litorina*-senkung eingetreten sein wird. Auch DEECKE⁵⁾ findet in submarin ausstreichenden Mooren an der pommerschen Küste, in versunkenen menschlichen Niederlassungen und in dem Vorkommen der Oderbank nördlich von Swinemünde Anzeichen der *Litorina*-periode.

Einen Beweis für die *Litorina*-senkung sehe ich auch in der Fördenküste Schleswig-Holsteins. Wir haben bekanntlich nur an der westlichen Ostseeküste die als Förden bezeichneten Meeresbuchten, weil nur hier die Bedingungen zu ihrer Entstehung gegeben waren. Betrachten wir die Ostseeküste auf ihre morphologischen Formen hin, so muß es auffallen, daß

¹⁾ F. E. GEINITZ: Der Conventer-See bei Doberan. (Mitteil. der Großh. Mecklb. Geol. Landesanst. IX. Rostock 1898.) — Ders.: Die geologischen Aufschlüsse (*Litorina*-Ablagerungen) des neuen Warnemünder Hafenbaues. Ebendas. XIV. Rostock 1902. — Ders.: *Litorina*-Ton im Wismarschen Hafen. (Mecklb. Arch., 57. Jg. 1903.)

²⁾ P. FRIEDRICH und H. HEIDEN: Die Lübeckischen *Litorina*-Bildungen. (Mitteil. d. Geograph. Ges. u. d. Naturhist. Museums in Lübeck 1905.)

³⁾ Diese Zeitschr., Bd. 61, 1909. Monatsberichte Nr. 11, S. 445.

⁴⁾ JENTZSCH: Diese Zeitschr., Bd. 52, 1890, S. 617—618.

⁵⁾ DEECKE: Geologie von Pommern, S. 226 ff. — Ders.: IX. Jahresbericht d. Geogr. Ges. Greifswald 1905.

Pommern eine wenig gegliederte Flachküste besitzt, während nach Westen zu die Gliederung der Küste mehr und mehr zunimmt. Der Grund liegt darin, daß in Pommern das flache Grundmoränengebiet in weiter Erstreckung an die Ostsee herantritt, während im Westen die seenreiche Moränenlandschaft mit der Ostsee in unmittelbare Berührung kommt. Die Förden Schleswig-Holsteins sind gesenkte Seen und Seenketten der formenreichen Grund- und Endmoränenlandschaft des baltischen Höhenrückens, die durch das Meer erweitert und mit einander verbunden worden sind. Wo die Küste vorwiegend flach und einförmig war, wie in Hinterpommern, konnte die Senkung auch keine mannigfaltigen Formen hervorrufen.

E. WERTH¹⁾ hat schon mehrfach darauf hingewiesen, daß die Förden „durch ein beckenförmiges Bodenrelief ausgezeichnet sind, d. h. für sich oder zusammen mit den sie landeinwärts fortsetzenden Rinnen aus einem oder mehreren hintereinanderliegenden, durch Schwellen voneinander getrennten Becken bestehen“. Er hält die Förden für Erosionsformen, die durch subglaziale Schmelzwasser ausgefurcht sind, und verhält sich ablehnend gegen die Beziehungen postglazialer Niveauschwankungen zur Entstehung der Fördenbuchten.

Auch für GAGEL²⁾ ist es vorläufig am wahrscheinlichsten, daß die Förden subglaziale Schmelzwassertäler der letzten Eiszeit sind, obgleich damit noch nicht alle Eigentümlichkeiten der Förden erklärt und alle Schwierigkeiten beseitigt seien. Die Untertrave ist nach ihm eine typische Förde mit ganz unregelmäßigem Längsprofil und typischen Schwellen, kein einfaches „ertrunkenes“ Flußtal, sondern eine unzweifelhafte Schmelzwasserrinne, die in umgekehrter Richtung erodiert ist. Die ganze *Ancyclus*-Hebung, wenigstens an der deutschen Küste des Südwestbalticums, erklärt GAGEL in seinem soeben erschienenen Aufsatz für reine Phantasie, die *Litorina*-Senkung zum erheblichen Teil auch.

Die tiefen Depressionen der Untertrave, in denen nach FRIEDRICH³⁾ unter den *Litorina*-Schichten noch Süßwasser-

¹⁾ E. WERTH: Zur Entstehung der Förden. (Diese Zeitschr. 1909. Monatsberichte 8/10, S. 401—404.)

²⁾ C. GAGEL: Zur Geologie Schleswig-Holsteins. Kritische Bemerkungen usw. (Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1909, Teil II, Heft 2, S. 236, 247, 248.)

³⁾ P. FRIEDRICH: Der geologische Aufbau der Stadt Lübeck und ihrer Umgebung. Lübeck 1909, S. 50. — Artesische Brunnen auf dem Priwall. (Lübeckische Blätter 1909, Nr. 50, S. 776—778.)

bildungen bis zu — 48 m Tiefe am Priwall) erbohrt worden sind, lassen sich nach meiner Ansicht befriedigend erklären, wenn wir annehmen, daß hier in der *Ancylus*-Zeit ein vom Meere noch abgeschlossenes zusammenhängendes Seengebiet der Moränenlandschaft vorhanden war, das durch die *Litorina*-Senkung mit dem Meere in Verbindung trat, fördenartig erweitert; und von marinen Absätzen z. T. erfüllt wurde. Der Betrag der *Ancylus*-Hebung braucht bei dieser Erklärung kein übermäßig hoher zu sein; eine beträchtliche *Litorina*-Senkung ist ohne Zweifel an unserer Ostseeküste nachweisbar, wie auch WEBER für die Kieler Förde dargetan hat.

Der Einbruch des salzreichen *Litorina*-Meeres in die lübische Bucht trat nach FRIEDRICH ein, als hier die Eiche den vorherrschenden Waldbaum bildete und die Buche noch nicht bis in dieses Gebiet vorgedrungen war. Es steht dies in völligem Einklange mit dem bereits erwähnten Vorkommen des submarinen Torfes mit Eichenresten (aus dem Beginn der *Litorina*-senkung) unter den marinen Schichten in der Kieler Förde. Das Klima der *Litorina*-Zeit war infolge des aus der Nordsee in die Ostsee eindringenden wärmeren Salzwasserstromes maritim, daher warm und feucht mit vermehrten Niederschlägen.

Auch Rügens Boddenküste mit ihren Nehrungen zeigt deutlich die Folgen der *Litorina*-senkung, wodurch die Insel ihre vielgestaltige Form erhalten hat. Doch werden im Südwesten Jasmunds auch schon interglaziale Senkungen stattgefunden haben, wie aus den tektonischen Störungen der Kreideküste hervorgeht.

WEBER¹⁾ hat in den Profilen der nordwestdeutschen Hochmoore einen älteren, mehr schwarzen und stark zersetzten Sphagnumtorf und einen jüngeren, hellgelben und wenig zersetzten Sphagnumtorf unterschieden, die voneinander durch eine schwache braune Grenztorfschicht getrennt sind. WEBER nimmt an, daß der ältere Sphagnumtorf unter feuchten klimatischen Bedingungen entstand, und daß dann seine Weiterbildung durch den Eintritt einer säkularen Trockenperiode unterbrochen wurde. In dieser Zeit verwitterte der ältere Moostorf, und es bildete sich auf ihm eine Torfschicht aus den dort sich ansiedelnden Pflanzen, die vorwiegend aus Heide und *Eriophorum vaginatum* bestanden, während an einigen Stellen auch ein kümmerlicher Waldwuchs mit *Betula pubescens* und *Pinus silvestris* auftrat.

¹⁾ C. A. WEBER: Über die Entstehung der Moore. (Zeitschr. f. angew. Chem., XVIII. Jahrg. Heft, 42.) — Ders.: Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. (Ber. d. 4. Zusammenk. d. freien Vereinigung d. system. Botaniker. Leipzig 1907.)

Diese mehr oder weniger deutliche Schicht ist von WEBER als Grenztorf oder jüngerer Waldtorf bezeichnet worden. Nach dem Wiedereintritt einer bis zur Gegenwart fortdauernden feuchten Säkularperiode entstand über dem Grenztorf der jüngere Moostorf. In den östlichen Hochmooren des Memel-deltas fehlt der ältere Moostorf, und man muß daher annehmen, daß die dortigen Sphagnumtorfe der Bildungsperiode des jüngeren Moostorfes angehören. POTONIÉ¹⁾ hat neuerdings in dem Gifhorner Hochmoor bei Triangel zwei Grenztorfhorizonte nachgewiesen und die Bedeutung von Baumstubbenhorizonten für eine durchgehende regionale Gliederung der Hochmoore in Frage gestellt. Mag nun auch, wie namentlich G. ANDERSSON²⁾ ausgeführt hat, das Vorkommen von Baumstubbenlagen in den Mooren nicht zur Begründung wiederholter trockner Perioden dienen können, so muß doch hervorgehoben werden, daß das Auftreten von älterem und jüngerem Moostorf in den Mooren Nordwestdeutschlands eine ganz allgemeine Erscheinung ist, so daß es wohl berechtigt erscheint, mit WEBER eine Unterbrechung der Wachstumsbedingungen des älteren Moostorfes anzunehmen. SERNANDER³⁾ hat seine Bildung in die erste Hälfte der *Litorina*-Zeit verlegt und die des Grenztorfes in die zweite. Möglicherweise läßt sich diese durch den Grenztorf angezeigte Trockenperiode mit der am Ende der *Litorina*-Zeit einsetzenden geringen Hebung des Landes in Beziehung bringen.

Durch diese Hebung wurde der Zufluß des salzreichen Nordseewassers in die Ostsee vermindert und diese durch den Eintritt der großen Flüsse allmählich ausgesüßt, so daß im Norden und Osten bereits *Limnaea* darin leben können. Nach der für die heutige Ostseefauna charakteristischen *Mya arenaria* ist diese noch jetzt andauernde Periode der Ostsee als *Mya*-Zeit bezeichnet worden. In ihr breiteten sich auf dem Festlande die Buche, Erle und Fichte aus.

¹⁾ H. POTONIÉ: Das Auftreten zweier Grenztorfhorizonte innerhalb eines und desselben Hochmoorprofils. (Jahrb. d. K. Preuß. Geol. L. f. 1908. Berlin 1909.)

²⁾ G. ANDERSSON: The climate of Sweden in the late-quaternary period. (Sveriges Geol. Undersök. Årsbok 1909.)

³⁾ R. SERNANDER: On the evidences of postglacial changes of climate furnished by the peat-mosses of Northern Europa. (Geol. Föhrn. Förhandl., Bd. 130. Heft 7, 1908.)

Die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit in Deutschland.

Zusammenfassender Bericht

erstattet von Herrn FELIX WAHNSCHAFFE in Berlin.

Wie Seite 97 und 98 mitgeteilt worden ist, soll dieser Bericht als Grundlage für die Verhandlungen auf dem 11. Internationalen Geologenkongreß in Stockholm dienen, und ich habe mich daher bemüht, unter Vermeidung jeglicher Kritik die verschiedenen Ansichten der Autoren in gedrängter Kürze möglichst genau zum Ausdruck zu bringen. Wegen des sehr starken Auseinandergehens der Auffassungen in der Frage der Klimaschwankungen war es mir unmöglich, die verschiedenen Aufsätze ineinander zu verarbeiten und zu einem einheitlichen Bericht zusammenzufassen, sondern ich mußte mich, um den Autoren gerecht zu werden, darauf beschränken, ihre Beiträge der Reihe nach einzeln zu besprechen.

A. SCHULZ nimmt bei der Darlegung seiner Ansichten über die Veränderungen des Klimas in Deutschland fünf Vergletscherungsperioden an, in denen das nordische Inlandeis bis nach Deutschland hinein vordrang, und behandelt die Zeit vom Beginn der vorletzten Vergletscherungsperiode ab, d. h. „die ganze seit dem Beginne der Entwicklung der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Deutschlands verflossene Zeit“. Nach ihrer klimatischen Anpassung lassen sich in der Phanerogamenflora Deutschlands fünf Gruppen unterscheiden. Ihre Arten wachsen hauptsächlich oder ausschließlich in solchen Gebieten, in denen im Vergleich zu dem gegenwärtig herrschenden Klima der niedrigen Gegenden des zentralen Mitteldeutschlands folgende klimatische Bedingungen vorhanden sind:

- I. Gruppe. Sommer- und Winterklima kühler.
- II. Gruppe. Sommermonate trockner und sämtlich oder wenigstens teilweise wärmer; Winter trockner und kälter.
- III. Gruppe. Winter gemäßigter; Sommer ebenso warm oder wärmer.

IV. Gruppe. Sommerklima feuchter und meist auch kühler; Winterklima feuchter und gemäßiger.

V. Gruppe. Umfaßt Arten von viel weiterer klimatischer Anpassung als diejenigen der Gruppen I—IV.

Unter der Annahme, daß fast alle Arten nicht in Deutschland entstanden, sondern eingewandert sind, zeigt das Areal ihrer Ausbreitung mehrfach nachträgliche natürliche Lücken, d. h. sie müssen ehemals auf dem Raume fast aller ihrer Areallücken gelebt haben und können erst nachträglich infolge ungünstigen Klimas daraus verschwunden sein. Je größer die Lückenbildung, um so ungünstiger müssen sich die klimatischen Verhältnisse gestaltet haben. Bei jeder Artengruppe sind mehrere Perioden der Bildung nachträglicher natürlicher Lücken aufeinander gefolgt, von denen jede folgende viel unbedeutender als die vorausgehende war. Jeder Periode der Lückenbildung folgte eine Periode der Neuausbreitung, die in ihrer Bedeutung der auf sie folgenden Periode der Lückenbildung ungefähr entspricht. A. SCHULZ unterscheidet acht verschiedene Klimaperioden, vier kühle und vier trockne, die abwechselnd aufeinander folgten.

Die Pflanzen der zweiten Artengruppe ebenso wie diejenigen der dritten und vierten Gruppe können sich in Deutschland erst nach den Arten der ersten Gruppe angesiedelt haben, da bei der Einwanderung und Ansiedlung dieser letztgenannten ein so kaltes Sommerklima in Deutschland geherrscht haben muß, daß die Existenz der anderen Gruppen hier unmöglich war. Die Areale der zweiten Gruppe haben meist drei, seltener vier Gruppen nachträglicher natürlicher Lücken, und zwar sehr große Lücken, und zwei oder drei Gruppen viel kleinerer Lücken. Für die Ansiedlung der Arten dieser Gruppe war das Klima viel günstiger als das der Jetztzeit, denn es herrschten damals heißere und trocknere Sommer und kältere und trocknere Winter. In dieser ersten Trockenperiode wurden zahlreiche Niederungen ausgetrocknet, die Wälder gelichtet, und weite zusammenhängende Striche besaßen den Charakter von Steppen. Ihr folgte die erste kühle Periode, in der sich das Areal der Arten der zweiten Gruppe in Deutschland sehr verkleinerte. In der darauf folgenden zweiten Trockenperiode war die Neuausbreitung der Arten der zweiten Gruppe sehr unbedeutend im Verhältnis zu ihrer Ausbreitung während der ersten Trockenperiode.

A. SCHULZ nimmt für die Areale der dritten Gruppe an, daß sie nicht wie diejenigen der zweiten Gruppe nur in den kühlen Perioden, sondern auch in den trocknen Perioden

Lücken erhalten haben. Die Ansiedlung der Arten dieser Gruppe in Deutschland kann erst nach der ersten trocknen Periode stattgefunden haben, als ein sehr warmes Sommer- und Winterklima herrschte. Um die Lückenbildung und Neuausbreitung der Arten dieser Gruppe zu erklären, nimmt A. SCHULZ an, daß sich zwischen die trocknen und kühlen Perioden je eine warme Periode einschob, deren Dauer und Intensität allmählich abnahm.

Die aus der Verbreitung der phanerogamen Pflanzen abgeleiteten Klimaschwankungen werden zu den Ergebnissen der geologischen Forschungen in Beziehung gesetzt, wobei SCHULZ annimmt, daß ein großer Teil Deutschlands von Norden und von Süden aus fünfmal mit Eis bedeckt gewesen ist. Nach ihm besaß das Eis den größten Umfang in der zweiten und dritten Eiszeit, einen kleineren in der vierten und einen noch kleineren in der fünften. In dieser Zeit des Bühlvorstoßes soll das nordische Inlandeis bis zur baltischen Endmoräne vorge drungen sein, während das alpine Eis über den nördlichen Alpenrand hinaus südlich von München lag. Die fünfte Eiszeit war die letzte kalte Periode, in der sich Arten der ersten Gruppe in Deutschland ansiedeln konnten, doch war das Klima nicht hocharktisch. Die Zwischenzeit zwischen der vierten und fünften Eiszeit soll eine sehr lange Dauer besessen haben. Nach dem Schwinden der vierten Vereisung waren die Ablagerungen derselben lange Zeit hindurch bei einem heißen und trocknen Sommerklima und einem kalten und trocknen Winterklima der Verwitterung ausgesetzt, weshalb in diese interglaziale Periode die Bildung des Lösses der Magdeburger Börde und die erste Ansiedlung der Arten der zweiten Gruppe verlegt wird. Dann folgte in derselben Interglazialzeit ein Klima, das etwa unserem heutigen entsprach, und unter welchem in Norddeutschland ausgedehnte Wälder von Laub- und Nadelbäumen sich ausbreiteten. Die Wiederansiedlung der Arten der zweiten Gruppe kann erst in die auf die fünfte Eiszeit folgende Periode fallen, da das Klima während der fünften Eiszeit so ungünstig gewesen sein muß, daß die früher bereits vorhandenen Pflanzen dieser Gruppe sämtlich wieder aus Deutschland verschwanden.

Den geologischen Beweis für die vier nach der fünften Eiszeit eingetretenen Perioden mit trocknen heißen Sommern, von denen die erste die heißeste und längste, die letzte die am wenigsten heiße und kürzeste war, sieht A. SCHULZ in den von K. OLBRICHT im Ilmenautal der Lüneburger Heide beschriebenen vier Terrassen, deren Aufschüttung nach der fünften Eiszeit in vier trockenen, vegetationsarmen Zeiten erfolgt sein soll,

während sich der Fluß in vier auf je eine trockne Zeit folgenden niederschlagreichen Zeiten in die vorher aufgeschütteten Sande wieder einschneidet.

Auch der Bau der norddeutschen Hochmoore wird als Beweis für das ehemalige Vorhandensein mehrerer trockner Perioden nach dem Ausgange der fünften Vereisung angeführt. Die Unterbrechung in der Entwicklung der Hochmoore, welche durch den Grenzhorizont zwischen dem älteren und jüngeren Sphagnetumtorf angezeigt wird, fällt nach SCHULZ in die dritte trockne Periode, da der jüngere Sphagnetumtorf nur undeutliche Spuren trockner Zeiten enthält, die aus der vierten trocknen Periode und aus noch späteren, ganz unbedeutenden trocknen Zeiten stammen können. Aus dem Fehlen von Anzeichen einer oder zweier Trockenperioden im älteren Sphagnetumtorf wird abgeleitet, daß seine Bildung erst nach der Zeit der zweiten Trockenperiode erfolgt sein kann. Die vier angenommenen kühlen Perioden bringt A. SCHULZ in Beziehung mit den von PENCK und BRÜCKNER in den Alpen nachgewiesenen Gletschervorstößen nach dem Bühlvorstoß. Die erste kühle Periode wird mit der Zeit des Gschnitzvorstoßes, die zweite mit derjenigen des Daunvorstoßes parallelisiert, während im Gegensatz zu PENCK und BRÜCKNER auch für die dritte kühle Periode Andeutungen in den Alpen vorhanden sein sollen. Ferner wird angenommen, daß die Litorinassenkung im Ostseegebiete mit der ersten kühlen Periode (Gschnitzstadium) und die in Skandinavien der Litorinassenkung vorausgehende weitere Ausbreitung einer Anzahl von Laubbäumen und Sträuchern nach Norden mit der ersten warmen Periode zusammenfällt.

Die nähere Begründung dieser Ansichten findet sich in den fünfundzwanzig Schriften von A. SCHULZ, die er am Schlusse seines Aufsatzes mitgeteilt hat.

R. GRADMANN behandelt die Bedeutung postglazialer Klimaveränderungen für die Siedlungsgeographie. Die zuerst von pflanzengeographischer Seite geforderte Annahme einer postglazialen xerothermen Periode schien durch v. RICHTHOFENS äolische Lößtheorie und durch NEHRINGS Nachweis fossiler Steppentiere eine geologische Bestätigung zu finden, bis PENCK dem Löß und seinen fossilen Einschlüssen ein interglaziales Alter zuwies. Trotzdem haben die Pflanzengeographen, um gewisse Phänomene der heutigen Pflanzenverbreitung zu erklären, an mindestens einer postglazialen trockenwarmen Periode festgehalten. Dies steht in Einklang mit dem Nachweis von postglazialen äolischen Löß mit

reicher Steppenfauna und Artefakten des Magdalénien, dessen Bildung erst nach dem Höhepunkt der Würmeiszeit erfolgte.

Mit den Klimaschwankungen hängen gewisse siedelungsgeographische Fragen eng zusammen. Die Siedlungsspuren der prähistorischen Bevölkerung drängen sich im mittleren Europa von der neolithischen bis zu einem großen Teil der römischen Zeit auf ganz bestimmte Flächen zusammen, während ebenso große Flächen ganz oder nahezu frei blieben. Der Gegensatz zwischen alt- und spätbesiedelten Gebieten tritt auch noch gegenwärtig zutage. Bestimmte Pflanzengenossenschaften von vorwiegend östlicher und südlicher Verbreitung, die Licht und Trockenheit lieben, bevorzugen in auffallender Weise dieselben Flächen. Bei einem Vergleich dieser Verbreitungsflächen unter sich und mit ihren Nachbargebieten zeigt sich, daß hier im allgemeinen ein relativ kontinentales Klima mit heißen Sommern und kalten Wintern, wenig Niederschlägen, geringer Luftfeuchtigkeit und Bewölkung und zugleich feinkörnige, kalkreiche Bodenarten vorhanden sind, die den Wald zurückdrängen und die Steppe begünstigen. Die eingewanderten Pflanzengenossenschaften, deren Mehrzahl die östlichen Steppen bewohnt, konnten nicht in geschlossene Wälder eindringen, und ebenso war auch der Wald für die Bevölkerung auf niedriger Kulturstufe eine siedelungsfeindliche Macht, während die breiten Grenzgürtel zwischen Wald und Steppe eine kulturfördernde Bedeutung besitzen. Wenn ein trockneres Klima noch zur Zeit der neolithischen Kultur in Mitteleuropa wenigstens zeitweise geherrscht hat, dann kann auch die spätere Bevölkerung den wieder vordringenden Wald dauernd von ihren Wohnsitzen ferngehalten haben. Den Hauptbeweis für das erneute Eintreten eines kontinentalen trockenwarmen Klimas in späterer, mindestens in neolithischer Zeit sieht GRADMANN in dem Auftreten der Grenztorfschicht in den norddeutschen Mooren, in dem Vorkommen des Wildpferdes unter den neolithischen Kulturresten, dem Nachweise von postglazialen Löß von jüngerem Alter als das Daunstadium und in den Forschungsergebnissen OLBRIGHTS über das Klima der Postwürmeiszeit.

ERNST H. L. KRAUSE nimmt zu den beiden Fragen Stellung, ob sich aus florensgeschichtlichen und pflanzengeographischen Tatsachen nachweisen läßt, daß der Gegenwart eine Periode wärmeren Klimas vorausgegangen ist, und ob pflanzengeschichtliche und floristische Tatsachen vorliegen, aus welchen man auf eine trockenheiße Periode im Postglazial schließen kann oder muß.

Der Umstand, daß die Buche in einem Teile der Ostseeländer erst nach der Eiche eingewandert ist, läßt nach KRAUSE auf keine Abkühlung schließen, weil nicht klimatische, sondern andere Bedingungen die viel anspruchslosere Buche gehindert haben, schon früher fast gleichzeitig mit der Kiefer einzuwandern.

Das Nadelholz, namentlich die Kiefer, wurde seit dem Ende der Ancyluszeit durch die Eiche stark zurückgedrängt. Seine Wiederausbreitung, die ums Jahr 1400 beginnt, ist eine Folge der Waldwirtschaft und nicht durch Klimaänderungen veranlaßt.

Die einjährige Wassernuß, die sich nur durch ihre großen und schweren Samen auszubreiten vermag, ist in einem großen Teile Mitteleuropas ausgestorben. Vielleicht hat die Ausrottung irgend eines Tieres die Pflanze ihres natürlichen Wanderungsmittels beraubt.

Najas marina ist im schwedischen Postglazial vermutlich durch die Konkurrenz anderer Arten und nicht durch Klimaänderung seltener geworden.

Durch die von G. ANDERSSON festgestellte nördlichere Ausbreitung der Haselnuß in Schweden läßt sich ein Sinken der mittleren Jahrestemperatur mit dem Ende der Ancyluszeit um mehr als 2°C beweisen. Da in Deutschland nach Ansicht KRAUSES keine Anzeichen einer homologen Abkühlung vorhanden sind, so beschränkte sich der Temperaturfall vielleicht auf Skandinavien, veranlaßt durch ozeanische Stromablenkungen oder Niveaushiftungen.

Da Pflanzen über weite für sie unbewohnbare Zwischenräume hinweg die ihnen passenden Standorte erreichen können, so kann man nicht aus dem isolierten Vorkommen von Pflanzenarten, die im allgemeinen ein wärmeres Klima als das jetzige beanspruchen, den Schluß ableiten, daß bei ihrer Einwanderung ein wärmeres Klima geherrscht habe.

Die von G. ANDERSSON für das nordische Postglazial angenommene Periode großer Trockenheit, die er in die Übergangszeit von der Dryas- zur Birkenperiode verlegt, stimmt nach KRAUSE auch mit den deutschen Verhältnissen und mit BRIQUETS xerothermer Periode überein. Sie war jedoch nur im Vergleich mit der vorausgegangenen recht warm, anscheinend sogar wärmer als die nächstfolgende, aber doch subglazial, mit Temperaturen, die in Süddeutschland vielleicht die der jetzigen südsibirischen oder altaischen Steppen erreichten. Die von G. ANDERSSON an der Hasel nachgewiesene Zeit der größten Wärme in Schweden fällt, auf deutsche Breiten übertragen, ins

ältere Neolithicum; Webers nordwestdeutscher Grenztorf bildete sich in frühgeschichtlicher Zeit. KRAUSE kommt zu dem Schluß, daß sich alle pflanzengeschichtlichen und pflanzengeographischen Tatsachen erklären lassen, wenn man für das ältere Postglazial ein kühles und trocknes, für das jüngere ein dem heutigen gleichendes Klima annimmt.

E. RAMANN beschränkt sich bei der Behandlung der Frage über die Klimaschwankungen auf die Moore, deren Einteilung und Bau er zuerst bespricht, um sodann die Beziehungen zwischen ihrem Aufbau und dem Klima zu erörtern. Der Einteilung der Moore wird die Biologie der torfbildenden Pflanzen zugrunde gelegt, wonach sich drei verschiedene Abteilungen ergeben: die Verlandungsmoore, die Waldmoore und die Hochmoore. Als Verlandungsbestände hat man diejenigen torfbildenden Pflanzengenossenschaften anzusehen, die durch ihre Ablagerungen stehende oder langsam fließende Gewässer ausfüllen. Nach diesen Pflanzengenossenschaften erhält man bei den Verlandungsmooren drei Gruppen: Phragmitetum, Cyperacetum und Hypnetum. Zu den Waldmooren rechnet RAMANN sowohl die Trockentorfbildungen als auch die in nassen Brüchen sich bildenden Bruchwaldtorfe. Als Hochmoore werden die Ablagerungen der Reste von Moosen, namentlich Sphagneen und ihnen biologisch nahestehenden Arten bezeichnet. Die Torfmoose bilden eine Gruppe von Pflanzen, die biologisch von anderen Pflanzenvereinen durch die Unabhängigkeit ihrer Lebensbedingungen von anderen als klimatischen Einflüssen abweicht; sie besitzen die Fähigkeit, das Wasser aufzuspeichern und sind wegen ihres geringen Bedarfes an mineralischen Nährstoffen unabhängig von den Mineralstoffen des Untergrundes.

Die RAMANNsche Einteilung der Moore weicht insofern von der jetzt herrschenden ab, als seiner Ansicht nach die Zwischenmoore (Übergangsmoore, Mischmoore) in Wegfall kommen müssen, da bei einer schärferen Trennung von Verlandungsmooren und Hochmooren für sie kein Platz mehr übrig bleiben soll.

Die Beziehungen zwischen Klima und dem Aufbau der Moore werden durch RAMANN an zwei Erscheinungen besprochen. Die Torfhügel der Hügeltundra an der Nordgrenze Europas zeigen an ihrer Oberfläche freiliegenden Torf. Es zeigt sich eine Vernichtung des früheren torfbildenden Sphagnumbestandes und ein Überwachsen der Sphagneen durch Flechten, namentlich durch *Lecanora tartarea*. Die Ursache des Absterbens der Torfmoose ist hier nicht auf eine Klimaänderung zurückzuführen,

sondern sie ist eine Folge des Ansteigens des Eisbodens unter der Torfschicht bei dessen Emporwachsen, wodurch sich die Versorgung der Sphagneen mit Wasser ungünstiger gestaltet. Der fortschreitende Rückzug der nördlichen Waldgrenze wird durch Versumpfung und Vorrücken des Hochmoors bewirkt und steht nicht in Beziehung zu Klimaänderungen.

Der mehrfach vertretenen Ansicht, daß der Rückgang der Hochmoorbildung durch eine Trockenperiode der Jetztzeit verursacht werde, schließt sich RAMANN nicht an, da er zuerst in den russischen Ostseeprovinzen beobachtet hat, daß nebeneinander in vollem Wuchse begriffene Hochmoore und heidewüchsige, waldbestockte vorkommen, so daß kein klimatischer Unterschied die verschiedenartige Ausbildung bedingen kann.

Die Ursachen, die die Entwicklung der Hochmoore beeinflussen, sind nach RAMANN in der Eigentümlichkeit ihres Baues und in ihren biologischen Verhältnissen zu suchen. Bei üppigem Emporwachsen der Sphagneen soll schließlich die kapillare Hubhöhe des Wassers im porösen Sphagnumtorfe nicht mehr ausreichen, um die lebende Decke genügend mit Wasser zu versorgen. Es tritt dann in trockneren Zeiten Wassermangel ein, der die Sphagneen, die jetzt nur auf das Regenwasser angewiesen sind, zum Absterben bringt und einer anderen Flora zur Herrschaft verhilft (Grenztorf). In dieser Zeit verwittert der Sphagnumtorf (älterer Moostorf) und sinkt infolge dessen außerordentlich zusammen, wodurch die Wasserversorgung der nun wieder einsetzenden Sphagnumvegetation so lange gesichert ist, bis die neue Torfschicht (jüngerer Moostorf) wieder zu mächtig wird. Es braucht daher keine Änderung der klimatischen Verhältnisse angenommen zu werden.

Die Ergebnisse seiner Ausführungen faßt RAMANN wie folgt zusammen:

1. Die Änderung der Hochmoorflora kann in einem Ansteigen von Eisschichten unter der Vegetation begründet sein; das ist der Fall bei den Torfhügeln der Tundra. Dieser Vorgang wird ermöglicht durch die physikalische Eigentümlichkeit des Torfes, als Isolierschicht für Temperaturen (hier Wärme) zu wirken.

2. In den mitteleuropäischen Hochmooren ist der Florawechsel und die Schichtenfolge der Moore bedingt durch die physikalischen Eigenschaften des Moostorfes (Wasserführung).

3. In keinem Falle ist die Annahme eines Klimawechsels nötig.

C. A. WEBER berücksichtigt bei Behandlung der Frage über einen etwaigen Klimawechsel in postglazialer Zeit nur die

Tatsachen, die durch die Erforschung der Moore Norddeutschlands festgestellt worden sind. Zur Begründung seiner Meinung behandelt er zuerst den Aufbau der Moore und die Umstände, die auf seine Gestaltung in Einzelfällen von Einfluß gewesen sind.

Durch die allmähliche Aufhöhung des aus abgestorbenen Pflanzenmassen sich bildenden Torfes wird die Lage seiner Oberfläche zum Spiegel des den Boden bedeckenden Wassers geändert, sodaß sich das Moor über denselben erhebt. Daher müssen sich während der Mooranhäufung auch unter gleichbleibenden klimatischen Bedingungen an derselben Stelle verschiedene Pflanzenvereine nacheinander ablösen, die in ihren Beziehungen zum Wasser als limnische, telmatische, semiterrestrische und terrestrische zu bezeichnen sind.

Gleichzeitig erfolgt eine stetige Veränderung in dem Gehalte des sich anhäufenden Moorbodens an mineralischen Pflanzennährstoffen. Bei der fortdauernden Aufhöhung des Torfes werden die Pflanzen mehr und mehr von der Zufuhr des fruchtbaren Grundwassers abgeschnitten und sind schließlich auf den atmosphärischen Staub und die wäßrigen Niederschläge allein angewiesen. Die Ansprüche der Pflanzenvereine an den Nährstoffgehalt sind verschieden groß, so daß man sie als eu-, meso- und oligotrophente bezeichnen kann. Je günstiger die Nahrungszufuhr, um so rascher die Aufhäufung der Pflanzenreste und die Änderung der Wasserverhältnisse.

Verschiedenheiten in der Menge und Art der Nahrungszufuhr und der Feuchtigkeitsverhältnisse in verschiedenen Bezirken können bei beständig sich gleichbleibendem Klima einen sehr wechselvollen Aufbau der Moore in vertikaler und horizontaler Richtung hervorrufen. Natürliche Vorgänge oder künstliche Eingriffe, die die Lage der Torfoberfläche zum Wasserspiegel verändern, pflegen den Aufbau der Torfmoore noch weit komplizierter zu gestalten.

Trotzdem gibt es im ausgedehnten Flachlande eine Menge von Mooren mit ungestörtem normalen Aufbau, und diese sind für die Untersuchung geeignet, ob ein Wechsel des Klimas in ihrem Aufbau zu erkennen ist.

Die ältesten norddeutschen Moore, wenn sie aus einem Gewässer hervorgegangen sind und sich bis zur Bildung des Hochmoors entwickelt haben, zeigen folgenden Aufbau: (S. 290).

Diese Aufeinanderfolge zeigt naturgemäß Abweichungen, wenn das Moor nicht aus einem verlandenden Gewässer hervorgegangen ist. In den großen Mooren können die ältesten Bildungen bald limnische, bald telmatische, bald semiterrestrische oder terrestrische sein.

In den einzelnen Schichten des Profils können die Pflanzenvereine durch andere ersetzt sein. So kann die Schicht 7 in dem schematischen Profil aus Cladietumtorf, die Schicht 6 aus Caricetumtorf oder Hypnetumtorf, die Schicht 4 aus Polytrichumtorf, Hypnetumtorf und noch anderen Arten bestehen. Oft sind die ältesten Moore, die an ihrem Grunde noch die Reste einer typischen Glazialflora umschließen, nicht bis zur Bildung der Sphagnumtorfschicht vorgeschritten, was sich fast immer aus den örtlichen Verhältnissen erklären läßt.

WEBER ist der Ansicht, daß die Föhrenstubbenlage des Profils keinen irgendwie zwingenden Beweis für eine trockene Säkularperiode zur Zeit ihres Entstehens bildet, sondern daß die Aufeinanderfolge von Alnetumtorf, Föhrenstubbenlage und Sphagnetumtorf mit oder ohne telmatische Unterlage nur ein gleichmäßig feuchtes Klima voraussetzt. Diese verschiedenen Pflanzenvereine bilden eigentümliche voneinander deutlich zu unterscheidende Torfarten, deren Übereinanderschichtung sich unter nicht wechselnden klimatischen Verhältnissen vollzieht. Dagegen scheint der Grenzhorizont zwischen dem älteren und jüngeren Sphagnumtorf eine Trockenperiode anzudeuten.

Den Beweis dafür sieht WEBER in der verschiedenen Ausbildung des älteren und jüngeren Sphagnumtorfes trotz gleichartigen Ursprungs. Die Farbe des älteren Sphagnumtorfes ist stets dunkel- bis schwarzbraun, und die Sphagnen sind sehr stark vertorft, so daß ihre Blätter häufig in homogenes, strukturloses, gallertiges Ulmin umgewandelt sind. Der jüngere Sphagnumtorf besitzt eine mehr oder minder hellbraune Farbe. Er ist sehr leicht, locker und wenig zersetzt. Die beiden Sphagnumtorfarten sind scharf gegeneinander abgegrenzt, und die Oberkante des älteren Sphagnumtorfes zeigt in der Regel reichliche Einlagerungen von *Eriophorum vaginatum*, Heidesträuchern und gelegentlich auch von Birken und Föhren, so daß sie häufig eine besondere Torfschicht bildet. Die Unterkante des jüngeren Sphagnumtorfes ist oft durch einen raschen Wechsel von dünnen Lagen von Sphagnen und Bultlagen mit Heidesträuchern und Wollgräsern ausgezeichnet. Die Sphagnen, meist der *Cuspidatum*-Reihe angehörig, bevorzugen nebst *Scheuchzeria palustris*, die eingestreut vorkommt, die nassen Standorte. Gegen Ende der Bildung des älteren Sphagnumtorfes überzog sich das Moor mit einem dichten Rasen von *Eriophorum vaginatum* mit mehr oder weniger reichlicher Beimischung von Heide, eine Vegetation, die auf den Eintritt eines trockneren Klimas hinweist. Dafür spricht auch die Zersetzung des älteren Sphagnumtorfes durch das Eindringen sauerstoffhaltigen Wassers

Schematisches Profil eines norddeutschen Moores mit abgeschlossener Entwicklung.

Unter Andeutung des Mächtigkeitsverhältnisses der Schichten bei ungefähr 7 m Gesamtmächtigkeit.

Oligotrophe Torfbildungen	1. Jüngerer Sphagnumtorf (Sphagnetumtorf).	Semi- terrestrische	Aquatische Bildungen
	Scheuchzerieto-Sphagnetumtorf.	Telmatische od. semiterrest.	
	2. Grenzhorizont: Eriophoretumtorf, Wollgrastorf aus <i>E. vaginatum</i> , Callunetumtorf usw.	Terrestrische	
Mesotrophe Torfbildungen	3. Älterer Sphagnumtorf (Sphagnetumtorf)	Semi- terrestrische	
	4. } Scheuchzerietumtorf, Cariceto-Sphagnetumtorf od. Eriophoretumtorf aus <i>E. vaginatum</i> usw.	Telmatische oder Semiterrest.	
	5. Pineto-Betuletumtorf (Föhren- u. Birkenwaldtorf), oben meist mit einer Lage von Föhrenstübben, darunter oft 1 bis 2 Brandlagen.	Terrestrische	
Eutrophe Torfbildungen	6. Alnetumtorf (Bruchwaldtorf).	Semi- terrestrische	
	7. Phragmitetumtorf, Schilftorf.	Telmatische	
	8. Torfmudde.	Limnische Bildung	
	9. Lebermudde.		
	10. Kalkmudde.		
	11. Tonmudde.		
12. Diluvialboden.			

bei gelegentlichen Niederschlägen, ein Prozeß, der eine lange Zeit erfordert haben dürfte, und wobei die im älteren Sphagnumtorf mehrfach vorkommenden Brandlagen das Eindringen des Wassers hemmten. Nach der Trockenperiode trat eine Zeit starker Niederschläge ein, die mit kurzen Trockenperioden wechselten, wie dies die Bultlagen über dem Grenzhorizont beweisen, und ein gleichmäßig feuchtes Klima begünstigte sodann die Bildung des jüngeren Sphagnumtorfes.

WEBER faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen dahin zusammen, daß seit dem Milderwerden des Klimas nach der letzten Eiszeit bis zur Bildung des älteren Sphagnumtorfes keine Andeutungen eines Klimawechsels sich erkennen lassen, daß dagegen die Sphagnumtorfbildung durch eine hinreichend deutlich ausgeprägte säkulare warme Trockenperiode unterbrochen wurde, die dem Grenzhorizonte entspricht. Er ist jetzt geneigt, die Entstehung des Grenztorfes nach der Litorinassenkung ungefähr am Ende der jüngeren Steinzeit anzunehmen.

J. STOLLER gibt eine kritische Erörterung der Beziehungen der nordwestdeutschen Moore zum nacheiszeitlichen Klima. Die ältesten pflanzenführenden Ablagerungen sind glaziale Süßwassertone, die sich um die Süd- und Westküste der Ostsee gruppieren. In ihnen ist eine Tundrenflora nachgewiesen; für die das Fehlen jeglichen Baumwuchses charakteristisch ist. An manchen Stellen läßt sich ein unterer Horizont mit *Dryas octopetala* und *Salix polaris* und ein oberer Horizont mit *Salix phylicifolia* und *Salix reticulata* neben *Dryas octopetala* unterscheiden. *Betula nana* kommt in beiden Horizonten und auch in jüngeren Schichten vor, ist daher nicht als Leitpflanze zu wählen. Diese Periode der Florenentwicklung wird übereinstimmend in Skandinavien und Norddeutschland als Dryasperiode bezeichnet. Wasserpflanzen sind in dieser Periode selten, doch treten namentlich im oberen Horizonte *Potamogeton*-Arten auf. Dazu gesellen sich *Myriophyllum spicatum*, *Hippuris vulgaris* und *Batrachium aquatile confervoides*.

Für die Erkenntnis der weiteren Entwicklung der nordwestdeutschen Flora ist man ausschließlich auf das Studium der Moore angewiesen, die ohne Rücksichtnahme auf die Art ihrer Entstehung sich in ältere und jüngere Moore einteilen lassen.

Die ältesten Schichten der ersten Gruppe reichen bis auf die Zeit zurück, die der Dryasperiode unmittelbar folgte. Sie bestehen aus Faulschlammbildungen, die in stehendem, verhältnismäßig tiefem Wasser zum Absatz gelangten, und aus

Moorbildungen. Letztere entstanden teils in seichem Wasser als Sumpftorf, teils in flachen feuchten Niederungen als Rasentorf oder Waldtorf. Über diesen ältesten Schichten erfolgte die Weiterentwicklung des Moores bis zur Gegenwart in einem Falle als Flachmoortorf, im anderen als Hochmoortorf oder als Flachmoortorf und darüber Hochmoortorf.

In den westdeutschen Hochmooren läßt sich ein älterer stark zersetzter und ein jüngerer wenig zersetzter Sphagnetumtorf unterscheiden, die häufig durch eine erdig-mulmige Grenztorfschicht voneinander getrennt sind.

Als klimatische Indikatoren kommen bei der Untersuchung der Moore nicht die Moorpflanzen, sondern die Pflanzen des festen Landes und namentlich die Baumgewächse auf dem Moore und am Rande in Betracht. Vorzugsweise gelingt der Nachweis der anemophilen Bäume, deren Pollen vom Winde weithin entführt werden können.

Die ältesten Schichten führen reichlich Pollen und Holzreste von *Betula alba* und *Pinus silvestris*, so daß im nordwestlichen Deutschland auf die Dryasperiode ohne Zwischenschaltung der Birke und Zitterpappel eine Birken-Kiefern-Periode folgte. Sie blieben die einzigen Waldbildner im älteren Sphagnetumtorf bis dicht unter dem Horizont des Grenztorfes.

Die alten Flachmoore zeigen auch nur Reste der Birke und z. T. der Föhre. Dazu gesellen sich *Populus tremula* und *Salix caprea*. Von torfbildenden Sumpfpflanzen treten *Phragmites communis* und *Menyanthes trifoliata* sehr früh auf. Unter den Wasserpflanzen nehmen die Potameen rasch an Artenzahl zu, ebenso gewinnen *Nuphar luteum* und *Nymphaea alba* bald an räumlicher Ausdehnung.

In der Nähe des Grenztorfes treten gleichzeitig auf: *Corylus avellana*, *Quercus pedunculata* und *Alnus glutinosa*. Die Eiche wird der herrschende Waldbaum ohne daß Birke und Kiefer verschwinden. Dieselbe Erscheinung bieten auch die alten Flachmoore.

Charakteristische Vertreter der Sumpfflora der Eichenperiode sind *Cladium Mariscus*, *Carex Pseudo-Cyperus* und *Lycopodium europaeus*. An Wasserpflanzen treten auf: *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* und *Najas major*. *Trapa natans* gehört einem jüngeren Abschnitte der Eichenperiode an. Gleichaltrig mit dem Grenztorf der älteren Hochmoore sind Waldtorflager im Küstengebiete der Nordsee und submarine Torflager.

Die über dem Grenztorf liegenden Schichten bestehen entweder aus Hochmoortorf, dem jüngeren Sphagnetumtorf, oder es treten in den hangenden Schichten der alten Flach-

moore Übergangsbildungen vom Flachmoor- zum Hochmoortorf auf. Verhältnismäßig früh zeigt sich die Buche (*Fagus sylvatica*), als Eichen und Erlen noch lange die herrschenden Waldbäume waren. Da in den jüngeren Torfschichten die Erle neben der Buche sehr häufig auftritt, will STOLLER diese Periode als Erlen-Buchen-Periode bezeichnen.

Die jüngeren Moore fallen ihrer Bildungszeit nach in den Zeitabschnitt, der der Bildung des Grenztorfes unmittelbar folgte. An ihrer Basis treten neben Birke und Kiefer Hasel, Linde, Eiche und Erle auf. Diese Gruppe umfaßt die Flachmoore in den alluvialen Talböden der Flüsse, einige Zwischenmoore und kleinere Hochmoore im Gebiete des Höhendiluviums. Die Fichte ist mit Buche und Erle zusammen rasch nach Norden vorgedrungen, konnte sich aber im größten Teile des Gebietes nicht halten und mußte weit nach Süden zurückweichen.

Bei einem Vergleich der florengeschichtlichen Perioden Nordwestdeutschlands mit den geologischen Zeitabschnitten des Balticums kommt STOLLER zu folgenden Ergebnissen:

Die Dryasablagerungen finden sich nur im nördlichen Teile des Gebietes, in Schleswig-Holstein, Lübeck, Lauenburg und Mecklenburg und reichen südwärts nicht über den Gürtel der Hauptendmoränen der letzten Vergletscherung hinaus. In den südlicher gelegenen Teilen Nordwestdeutschlands herrschte damals eine Steppenperiode mit starker Dünenbildung, eine Annahme, die das Fehlen der Dryasflora und der Sumpf- und Moorflora hier gegen Ende der Eiszeit erklären soll. Die ältesten Schichten der älteren Moore parallelisiert STOLLER mit dem oberen Dryashorizont, so daß demnach die Dryasperiode sich mit der Birken-Kiefern-Periode decken würde. Die Eichenperiode fällt zusammen mit dem letzten Abschnitte der Ancycluszeit und dem Beginn der Litorinazeit. Im südlichen Teile tritt die Eiche früher auf, wahrscheinlich bereits im Beginn der Ancyclusperiode. Die Buche gelangte mit der Erle in Nordwestdeutschland erst um die Mitte der Litorinazeit zur Herrschaft. Da die am Ende der Ancycluszeit eingetretene Trockenperiode einen bezeichnenden Abschnitt in der Entwicklung der nordwestdeutschen Moore bildet, empfiehlt STOLLER folgende Parallelisierung:

Yoldiazeit + Ancycluszeit = Altalluvium,

Litorinazeit + Jetztzeit = Jungalluvium.

Das Klima der Nacheiszeit, das durch Temperatur und Feuchtigkeit zum Ausdruck kommt, läßt sich aus den Pflanzenvereinen der Moore und ihren Vegetationsbedingungen ableiten. Die Zeit der ältesten Dryasablagerungen war nicht

arktisch, da die in jenen Schichten vorkommenden Wasserpflanzen eine Julitemperatur von ca. 6°C und zur Samenreife eine Vegetationszeit von 4—5 Monaten mit einer Temperatur von wenigstens 3°C bedürfen. Die Temperaturverhältnisse verbesserten sich rasch, und für den Beginn der Birken-Kiefern-Periode war eine mittlere Temperatur von mindestens 8°C in den Monaten Mai bis September und in dem gleichen Zeitraum für den Beginn der Eichenperiode $12\text{--}13^{\circ}\text{C}$ und für den Beginn der Erlen-Buchen-Periode wenigstens 17°C erforderlich.

Für einen kurzen Kälterückschlag im Beginn der Birken-Kiefern-Periode, wie er in Dänemark durch HARTZ nachgewiesen worden ist, ergeben sich in Nordwestdeutschland keine Anhaltspunkte.

Das aus dem ehemaligen und jetzigen Verbreitungsgebiete der Hasel in Schweden von G. ANDERSSON zur Zeit des höchsten Standes des Litorinameeres um wenigstens $2,4^{\circ}\text{C}$ wärmere Klima als das heutige braucht nach STOLLER nicht zugleich mit einer Wärmesteigerung in Nordwestdeutschland verbunden gewesen zu sein, sondern ist möglicherweise als eine lokale Erscheinung anzusehen.

Was die Feuchtigkeitsverhältnisse anlangt, so lassen sich aus dem Aufbau der älteren Hochmoore zwei langandauernde feuchte Perioden für die Bildung des älteren und jüngeren Sphagnetumtorfes und eine kurze Trockenperiode für die Bildung des sie trennenden Grenztorfes ableiten. Unter Berücksichtigung der trocknen Dryaszeit ist also im nacheiszeitlichen Klima ein zweimaliger Wechsel von trocknen und feuchten Perioden eingetreten. Die Stubbenlager treten nicht in bestimmten Horizonten auf und bieten kein Mittel, daraus klimatische Perioden abzuleiten.

STOLLER kommt durch seine Untersuchungen zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Zeit des Abschmelzens des Landeises mit kaltem und trockenem Klima war in Nordwestdeutschland verhältnismäßig kurz. Pflanzengeschichtlich ist diese Zeit im südlichen Teil dieses Gebietes als Steppenperiode (mit starker Dünenbildung), im Norden, dem Küstengebiet der Ostsee, als Dryasperiode gekennzeichnet. Sie fällt mit einem Teil, vielleicht der ersten Hälfte der Yoldiazeit zusammen.

2. Die Birken-Kiefern-Periode Norddeutschlands mit feuchtem, anfänglich kühlem Klima entspricht ungefähr der zweiten Hälfte der Yoldiazeit und der ersten Hälfte der Ancyluszeit, in der die Eiche schon siegreich vordringt, so daß sie am Ende der Periode der herrschende Waldbaum ist.

3. Die Eichenperiode mit einem warmen und verhältnismäßig trockenem Klima (Zeit der Grenztorfbildung) umfaßt ungefähr die zweite Hälfte der Ancycluszeit und den Anfang der Litorinazeit.

4. Die Erlen-Buchen-Periode mit feucht-warmem Klima herrschte in Nordwestdeutschland schon zur mittleren Litorinazeit.

P. GRAEBNER führt aus, daß die Pflanzendecke außerordentlich stark auf nur verhältnismäßig geringfügige Änderungen des Klimas reagiert, seien es auch nicht einmal schärfer einschneidende Veränderungen der Temperaturen, sondern nur Schwankungen der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge. Geringe und allmählich sich abstufoende klimatische Verschiedenheiten im Osten und Westen Norddeutschlands sind in stände, für zahlreiche Pflanzenarten eine scharfe und konstante Grenze zu ziehen. Keine Gebirge stören hier die Gleichmäßigkeit der klimatischen Abstufung, und die Pflanzenwanderung findet nach allen Richtungen hin keine nennenswerten mechanischen Hindernisse. Die von Südost vorstoßenden binnenländischen, an ein kontinentales Klima gewöhnten Pflanzentypen erreichen je nach der Empfindlichkeit der einzelnen Arten gegen das feuchtere atlantische Klima parallele Grenzen und in gleicher Weise die entgegengesetzt vordringenden nordwestlichen atlantischen Typen des maritimen Klimas. Die Pflanzenarten besitzen eine Grenze der kompakten Verbreitung, dann folgen einzelne hier und da vorgeschobene Posten der Standorte, und nicht allzuweit von der Grenze der kompakten liegt die absolute Grenze der Verbreitung.

Die vorgeschobenen Posten werden oft als Relikte aus einer Zeit angesehen, in der die Pflanze eine größere Verbreitung besessen haben soll. GRAEBNER ist dagegen der Ansicht, daß im norddeutschen Flachlande unter den von Ost nach West wenig veränderten Vegetationsbedingungen bei dem Eintritt einer Klimaänderung die sich zurückziehende Pflanzengesellschaft infolge der großen Empfindlichkeit der Gewächse gegen klimatische Faktoren aus dem für sie ungünstig werdenden Teile völlig verschwinden muß.

Die vorgeschobenen Posten der binnenländischen pontischen oder pannonischen einerseits und die der atlantischen Pflanzentypen andererseits als Relikte anzusehen, lehnt GRAEBNER entschieden ab. Wenn man die auf Hochmooren lebenden nordisch-atlantischen oder nordischen Formen als Überbleibsel der Eiszeit auffaßt, die sich dort erhalten konnten, weil die Moore zu

den kalten Formationen gehören, so kann nach GRAEBNERS Ansicht eine irgendwie stärkere Schwankung der klimatischen Verhältnisse im norddeutschen Flachlande seit dem völligen Rückzuge des Inlandeises nicht mehr erfolgt sein.

Die Pflanzenvereine des Wassers und der Moore sind für die Beurteilung der klimatischen und Vegetationsverhältnisse früherer Perioden verwendet worden. Während die Vegetation der Gewässer bei geringeren klimatischen Unterschieden keine wesentlichen Verschiedenheiten aufweist, sind die Hochmoore, da sie nur von den Niederschlägen leben, für diese Frage von größerer Bedeutung. Moore mit wachsendem Sphagnum können nur da entstehen, wo die Niederschläge für seine Ernährung groß genug sind.

Im norddeutschen Flachlande findet sich eine Abnahme der Hochmoorbildung von Nordwesten nach dem trockenen Südosten und der Rückzug der Hochmoorbildung in den trockneren Teilen in die Wälder.

Die normale Schichtenfolge, daß sich auf einem Wiesen- bzw. Niedermoor oder auf dem gewachsenen Boden das Hochmoor aufbaut, kann durch verschiedene Faktoren gestört werden, ohne daß eine Änderung der klimatischen Verhältnisse eingetreten ist. Hierher gehören Änderungen des Grundwasserstandes infolge der Erosion des fließenden Wassers und dadurch bedingte Veränderungen des Gefälles, Anstau von Wasser durch die Ablagerungen der Bäche und seitlicher Durchbruch der Gewässer durch die erhöhten Ränder der Flüsse.

Die zahlreichen Wurzeln oder zugespitzten Stämme im Liegenden der Hochmoore beweisen eine Einwanderung des Torfmooses in die Wälder, indem es sich entweder selbständig in den feuchten Wäldern ansiedelt und die Bäume zum Absterben bringt, oder indem das Hochmoor seitlich in niedriger gelegene Wälder eindringt. Wo das Sphagnum im Schutz der Bäume in dichten Polstern wächst, findet sich zuweilen eine Wechsellagerung von Moos- und Wurzelschichten im Torf, entstanden durch den gegenseitigen Kampf der Bäume mit dem Moose, je nachdem die biologischen Verhältnisse ihr Absterben oder ihre Entwicklung begünstigten.

Die dem Torfmoose beigemischten höheren Pflanzen zeigen sich in ihrem Verhalten zum Moose sehr schwankend, so daß schon wenige trockene Sommer wesentliche Verschiebungen bewirken können. Besonders zeigen die Randpartien der Hochmoore infolge stärkerer Verdunstung und Wasserableitung eine reichliche Bedeckung mit Kräutern und Sträuchern. Auch natürliche Moorausbrüche, die ein Einsinken der Moormitte

veranlassen, können die Besiedlung mit Bäumen und Strüchern bewirken.

Beim natürlichen Wechsel der Vegetationsformation spielt auch die Bodenmüdigkeit eine große Rolle, da die Erfahrung zeigt, daß die Krautgewächse aus diesem Grunde radial von ihren Standorten aus wandern. In der Literatur wird nicht selten aus einfachen Schichtenfolgen auf eine Änderung der klimatischen Verhältnisse geschlossen, die sich jedoch als Vegetationsänderungen zu erkennen geben, die durch die oben angeführten Faktoren hervorgerufen worden sind.

H. MENZEL beurteilt die Klimaänderungen im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit auf Grund der in den Ablagerungen sich findenden Binnenmollusken. Da ihr Schalenbau von den biologischen Verhältnissen und diese wieder stark vom Klima beeinflußt werden, so kann man eine Wechselbeziehung zwischen dem Vorkommen einzelner Conchylienarten und den Klimaverhältnissen annehmen.

Nachdem bereits E. VON MARTENS erkannt hatte, daß für die Verbreitung der Schnecken die Sommertemperatur weit wichtiger ist als das Jahresmittel, hat A. C. JOHANSEN in Kopenhagen 1904 in Übereinstimmung damit das Gesetz ausgesprochen, daß die nördlichsten Verbreitungsgrenzen der Mollusken ziemlich genau mit dem Verlauf der Juli-Isothermen übereinstimmen. Indem er nun die niedrigste Julitemperatur berechnet, unter der jede einzelne Art noch leben und sich fortpflanzen kann, sucht er aus diesen Zahlen unter Zugrundelegung der gefundenen Mollusken die klimatischen Verhältnisse der geologischen Abschnitte des Quartärs nach Wärmegraden festzustellen. Obwohl die Arbeit JOHANSENS wegen verschiedener von MENZEL angegebener Mängel nicht ausreicht, um seine Zusammenstellungen einwandfrei zu benutzen, so hat er doch den Weg gewiesen, um eine Lösung der Frage nach den klimatischen Verhältnissen und Änderungen in der geologischen Vergangenheit herbeizuführen.

H. MENZEL versucht aus verschiedenen fossilführenden Ablagerungen der letzten Glazial- und Postglazialzeit im nördlichen Deutschland, die teils von anderen, teils von ihm selbst bearbeitet worden sind, die klimatischen Verhältnisse seit dem Höhepunkt der letzten Vereisung abzuleiten.

1. Die glazialen Süßwassermolluskenfaunen bei Lübeck, über die STRUCK und FRIEDRICH berichtet haben, finden sich im Sandgebiet, im Talsand und im Talton. Sie siedelten sich gleichzeitig mit einer arktischen Flora in dem eisfrei gewordenen Gebiete beim Zurückschmelzen der letzten Inlandeisdecke an

und wurden z. T. bei kurzem Vorrücken des Eisrandes nochmals mit kiesigem Sand überschüttet. Von den aus dem Talton stammenden Pflanzen sind *Salix polaris*, *Betula nana* und *Dryas octopetala* bezeichnend für ein arktisches Klima.

Die Mollusken bilden eine eigenartige Mischfauna. Die Mehrzahl der Arten besitzt eine weite Verbreitung bis in die arktische Region hinein. *Sphaerium duplicatum* ist eine hochalpine Art, während *Pisidium supinum*, *Anodonta mutabilis* und *Unio* nicht in der arktischen Region im Norden bekannt sind. Das Vorkommen der *Anodonta* erklärt MENZEL durch die Annahme, daß sie in Gewässern weiter südlich häufig war, und daß ihre Brut ständig von den nach Norden fließenden Flüssen mitgeführt wurde und in den Wasserbecken vor dem Eisrande üppige Pflanzennahrung fand. Von Säugetieren fanden sich Ren und Riesenhirsch.

2. Ein Gegenstück zu den jungglazialen fossilführenden Ablagerungen in Lübeck bilden fossilreiche Bänke mit Pflanzenresten und Binnenconchylien, die in Ostpreußen bei Orlowen, in den Einschnitten der Eisenbahneubaustrecke Kruglanken-Marggrabowa und an anderen Orten als Einlagerungen im Geschiebemergel der letzten Vereisung vorkommen. Das zahlreiche Vorkommen von *Planorbis arcticus* stempelt die Ablagerung zu einer arktischen. Daneben finden sich wie in Lübeck Anodonten. Die Pflanzen und Tiere besiedelten das Randgebiet des abschmelzenden Inlandeises, und ihre Wohnplätze wurden bei Oszillationen wieder vom Eise bedeckt.

3. Die von RANGE 1903 beschriebenen Dryastone von Nusse und Sprenge aus der näheren und weiteren Umgebung von Lübeck bezeichnet MENZEL als spätglazial und unterscheidet sie von älteren dryasführenden Ablagerungen der Lübecker Gegend und in Holstein, die der Jungglazialzeit angehören. Die in Sprenge in den Dryaston-Vorkommen aufgefundenene Conchylienfauna zeigt kein arktisches Gepräge.

4. In dem von STREUSLOFF 1907 untersuchten flachen Moorbecken von Bärenbruch bei Güstrow treten in der Entwicklung der Conchylienfauna 3 Stufen hervor, die mit den petrographischen Unterschieden des Profils zusammenfallen. Den Boden der fossilienführenden Ablagerungen bilden Glazialablagerungen der letzten Eiszeit. Darauf folgen tonige Feinsande, für die die hochalpine und arktische *Vertigo parcedentata* AL. BR. var. *Generi* PRDL. sowie die heute erloschene und fast nur in arktischer Gesellschaft auftretende *Succinea Schumacheri* und ferner der in subarktischen Gebieten verbreitete *Planorbis Stroemi* bezeichnend sind. Dieser Horizont entspricht den

Dryas-Schichten und wird überlagert durch Wiesenkalk, dem *Vertigo* fehlt, während *Planorbis Stroemi* und *Valvata antiqua* zahlreich darin auftreten. Die Fauna ist subarktisch. In dem obersten Horizonte, der Moorerde, fehlen alle arktischen und subarktischen Arten.

5. Der Kalktuff am Windebyer Noor bei Eckernförde wird von Torf überlagert, der teilweise unter einem Kjökkenmüdding mit *Ostrea* und *Litorina* liegt. Den obersten Schichten des Kalktuffs und dem Torf ist die Fauna des Litorinameeres beigemischt. In dem Kalktuff treten neben anderen Formen von weiterer Verbreitung folgende arktische und subarktische Conchylien auf: *Pupa turritella*, *P. Krauseana*, *Vertigo parcedentata*, *V. Krauseana*, *V. substriata* und *Succinea Schumacheri*. Der Kalktuff enthält eine Mischfauna von hochalpinen und hocharktischen mit südlicheren Arten. Seine Bildung fällt in die gesamte Zeit zwischen der letzten Vereisung und dem Beginne der Litorinazeit. Die hocharktischen Arten wie *Pupa parcedentata* und *Krauseana* gehören der Dryaszeit, *Pupa turritella* und *substriata* lassen auf subarktische Verhältnisse, also Ancycluszeit schließen, während die Einwanderung der südlicheren Formen vielleicht ans Ende der Ancycluszeit oder den Beginn der Litorinazeit zu setzen ist.

6. Die spät- und postglazialen Conchylienfaunen in Ostpreußen finden sich in Decktonen, Terrassen, Wiesenkalcken und Quellmooren. Der durch HESS VON WICHENDORFF nachgewiesene conchylienführende Deckton von Klein-Schwalg enthält Anodonten, Pisidien und *Planorbis arcticus*. Er entspricht nach MENZEL den spätglazialen Dryastonen von Lübeck.

Die Fauna der Terrassen an den masurischen Seen ist anscheinend jünger als der Dryashorizont. Charakteristisch ist für sie *Planorbis Stroemi*, so daß sie hierdurch sowie durch ihre übrige Zusammensetzung mit der Fauna der höheren Schichten des Wiesenkalckes vom Bärenbruch übereinstimmt.

Ein Wiesenkalk auf einer Terrasse zeigt uns eine Fauna des gemäßigten Klimas.

Die Quellmoore Masurens zeigen eine interessante Landschneckenfauna. Ihre Entstehung geht nicht bis in den Beginn der Alluvial- oder Postglazialzeit zurück. Unter den Arten ist bemerkenswert *Helix bidens*, eine mehr osteuropäische Art, die sich in Kalktuffen des östlichen Deutschlands häufiger findet.

7. Die Wiesenkalk- und die sie überlagernden verschiedenen Torfablagerungen an der Müritz sind durch STEUSLOFF schichtweise auf ihren Pflanzen- und Conchylieninhalt untersucht worden. In den Wiesenkalcken und kalkigen Torfen

fanden sich Pollen von *Pinus*, *Corylus*, *Tilia* und *Quercus*. Von den Conchylien sind charakteristisch *Bythinia tentaculata* und *Planorbis marginatus*.

8. Aus Hinterpommern liegen Untersuchungen über die Conchylienführung von Wiesenkalk und Moormergel vor. Ein Wiesenkalk bei Gülz im Kreise Köslin enthielt unter anderen *Planorbis Stroemi*. Ein anderes Wiesenkalklager von Bonin südöstlich von Köslin zeigte in den oberen Lagen *Paludina vivipara*, *Planorbis corneus* und große Limnäen. Etwas tiefer herrschten *Planorbis marginatus* und *Bythinia tentaculata* vor, doch gingen beide auch weiter nach oben. *Planorbis Stroemi*, *Valvata antiqua* und große Anodonten kommen nur in den tiefsten Schichten vor.

Im Moormergel bei Woitfick im Pyritzer Weizackergebiete zeigten die allerobersten Schichten als ganz junge Einwanderer *Helix pomatia*, *H. ericetorum*, *Chondrula tridens* und *Dreissena polymorpha*. Einer etwas älteren Stufe gehören *Planorbis corneus* und *Paludina vivipara* an, während im tiefsten Horizont *Bythinia tentaculata* und *Planorbis umbilicatus* sich vorwiegend finden.

Nach einer eingehenden Begründung der Gliederung der Spät- und Postglazialzeit (Tabelle S. 263) auf Grund der Binnenmollusken gibt MENZEL für den nördlichen Teil des norddeutschen Flachlandes nachstehende Zusammenfassung seiner Resultate:

I. Zone der arktischen Conchylien.

Diese enthalten als leitende Formen:

- Planorbis arcticus* BECK
- Sphaerium duplicatum* CLESS.
- Pupa (columella)* v. MART.
- „ *turritella* WEST.
- Vertigo parcedentata* AL. BR.
- „ *arctica* WALLENB.
- Succinea Schumacheri* ANDR.

Die Ablagerungen dieser Zone liegen entweder in glazialen Ablagerungen eingebettet und sind während einer Interstadialzeit entstanden, oder sie liegen unmittelbar über den Glazialablagerungen an der Basis der Alluvialschichten.

An Pflanzenresten finden sich in ihrer Gesellschaft die Pflanzen der Dryaszeit. Ihre obere Abteilung fällt zusammen mit der Yoldiazeit.

Zur Zeit ihrer Ablagerung herrschte ein Klima, das dem arktischen ähnlich, aber in verschiedenen Punkten etwas modifiziert war.

II. Zone des *Planorbis Stroemi*.

Leitende Formen:

Planorbis Stroemi WEST.*Valvata antiqua* SOW.

Es fehlt *Bythinia tentaculata* und *Plan. umbilicatus*. An Pflanzen treten Birke und Kiefer auf. Die Zone fällt etwa mit der Ancycluszeit zusammen, doch scheint sie etwas eher zu endigen.

Das Klima ist ein subarktisches.

III. Zone des *Planorbis umbilicatus* und der *Bythinia tentaculata*.

Leitende Formen:

Bythinia tentaculata L.*Planorbis umbilicatus* MÜLL.Es fehlt *Plan. Stroemi* W. und *Plan. corneus* L.

Daneben stellen sich ein:

Patula rotundata MÜLL.*Helix bidens* CHEM.*Acme polita* HARTM. u. a.

An Pflanzen finden sich Eiche und Linde. Diese Zone fällt mit der Litorinazeit zusammen, geht aber vielleicht nach oben noch etwas weiter.

Das Klima ist ein gemäßigtes, etwa entsprechend dem heutigen. Das plötzliche Auftreten der *Patula rotundata* und *Helix bidens* zu Beginn dieser Zone deutet vielleicht auf eine kurze boreale Phase hin.

IV. Die Zone mit *Planorbis corneus* und *Paludina vivipara*.

Leitende Formen:

Planorbis corneus L.*Paludina contecta* MÜLL.*Paludina fasciata* MÜLL.

Große Limnäen.

Der Beginn der Zone fällt in die Zeit der Anwesenheit der Buche.

Das Klima war gemäßigt, vielleicht etwas feuchter als jetzt.

V. Die Zone der *Dreissena polymorpha* und der *Helix pomatia*.

Leitende Formen:

Helix pomatia L., *ericetorum* MÜLL., *obvia* HARTM.

Chondrula tridens MÜLL.

Lithoglyphus naticoides FEV.

Dreissena polymorpha PALLAS.

Die Zone beginnt zur geschichtlichen Zeit. Das Einwandern der Mollusken ist durch den Menschen begünstigt, deutet aber auf etwas trockneres Klima als vorher.

F. WAHNSCHAFFE behandelt die Frage der Klimaänderungen seit der letzten Eiszeit mit Rücksicht auf die im Ostseebecken nachgewiesenen morphologischen Veränderungen und in ihren Beziehungen zur Bildung des Löß, der Dünen und der Hochmoore.

Als sich in der Spätglazialzeit die Absätze des hocharktischen Yoldiameeres in Schweden bildeten, lag die deutsche Ostseeküste über dem Meeresspiegel, und es breitete sich hier noch unter dem Einflusse des eiszeitlichen Klimas eine arktische Flora aus, deren charakteristische Pflanzen aus *Salix polaris*, *S. reticulata*, *Betula nana* und *Hypnum turgescens* gebildet werden. Die Fundorte dieser Pflanzen finden sich meist auf dem Grunde kleiner Torfmoore über der oberen Grundmoräne in Westpreußen, Pommern, Mecklenburg und Schleswig-Holstein sowie in den Dryastonen von Lübeck und seiner Umgebung auf jungglazialen Talton. Diese Flora beweist, daß zunächst eine rein arktische Vegetation ohne jeden Baumwuchs einwanderte.

Inwieweit der am Südrande des norddeutschen Flachlandes auftretende jüngere primäre Löß der Spätglazialzeit oder der letzten Interglazialzeit angehört, läßt sich gegenwärtig noch nicht mit Sicherheit entscheiden, da die Ansichten der Forscher hierüber zum Teil noch auseinandergehen; überwiegend wird er jedoch gegenwärtig für spätglazial gehalten. WAHNSCHAFFE hat den Löß der Magdeburger Börde stets als eine am Schluß der letzten Vereisung entstandene Bildung angesehen. Mit seiner spätglazialen Entstehung würde es im Einklang stehen, daß damals aus meteorologischen Gründen am Rande des sich zurückziehenden Inlandeises trockne und kalte östliche und nordöstliche Winde geweht haben müssen. Der Kalktuff mit der lebend in Grönland nachgewiesenen *Limnaea truncatula* in der Sudenburg bei Magdeburg, der früher von WAHNSCHAFFE als interglazial aufgefaßt wurde, gehört nach seiner jetzigen Anschauung ebenfalls der Spät- bzw. Postglazialzeit an, da er auf der der Abschmelzzeit zugehörigen diluvialen Elbterrasse liegt und von postglazialen Löß bedeckt ist. Anscheinend ist auch die von NEHRING bei Thiede aufgefundene Tundren- und Steppenfauna dem Jung- bzw. Spätglazial zuzurechnen,

doch geht dies aus den neusten Untersuchungen noch nicht mit Sicherheit hervor, weil die dortigen diluvialen Schichten von WIEGERS und KOKEN ganz verschieden beurteilt werden. In die Zeit der vorherrschenden Ostwinde verlegt SOLGER die Entstehung der norddeutschen Bogendünen; doch geht er darin fehl, wenn er die ursprüngliche Entstehung der meisten Binnenlanddünen Norddeutschlands auf Ostwinde zurückführen will, da bereits in der Ancycluszeit mit ihrem mehr und mehr gemäßigten Klima westliche Winde vorgeherrscht haben werden.

Von Bedeutung für die Beurteilung des Klimas der nach-eiszeitlichen Periode sind auch einige Crustaceen, die als Relikten des Yoldiameeres im Madüsee lebend aufgefunden worden sind.

Nach der Periode des spätglazialen Yoldiameeres und der gleichzeitigen Dryaszeit trat im westlichen Ostseegebiet eine Hebung des Landes ein. Das Ostseebecken wurde von der Nordsee abgetrennt und in einen Süßwassersee mit *Ancyclus fluviatilis* verwandelt. Da in der Ancyclus-Zeit die deutsche Ostseeküste über dem Meeresspiegel lag und später beträchtlich gesenkt wurde, so ist hier die Südgrenze dieses Süßwassersees nicht nachweisbar, sondern liegt unter dem Meeresspiegel. Auf dem Festlande entstanden in Seebecken und Flußläufen Wiesenmergel und Torfmoore. In letzteren findet man die Reste der Birke und Kiefer. Als charakteristische Säugetiere treten auf: *Cervus alces*, *Cervus euryceros*, *Bos primigenius*, und in den untersten Schichten das Ren zugleich mit altneolithischen menschlichen Artefakten.

Die submarinen Moorbildungen der Kieler Förde enthielten nach WEBER schon Eiche und Erle neben Föhre, Weißbirke und Winterlinde. Diese Ablagerungen gehören dem Schluß der Ancycluszeit und dem Beginn der Litorinazeit an, als das Klima bereits wärmer geworden war. Um diese Zeit scheint sich auch die Wassernuss in Westpreußen ausgebreitet zu haben.

Nach der Ancycluszeit trat eine beträchtliche Landsenkung ein, so daß das salzreiche Nordseewasser in einem breiten Strome in die Ostsee eintreten und sich *Litorina litorea* hier ausbreiten konnte. Das Meer überflutete die deutsche Ostseeküste in einer schmalen Zone, und alle Fundorte der *Litorina litorea* liegen hier unter dem Meeresniveau.

Einen Beweis für die Litorinasenkung erkennt WAHNSCHAFFE in der Fördenküste Schleswig-Holsteins. Die Förden sind gesenkte Seen der formenreichen Grund- und Endmoränenlandschaft des mit der Ostsee in unmittelbare Berührung tretenden baltischen Höhenrückens, die durch das