

13. Die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit in Deutschland.

Zusammenfassender Bericht

erstattet von Herrn FELIX WAHNSCHAFTE 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 gemäßigter.

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 vorgedrungen 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 einschnitt.

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 Litorinasenkung im Ostseegebiete mit der ersten kühlen Periode (Gschnitzstadium) und die in Skandinavien der Litorinasenkung 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 Siedelungsgeographie. 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 postglazialem äolischem 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 OLBRICHTS 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 Ancycluszeit 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 Ancycluszeit 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 Niveauverschiebungen.

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 oligotraphente 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 Föhrenstubbennlage des Profils keinen irgendwie zwingenden Beweis für eine trockne Säkularperiode zur Zeit ihres Entstehens bildet, sondern daß die Aufeinanderfolge von *Alnetumtorf*, Föhrenstubbennlage 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 nassesten 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
	Scheuchzerieto-Sphagnetumtorf.	Telmatische od. semiterrestr.
	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. Birkenwaldtorf), oben meist mit einer Lage von Föhrenstubben, 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 Litorinensenkung 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 seichtem 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 florensgeschichtlichen 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 trocknen 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 imstande, 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 Pflanzengenossenschaft 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 Sträuchern 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 Sandrgebiet, 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 Eisenbahnneubaustrecke 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 aufgefundene Conchylienfauna zeigt kein arktisches Gepräge.

4. In dem von STEUSLOFF 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 Kjökkenmødding 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, Wiesenkalken 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 Wiesenkalkes 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 Wiesenkalken und kalkigen Torfen

finden 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 Woißfick 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. WAHNSCHAFTE 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 *Hyppnum 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 Talten. 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. WAHNSCHAFTE 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 WAHNSCHAFTE 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 alzneolithischen 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 WAHNSCHAFTE 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

Meer erweitert und miteinander verbunden worden sind. In gleicher Weise zeigt die Boddenküste Rügens die Folgen dieser postglazialen Senkung. In dieser Zeit war die Eiche noch der herrschende Waldbaum. Das Klima war infolge des aus der Nordsee in die Ostsee eindringenden wärmeren Salzwasserstromes maritim, daher warm und feucht. In Übereinstimmung mit WEBER glaubt WAHNSCHAFTE zwischen der Bildung des älteren und jüngeren Sphagnetumtorfes der Hochmoore eine Trockenperiode annehmen zu müssen, in der die Grenztorfschicht entstand. Möglicherweise fällt diese Periode mit der am Ende der Litorinazeit einsetzenden geringen Hebung des Landes zusammen.

Durch diese Hebung wurde der Zufluß des salzreichen Nordseewassers in die Ostsee vermindert, und letztere erhielt allmählich den gegenwärtigen Charakter. Diese Periode ist als Myaperiode bezeichnet worden. In ihr breiteten sich auf dem Festlande die Buche, Erle und Fichte aus.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Wahnschaffe Felix

Artikel/Article: [13. Die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit in Deutschland. 280-304](#)