

Die Vegetationsverhältnisse Mitteldeutschlands in der Nacheiszeit

Von Otto Müller, Halberstadt

Mit 3 Tabellen

Gliederung

- A. Grenzen der geographischen Einheit „Mitteldeutschland“
- B. Charakteristik der Spät- und Nacheiszeit
- C. Abriß der Waldgeschichte Mitteldeutschlands
 - a) Die Gesetzmäßigkeiten der mitteleuropäischen Grundfolge der Waldentwicklung
 - b) Die Hauptabschnitte der Geschichte unserer mitteldeutschen Wälder im Rahmen der mitteleuropäischen Waldgeschichte
 - Späteiszeit (Spätglazial)
 - I. Ältere waldlose oder waldarme Zeit (ältere Tundren- oder Dryaszeit)
 - α) Älteste waldlose Zeit (Älteste Dryaszeit)
 - β) Das Bölling-Interstadial
 - γ) Ältere subarktische Zeit; älteste Birken-Kiefern-Zeit
 - II. Mittlere subarktische Zeit; Alleröd-Interstadial; Kiefern-Birken-Zeit
 - III. Jüngere subarktische Zeit; jüngere Tundren- oder Dryaszeit; waldarme Birken-Kiefern-Zeit
 - Nacheiszeit (Postglazial)
 - IV. Vorwärmezeit; Präboreal; frühpostglaziale Birken- (Kiefern-) Zeit
 - V. Frühe Wärmezeit; Boreal; Haselzeit
 - VI. Älterer Teil der mittleren Wärmezeit; älterer Teil des Atlantikums bzw. der Eichenmischwaldzeit
 - VII. Jüngerer Teil der mittleren Wärmezeit; jüngerer Teil des Atlantikums bzw. der Eichenmischwaldzeit
 - VIII. Späte Wärmezeit; Subboreal; Eichenmischwald-Buchen-Zeit
 - IX. Ältere Nachwärmezeit; das Subatlantikum im engeren Sinne; der ältere Teil des Subatlantikums; Buchenzeit
 - X. Jüngere Nachwärmezeit; jüngerer Teil des Subatlantikums; Zeit der stark genutzten Wälder und Forste
 - c) Das nacheiszeitliche Verbreitungsbild unserer wichtigsten Holzarten
 - I. Gattungen, deren Hauptverbreitung in die Späteiszeit fällt; Weiden, baumförmige Birken und Kiefer

II. Gattungen, deren Hauptverbreitung in die Wärmezeit fällt: Hasel, Eiche, Ulme und Linde, Fichte

III. Gattungen, deren Hauptverbreitung in die Nachwärmezeit fällt: Rot- und Hainbuche, Tanne

D. Die nacheiszeitliche Entwicklungsgeschichte unserer Steppenheiden

E. Das nacheiszeitliche Verbreitungsbild unserer Salzflora

F. Die nacheiszeitliche Entwicklungsgeschichte unserer Mittelgebirgs-Hochmoore

G. Eingriffe des Menschen in die natürlichen Vegetationsverhältnisse Mitteldeutschlands

α) Getreide- und Unkrautpollen, Holzkohlenreste und Getreidekörner als Zeugnisse menschlicher Siedlungstätigkeit

β) Eingriffe in die natürliche Waldentwicklung durch Rodungen und forstwirtschaftliche Bevorzugung bestimmter Holzarten

H. Schriftenverzeichnis

I. Tabellen 1. Gliederung des Spätglazials

2. Gliederung der Spät- und Nacheiszeit

3. Überblick über die spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte von 5 mitteldeutschen Landschaften und des nordwestdeutschen Altmoränengebietes

A. Grenzen der geographischen Einheit „Mitteldeutschland“

Unter Mitteldeutschland wird der thüringisch-sächsische Landschaftsraum, der als natürliche geographische Einheit des zentralen Mitteleuropas die nordwestliche Abdachung der böhmisch-mährischen Scholle mit den Stromgebieten der Mittel- elbe und der Saale umfaßt, verstanden.

Thüringer- und Frankenwald bilden mit dem Erzgebirge die Schenkel eines mächtigen stumpfen Winkels, dessen Scheitel das Fichtelgebirge ist; sie geben den Rahmen für ein Gebiet, dessen gesamte Abdachung und Entwässerung auf das Land um die Mittel- elbe und die untere Saale hinweisen.

Das Eichsfeld, der Oberharz, die den Westrand der subhercynischen Kreidemulde bildenden Höhenzüge bei Salzgitter sowie die nördlich des Gr. Bruches liegenden bewaldeten Höhen der Asse, des Elms und des Lappwaldes können als Westgrenze Mitteldeutschlands angesehen werden. Das Urstromtal der Ohre mit dem Drömlingbecken bildet die natürliche Nordgrenze; hier zieht die Ohretalverwerfung als markante geotektonische Störungslinie entlang. Auch im Landschaftsbilde ist der Grenzraum scharf ausgeprägt: südlich der Ohre die waldlose flachwellige fruchtbare Lößsteppe der Magdeburger Börde, nördlich des Flusses dagegen die sandigen, mit Kiefernwäldern bestandenen Endmoränenstaffeln der Colbitz-Letzlinger Heide.

Vor den entscheidenden Eingriffen des Menschen in die unberührten Naturlandschaften waren der waldreiche Wall des Fläming, die weiten Urstromtalungen der Mittel- elbe und Schwarzen Elster und die Wälder der Dübener und Annaburger Heide die natürlichen Grenzsäume, die Mitteldeutschland von dem nordöstlichen mitteleuropäischen Flachlande schieden.

B. Charakteristik der Spät- und Nacheiszeit

Boden und Klima sind in erster Linie die großen Faktorenkomplexe, die in einer von Menschen noch unberührten Naturlandschaft die heutige Vegetations- und Faunaverteilung bedingen.

Das europäische Spätglazial oder die Späteiszeit, etwa von -14000 bis -8000 , umfaßt die Periode vom Beginn des Eistrückzuges von den Moränen des Pommerischen Stadiums der Weichsel-Eiszeit bis zum Anbruch der Nacheiszeit, die durch die Bipartition des Inlandeises in Mittelschweden eingeleitet wurde. Es war eine Klimaphase, in der sich entscheidende Veränderungen im Landschaftsbilde vollzogen, vor allem der allmähliche Rückzug des Inlandeises bis nach Mittelschweden und Südfinnland, der Schlußakt der Lösssedimentation, die Bildung der großen Binnendünenfelder, die Ausbreitung einer steppenhaften Vegetation in Ablösung der glazialen Tundren sowie der erste Vorstoß subarktischer Wälder.

Nachdem der Rückzug des Inlandeises und die Auflösung des Dauerfrostbodens einsetzte, wurde im nördlichen Mitteleuropa die Dünenbildung zu einem dominierenden Faktor im morphologischen Kräftespiel. Das setzt aber eine grundsätzliche Änderung des Klimas voraus. Die Dünenbildung dauerte bis zur Wiederbewaldung Mittel- und Westeuropas in der frühpostglazialen Birken- (Kiefern-) Zeit, also bis zu einem neuen grundsätzlichen Klimawechsel. Sie wurde nur kurzfristig unterbrochen durch die Allerödschwankung, die Zeit des großen subarktischen Interstadials.

Trockene und verhältnismäßig warme Sommer und wahrscheinlich kühle bis kalte feuchte Winter dürften für die spätglaziale Klimaphase charakteristisch gewesen sein.

Der Beginn der Nacheiszeit wird mit einem genau datierten Ereignis identifiziert: mit dem Zerfall der Inlandeisdecke im skandinavischen Hochgebirge in zwei Teile, mit der Bipartition des restlichen Eisschildes in Mittelschweden (63° nördl. Br.) um 6850 v. u. Z.

In der Alluvialzeit entstanden ohne Zutun des Menschen alle die Ablagerungen, deren Bildungen heute noch vor unseren Augen weitergehen, so besonders die Torf- und Faulschlammschichten, die Schlickabsätze unserer Flüsse und die Dünenbildungen. Im jüngsten Abschnitt dieser Periode greift der Mensch entscheidend in den natürlichen Ablauf der Entwicklungsprozesse ein und bemüht sich, die Arbeit der geologischen Kräfte zu verhindern und die Natur nach seinem Willen umzugestalten.

C. Abriß der Waldgeschichte Mitteleuropas

a) Die Gesetzmäßigkeiten der mitteleuropäischen Grundfolge der Waldentwicklung

Für die Vertreter der historischen Pflanzengeographie sind pollenanalytische Untersuchungen der Moore und Seeablagerungen von besonderem Interesse; sie haben vorzügliche Aufschlüsse über die nacheiszeitliche Waldentwicklung und die postglazialen Klimaschwankungen in unseren Mittelgebirgen und im mittel-

deutschen Trockengebiet (m. Tr.) erbracht. Ich weise besonders auf folgende Untersuchungen hin:

1. aus unseren Mittelgebirgen

- α) über die Sphagnetum-Moore des Brockenmassivs im Oberharz, die in die Fazies der versumpfenden Fichtenwälder übergehen (H. Hesmer, 1928; K. Hueck, 1928; K. v. Bülow, 1932);
- β) über die Hochmoore des Thüringer Waldes (R. Jahn, 1930);
- γ) über die Moore des Erzgebirges und seines nördlichen Vorlandes (K. Rudolph und F. Firbas, 1924; H. Frenzel, 1929 und 1930; H. Schmeidl, 1940);

2. aus dem Flachlande

- α) aus dem Gebiete des Luttersees auf dem Untereichsfeld, 150 m über NN (K. Steinberg, 1944);
- β) aus den Gebieten des ehemaligen Ascherslebener-Gaterslebener Sees (109 bis 107 m über NN) und des ehemaligen Salzigen Sees zwischen Eisleben und Halle (Saale), 80 m über NN (H. Müller, 1949/52 und L. Hein, 1950).

Aus den Bereichen der an Mitteldeutschland grenzenden Landschaften seien u. a. noch genannt die pollenanalytischen Untersuchungen von F. Firbas und K. Rudolph (1926) über die subalpinen Moore des Riesengebirges, von L. Hein (1931) über die märkischen Moore und von W. Selle (1936, 1939, 1940 und 1950) über die südlichen Randgebiete der Lüneburger Heide.

Heute liegen pollenanalytische Untersuchungen von mehr als 1000 Mooren und Seeablagerungen aus dem mitteleuropäischen Raume vor, deren Ergebnisse F. Firbas in seinem Werke „Waldgeschichte Mitteleuropas“ (1949 und 1951) auswertete.

Vergleichende Untersuchungen zahlreicher Pollendiagramme in Verbindung mit dem Studium der aufgefundenen pflanzlichen Großreste ergaben, daß die Waldentwicklung der verschiedenen mitteleuropäischen Landschaften und damit auch des mitteldeutschen Raumes gewisse gemeinsame Züge aufweist. Sie beginnt immer mit einer Vorherrschaft von Kiefern- und Birkenpollen; es folgt eine Massenausbreitung der Hasel und wenig später der Bäume des Eichenmischwaldes (Hauptglieder: Eiche, Ulme und Linde mit je 2 oder 3 Arten; Nebenglieder: Esche, Berg- und Spitzahorn und die Wildobstbäume). Zuletzt breitet sich die Rotbuche aus, die Firbas als den wichtigsten Baum des deutschen Naturwaldes wertet. Rudolph (1930) hat diese Abfolge „historische Grundsukzession“, Firbas (1949) „mitteleuropäische Grundfolge der Waldentwicklung“ genannt.

Die Ausbreitung anderer Holzarten (Fichte, Tanne und Hainbuche) schaltet sich in die Grundfolge an verschiedenen Stellen in den einzelnen Landschaften ein. So läßt sich die spät- und nacheiszeitliche Waldentwicklung als ein von bestimmten Gesetzmäßigkeiten beherrschter Vorgang auffassen.

Die ermittelten Baumfolgen lassen sich aber befriedigend nur durch Änderungen der klimatischen Bedingungen im Ablauf der nacheiszeitlichen Waldgeschichte erklären; andere Faktoren reichen zur Erklärung der erkannten Gesetzmäßigkeiten nicht aus.

Es ergab sich die nachfolgende Periodenfolge:

1. Auf den Ablagerungen der Weichsel- (Würm-) Vereisung liegt eine Tundrenflora mit der Zwergbirke (*Betula nana* L.) und Gletscherweiden. Die Silberwurz (*Dryas octopetala* L.) ist die typische Leitpflanze.
2. Darauf folgt die Birkenzeit; in den Alpen erscheint bereits die Fichte.
3. Die anschließende Haselzeit hatte ein günstigeres Klima, als es heute herrscht. Birken und Kiefern sind zurückgegangen. In den westlichen Gebirgen erscheint die Tanne.
4. In der nun folgenden Periode herrscht der Eichenmischwald (EMW) vor. Linde und Ulme dominieren zuerst, später ist die Eiche vorherrschend. Daraus läßt sich schließen, daß in 4 Monaten des Jahres die Monatsdurchschnittstemperaturen mehr als 10°C betragen haben müssen. Das Klima muß wärmer als in der Gegenwart gewesen sein.
5. Der folgende Abschnitt, die Buchenzeit, ist durch die Ausbreitung und Vorherrschaft der Buche gekennzeichnet. Das Temperaturmittel des Jahres lag nicht unter $3,5^{\circ}\text{C}$.
6. In der Kulturzeit beginnen die menschlichen Eingriffe in die natürliche Waldentwicklung, die zur Zurückdrängung des Laubwaldes und zur Entwaldung ganzer Landschaften geführt haben.

b) Die Hauptabschnitte der Geschichte unserer mitteldeutschen Wälder im Rahmen der mitteleuropäischen Waldgeschichte

Die folgende Übersicht gliedert die Spät- und Nacheiszeit in 10 Abschnitte, die sich in den Pollendiagrammen als Zonen mit verhältnismäßig einheitlicher Pollenführung herausheben und abgrenzen lassen (vor allem nach K. Bertsch, K. v. Bülow, Fr. Firbas, H. Frenzel, H. Groß, L. Hein, H. Hesmer, K. Hueck, H. Müller, K. Rudolph, H. Schmeidl, R. Schütrumpf, W. Selle, K. Steinberg, J. Stoller, P. Woldstedt u. a.).

Späteiszeit (Spätglazial)

Diese Periode umfaßt den Beginn des Rückzuges der Inlandeisfront von den Moränen des Pommerschen Stadiums der Weichsel-Eiszeit, etwa die Zeit von -14000 bis -8000.

Das hochglaziale Pommersche Stadium ist zweifellos eine der Hauptphasen der letzten Vereisung. Der Eisstrom hat hier während eines längeren stationären Stadiums mächtige Moränenwälle aufgetürmt, die für die Oberflächengestaltung Mecklenburgs und Pommerns so bezeichnend sind.

Die großräumige Lösssedimentation hört im Spätglazial auf. In einer baumlosen Tundra können bald die ersten fossilführenden Süßwasserbildungen entstehen.

Während des Spätglazials treten Klimaschwankungen auf; sie erlauben eine Gliederung dieser Epoche in 5 Abschnitte. Vor allem die beiden für die Vegetationsentwicklung klimatisch günstigeren Phasen, das Bölling- und das Alleröd-Interstadial, waren in den letzten Jahren Gegenstand eingehender wissen-

schaftlicher Forschung (Firbas, 1955; Groß, 1945, 1955; Schütrumpf, 1955; Schmitz, 1953). Mit Hilfe der Radiokarbon-Methode konnte in Heidelberg das Alter von zwei Holzproben aus einer der Böllingzeit zugeordneten Kalkmudde des Gaterslebener Sees bestimmt und damit eine für die Geochronologie wichtige Zeitmarke festgelegt werden.

Eine Zeitübersicht der einzelnen Phasen des Spätglazials gibt Tab. 1.

I. Ältere waldlose oder waldarme Zeit (ältere Tundren- oder Dryaszeit)

α) Älteste waldlose Zeit (Älteste Dryaszeit)

Die Temperaturdepression der waldlosen Zeit wird durch das Fehlen der Wälder, durch die reichliche Vegetation von Gräsern und Kräutern sowie durch das häufige Auftreten von Weiden bezeugt.

Die Pollendiagramme zeigen verhältnismäßig viel Nichtbaumpollen (NBP). Arktische und alpine Pflanzen waren weit außerhalb ihrer heutigen Verbreitungsgrenzen zu finden. In der näheren Umgebung des Gaterslebener Sees wuchsen *Betula nana*, *Hippophaea rhamnoides* und Weiden (mit teilweise armdicken Stämmen!) (Müller, 1953). Die Zwergbirke kommt als hervorragendes Glazialrelikt noch auf den Hochmooren des Brockenmassivs (im Roten Bruch 5, im Radauer Born 2 Fundstellen) sowie auf den Kamm-Mooren des Erzgebirges bei Gottesgab vor. Die Standorte der Glazialrelikte, so z. B. auch der Brocken-Anemone (*Anemone alpina* L.) und der Zweifarbigen Weide (*Salix bicolor* EHRH.) auf den höchsten Gipfeln unserer Mittelgebirge sind heute durch eine Hunderte von Kilometern breite Auslöschungszone von den Hauptarealen der nordischen, arktischen und alpinen Florenelemente in der Arktis und in den Alpen getrennt. Auf den Hochmooren der Mittelgebirge hat diese Kälteflora ihre letzten Zufluchtsorte gefunden; sie steht heute unter Naturschutz. Auch unter der Käfer- und Schmetterlingsfauna der höchsten Lagen des Oberharzes finden sich hervorragende Glazialrelikte (Petry, 1914; Bergmann, 1951). Auf der kahlen, windumrauten und häufig von Nebeln eingehüllten Brockenkuppe und auf den Hochmooren des Brockenmassivs in Höhen von über 800 m leben diese kälteliebenden Insekten heute unter klimatischen Verhältnissen, die denen des Eiszeitalters ähneln.

In der ältesten Dryaszeit muß die Wasservegetation schon reichlich entwickelt gewesen sein. Im Luttersee auf dem Untereichsfeld gediehen zahlreiche Algen, Armleuchtergewächse und Laichkräuter (*Potamogeton praelongus* WULFEN, *P. natans* L. und *P. pusillus* L.). Die Seeufer trugen Bestände vom Schlamm-Schachtelhalm (*Equisetum limosum* L.). Die feuchten Senken in der Umgebung des Seebeckens waren mit niedrigem Gebüsch von Gletscherweiden und Zwergbirken bedeckt.

In den Abschnitt I fällt das Magdalénien der „Hamburger Stufe I“ = Meiendorf und der „Hamburger Stufe II“ = Poggenwisch bei Hamburg. „Waldfreie Tundra bedeckte den Boden zur Zeit der Meiendorfer Rentierjäger. Die Bäume waren noch nicht wieder eingewandert; niedrige Zwergbirken und dicht am Boden kriechende Polarweidenbüsche wurden von größeren Grasflächen mit üppiger Moosflora durchbrochen“ (Schütrumpf, 1936).

β) Das Bölling-Interstadial

Der dänische Quartärgeologe J. Iversen beschrieb zuerst im Jahre 1942 auf Grund seiner Untersuchungen der Ablagerungen des ehemaligen Bölling-Sees in Jütland unter dem Namen „Bölling-Schwankung“ eine durch die Vegetationsentwicklung deutlich gekennzeichnete klimatisch günstigere Phase des Spätglazials. Ähnliche Erscheinungen konnten dann auch in Nordwest-, Mittel- und Süddeutschland, in Holland und Norwegen beobachtet werden (Travemünde, Heiligenhafen, Elmshorn, Poggenwisch/Hamburg, Huxfeld, Bodenseegebiet, Schwäbische Alb). Im mitteldeutschen Trockengebiet erkannte H. Müller (1953) ebenfalls in den Ablagerungen des ehemaligen Gaterslebener Sees unter der pollenanalytisch und stratigraphisch durch eine vulkanische Tuffschicht genau datierten Alleröd-Seekreide eine Wärmeschwankung mit Weiden, Baumbirken und wahrscheinlich auch Kiefern, die dem Bölling-Interstadial entsprechen dürfte. H. Schmitz hat das Bölling-Interstadial am inneren Rande von Stauchmoränen des Pommerschen Stadiums bei Travemünde und Heiligenhafen festgestellt.

Auf Grund aller bisher vorliegenden wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse darf mit Sicherheit geschlossen werden, daß das Bölling-Interstadial eine synchrone Wärmeschwankung darstellt, die allerdings erheblich schwächer als das Alleröd-Interstadial und zweifellos jünger als das Pommersche Stadium der Weichsel-Eiszeit war.

Nach Schütrumpf ist sie in den Pollendiagrammen durch den Rückgang der Nichtbaumpollen und einen extremen Birkengipfel gekennzeichnet, stratigraphisch auch durch einen höheren Anteil organischen Materials in den Sedimenten.

„Ein Baumbirken-Vorstoß schob sich zwischen die baumlose Älteste Dryaszeit und die fast bis zum Schluß ebenfalls baumlose Ältere Dryaszeit“ (Groß, 1954).

Um den Anfang und das Ende der Böllingzeit, also um die Dauer dieser Wärmeschwankung zeitlich genau festzulegen, wurden in Heidelberg drei Holzreste aus dem Gaterslebener See mit Hilfe der C^{14} -Methode untersucht. Zwei Holzreste stammten aus einem in 360–380 cm Tiefe liegenden Seggentorf, der nach den Pollendiagrammen unmittelbar vor oder zu Beginn der Böllingzeit gebildet wurde. Die Heidelberger Messungen ergaben ein Alter von etwa 11300 ± 281 v. u. Z. bzw. 10750 ± 320 Jahre v. u. Z.

Für die dritte Holzprobe aus einer Tonmudde, nach dem Pollendiagramm aus dem Beginn der Älteren Tundrenzeit, wurde ein Alter von etwa 10350 ± 260 Jahren v. u. Z. ermittelt.

Setzen wir nach diesen Heidelberger Messungen den Beginn des Bölling-Interstadials auf etwa 11000 v. u. Z. fest und sein Ende auf etwa 10350 v. u. Z., so ergeben sich für seine Dauer etwa 650 Jahre.

γ) Ältere subarktische Zeit; älteste Birken-Kiefern-Zeit

Sie fällt in den Bereich des Gotiglazials und dürfte nur einige wenige Jahrhunderte umfaßt haben.

Die Pollendiagramme zeigen einen Rückgang der NBP. und auch von *Salix*. Die Ausbreitung der Gehölze beginnt. Unter den Baumpollen herrscht *Betula* vor,

dann folgt *Pinus*. Der Luttersee ist bereits in fortschreitender Verlandung begriffen und wandelt sich in ein braunmoosreiches Seggenmoor mit reichen Beständen von Sumpfpflanzen um (*Carex*-Arten und Fieberklee).

Im m. Tr. trugen die Hochflächen um den Gaterslebener See eine Gräsersteppe mit reichen Anteilen von *Helianthemum* und *Artemisia*.

II. Mittlere subarktische Zeit; Allerödzeit; Kiefern-Birken-Zeit; Zeit des großen subarktischen Interstadials

Die Allerödzeit war die wärmste Phase des Gotiglazials.

In der Allerödschwankung erfolgt ein vorübergehender Vorstoß subarktischer Wälder. Das Vorkommen von Waldbäumen ist durch Großreste (Samen, Früchte, Fruchtschuppen, Blätterreste, Nadeln und Spaltöffnungen usw.) von *Pinus silvestris*, *Betula pubescens* und *Populus tremula* bewiesen. Weitverbreitet war auch *Hippophaea rhamnoides*, der Weidenblättrige Seedorn.

Um den Gaterslebener See treten schon ausgedehnte lichte Birken- und Kiefernwälder auf.

Alleröd-Interstadialbildungen konnten nach Groß (1954, 1955) an folgenden Orten Deutschlands festgestellt werden: Elmsborn nordwestlich von Hamburg, Brothener Ufer bei Travemünde, Lutteranger östlich von Göttingen, Wallensen, zwischen Göttingen und Hannover, ehemaliger Gaterslebener See bei Aschersleben, Frankleben im Geiseltal bei Halle und 3 Moore im südlichen Schwarzwald.

In den Zentralalpen hat H. Gams Allerödbildungen im Ötztal noch in einer Höhe von 1800 m über NN und J. Becker in den französischen Alpen in einem Falle sogar in 2100 m Höhe über NN gefunden. Das beweist, daß die Alpen während der Alleröd-Wärmeschwankung bis in Höhen von 2000 m eisfrei gewesen sein müssen.

Alle an den genannten Lokalitäten aufgefundenen Allerödschichten müssen in der gleichen Zeitphase abgelagert worden sein; sie sind zweifellos synchron. Dafür sprechen eindeutig:

- a) die Entdeckung einer vulkanischen Tuff- und Aschelage, die aus dem Laacher Vulkangebiet in der Eifel stammt, inmitten einer Gytja, die nach den pollenanalytischen und stratigraphischen Befunden genau datiert werden konnte; diese dünne, weiße bis weißgraue Schicht vulkanischer Asche aus Serien von Vulkanausbrüchen wurde durch westliche Luftströmungen etwa 250 km weit bis zum Untereichsfeld transportiert, wo sie K. Steinberg (1944) in den Ablagerungen des Luttersees entdeckte. Die gleiche, etwa 3 cm starke Schicht vulkanischen Eifeltuffs wurde von H. Müller in den Ablagerungen des Gaterslebener Sees festgestellt und in den allerödzeitlichen Ablagerungen eines ehemaligen Sees bei Frankleben im Geiseltal;
- b) die absolute Zeitbestimmung von Proben aus allerödzeitlichen Bildungen mit Hilfe der Radiokarbon-Methode.

Durch eine größere Zahl von C^{14} -Datierungen besonders aus Dänemark und Deutschland konnte festgestellt werden, daß der jüngere Teil der Allerödzeit (IIb) etwa den Zeitraum zwischen 10000 und 9000 v. u. Z.

umfaßt, die ältere Allerödzeit (IIa) dürfte also noch bis ins 11. Jahrtausend zurückreichen (Firbas, Müller und Münnich 1955).

Damit dürfte erwiesen sein, daß das Alleröd-Interstadial für große Teile Europas einen ausgezeichneten stratigraphischen und chronologischen Leit-horizont darstellt (Groß, 1954).

Die Alleröd-Wärmeschwankung dauerte mindestens 1000 Jahre; sie endet um 8800 v. u. Z.

Das Interstadial läßt schon gewisse regionale Unterschiede in der Beteiligung von Birke und Kiefer erkennen und erlaubt daher eine Gliederung in einen jüngeren (IIb) und einen älteren Teil (IIa).

Wärmeliebende Pflanzen konnten in den bisher untersuchten mitteleuropäischen Allerödschichten nicht nachgewiesen werden.

III. *Jüngere subarktische Zeit; jüngere Tundren- oder Dryaszeit; die waldarme Birken-Kiefern-Zeit*

Diese Phase fällt in das Ende des Gotiglazials oder in den Beginn des Finiglazials etwa von -8800 bis -8100. Sie entspricht wahrscheinlich dem Eisstand an den fennoskandischen Moränen.

Die subarktischen Birken- und Kiefernwälder der Allerödzeit wurden im Raume zwischen den Alpen und der Ostsee wieder weitgehend vernichtet; zumindest müssen sich die Wälder, die schon viel geschlossener waren, erheblich gelichtet haben. Die Pollendiagramme vom Gaterslebener See lassen eine weitgehende Zurückdrängung der Kiefer und Birke sowie das Vorherrschen einer steppenhaften Vegetation erkennen. Größere geschlossene Waldgebiete finden sich nur in klimatisch besonders begünstigten Landschaften, so in der Oberrheinebene und im Thüringer Becken.

Der Rückgang der Bewaldung kann nur durch eine tiefgreifende Klimaverschlechterung befriedigend erklärt werden. Die Forschungen von Steinberg (1944) zwingen zu dem Schluß, daß das Klima auf dem tiefliegenden und verhältnismäßig geschützten und warmen Untereichsfeld, in einer Seehöhe zwischen 150–200 m, wenn auch keine völlige Verdrängung, so doch eine kräftige Lichtung der schon weitgehend geschlossenen Wälder bewirkt haben muß. Die Waldgrenze liegt heute im nahen Oberharz bei 1000 m und würde ohne die ungünstigen Auswirkungen der Gipfellage noch höher liegen. Der Klimarückschlag der jüngeren Tundrenzeit muß die Waldstufe um mindestens 800 m herabgedrückt haben. Da das heutige Juli-Mittel auf dem Brockengipfel (1142 m über NN) 10,2° C, im Untereichsfeld etwa 17° C beträgt, dürfen wir das Absinken der Julitemperatur um mindestens 6° C veranschlagen unter der Voraussetzung, daß in der jüngeren subarktischen Zeit im wesentlichen die Sommertemperatur den Waldwuchs begrenzte.

In die jüngere Tundrenzeit fallen die in den Randlandschaften der südlichen Ostsee gefundenen Kulturen der endpaläolithischen Rentierjäger. Die Gegend von Ahrensburg bei Hamburg lag damals in der Kampfzone von Wald und Tundra. Die Wälder lieferten Holz als Werk- und Brennstoff. Die Funde von 50 Pfeilen und 2 Bogenstücken und einem behauenen Pfahl aus Kiefernholz beweisen, daß Baumwuchs vorhanden gewesen sein muß.

Abschließend seien noch einige der im letzten Jahrzehnt erzielten Hauptergebnisse der Forschungsarbeiten über die Klimaschwankungen und die Vegetationsentwicklung im Spätglazial genannt (Schütrumpf, 1955).

- a) Wälder haben die Würm-Eiszeit im Periglazialraum zwischen den Ostsee- und den Alpengletschern nicht überdauert.
- b) Durch die Auffindung einer vulkanischen Tuff- und Aschelage, die aus dem Laacher Vulkangebiet in der Eifel stammt, und mit Hilfe der C^{14} -Methode wurde die Bedeutung des Alleröd-Interstadials als eines ausgezeichneten stratigraphischen und chronologischen Leithorizontes für große Teile Europas anerkannt.
- c) An verschiedenen Orten Mitteleuropas wurde das Bölling-Interstadial als synchrone Wärmeschwankung erkannt.

Besonders zwei Fragen bedürfen noch weiterer Klärung:

1. das Vorkommen baumförmiger Birken und Kiefern während der Bölling-Schwankung und evtl. regionale Unterschiede;
2. der steppenartige Vegetationscharakter im Spätglazial.

Das Auffinden von Pollenkörnern von Arten trockener Standorte wie *Artemisia* (Beifuß), *Sanguisorba minor* SCOPOLI (Kleiner Wiesenknopf), *Helianthemum* (Sonnenröschen) und *Centaurea cyanus* L. (Kornblume) hat das Steppenproblem des Spätglazials erneut in den Vordergrund gerückt. Schütrumpf ist der Ansicht, daß die seit den Arbeiten von A. Nehring am Ende des 19. Jahrhunderts bestehende Diskrepanz zwischen den faunistischen und den paläobotanischen Befunden heute noch nicht endgültig lösbar erscheint. „Man neigt vielmehr dazu, aus dem Vorkommen der genannten Arten nicht auf Steppencharakter der spätglazialen Landschaft zu schließen, sondern sieht — dem Vorschlage Erdtmanns zufolge — darin eine ‚Pionierphase‘ vor der endgültigen Wiederbewaldung. Die höchsten Pollenwerte werden nämlich nicht, wie man erwarten würde, im mitteldeutschen Trockengebiet erreicht, sondern nördlich des Alpenlandes. Zeitlich fällt nach den bisher vorliegenden Untersuchungen die stärkste Ausbreitung der genannten Arten anscheinend erst in die jüngere Tundrenzeit“ (Schütrumpf, 1955).

Nacheiszeit (Postglazial)

Beginn des Eisrückzuges von den mittelschwedischen Moränen; nach Sauramo Beginn des Eisrückzuges vom Salpausselkä II in Finnland um 8150 v. u. Z.

Die hier in Frage kommende Eisrandlage des Gotiglazials ist eine der markantesten im nördlichen baltischen Raum und hebt sich besonders in Südfinnland heraus. Mit dem Namen Salpausselkä werden hier zwei mächtige charakteristische Dammrücken bezeichnet, die in einem Abstände von 20–23 km parallel durch Südfinnland verlaufen, das Seeplateau im Süden abgrenzen und sich nördlich des Ladoga verfolgen lassen. Der äußere und der innere Salpausselkä wurden jeder für sich in einer Zeit aufgeschüttet, als die Inlandeisfront stationär war, also als ein Gleichgewicht zwischen Ernährung und Abschmelzung bestand.

IV. *Vorwärmezeit; Präboreal; frühpostglaziale Birken- (Kiefern-) Zeit*

Die Periode gehört noch dem finiglazialen Eisrückzuge an, umfaßt ganz oder teilweise die Yoldia-Zeit und reicht etwa bis zur Bipartition des Inlandeises in Mittelschweden um 6850 v. u. Z.

Das Klima ist noch streng kontinental, kalt und trocken. Westliche Winde beginnen zu dominieren. Es ist die Zeit der Hauptdünenbildungen in unseren Urstromtalungen. Die Bildung geschlossener Wälder beginnt.

Im Gebiete des Gaterslebener Sees wird die Wiederbewaldung mit der Ausbreitung lichter Birkenwälder eingeleitet, die bald von Kiefernwäldern abgelöst werden. Die ersten wärmeliebenden Gehölze (vor allem Ulmen) wandern ein (Müller, 1953). Erstmalig erscheinen in den Diagrammen die Pollen von Hasel, Eiche und Ulme.

V. *Frühe Wärmezeit; Boreal; Haselzeit*

Die Periode umfaßt wenigstens teilweise die Ancyluszeit (6500–5000 v. u. Z.).

Nachdem die letzten Reste des Inlandeises verschwunden waren, setzte ziemlich schnell eine Klimabesserung ein.

Das Boreal war der wärmste und trockenste Zeitabschnitt der Nacheiszeit, auf dessen Höhepunkt die mittleren Jahrestemperaturen nach v. Bülow etwa 4–6° C höher lagen als in der Gegenwart. Westliche Winde herrschten vor.

Auf den Gebirgen lag die Haselgrenze um 300–400 m gipfelwärts höher als heute. Daraus läßt sich schließen, daß das Jahresmittel der Temperatur um mindestens 2,6° C höher lag als in der heutigen Zeit. Die Torfbildung beginnt nach Rudolph in den erzgebirgischen Mooren durchweg mit einem Equisetum-Caricetum. Vom Beginn der Haselzeit erscheinen neben Riedgräsern und Schachtelhalmern auch häufig *Phragmites* als Leitpflanzen, dazu noch *Iris pseudacorus* und *Scirpus silvaticus*. *Phragmites* ist heute in der Kammregion des Erzgebirges nicht mehr zu finden; ebenso fehlen andere Sumpfpflanzen, wie die Wasserschwertlilie, der Wasserschierling (*Cicuta virosa* L.) und die Waldsimse (*Luzula silvatica* GAUDIN), die ebenfalls in der Zeit des Hasel-Maximums den Gebirgskamm besiedelt hatten.

Die Funde von Schilftorf in den Kamm-Mooren in Höhenlagen, die mindestens 400 m über der gegenwärtigen Höhenlage von Schilf (*Phragmites communis* TRIN.) liegen, sprechen für einen im Vergleich zur Gegenwart wesentlich günstigeren Abschnitt im Verlaufe der nacheiszeitlichen Klimaentwicklung. Außerdem erreichten nach Rudolph u. Firbas (1924) die wärmeliebenden Laubhölzer wie Linde, Eiche, Ulme und Erle in den tiefer gelegenen Mooren während der Haselzeit so hohe Prozente (Eichenmischwald bis 25 %, *Tilia* 18 %), daß zum mindesten mit ihrem Vorkommen in nächster Nähe der Kamm-Moore gerechnet werden muß.

Durch die pollenanalytischen Untersuchungen der Brockenmoore durch Hesmer (1928) ist auch für den Oberharz eine nacheiszeitliche Wärmezeit nachgewiesen worden, die eine Erhöhung der Vegetationsgrenze um 400–500 m bewirkte.

Ebenso weisen die in den Ablagerungen des Luttersees gefundenen wärmeliebenden Nixkräuter (*Najas*) und die Binsenschneide (*Cladium mariscus* R. Br.) auf ein wärmeres Klima hin.

Im Gebiete des Gaterslebener Sees hat sich die Hasel, zum Teil wohl als Unterholz der Kiefern- und Birkenwälder, rasch ausgebreitet. „Ulme und Eiche werden häufiger. Aber auch Esche, Linde und Ahorn dürften gegen das Ende des Abschnittes schon eingewandert sein“ (Müller, 1953).

Unter einer dichten geschlossenen Hochwaldecke wäre eine Massenausbreitung der lichtliebenden Hasel in der postglazialen Wärmezeit nicht möglich gewesen. Vermutlich hat ein großer Teil unserer mitteldeutschen Gebirgswälder den Charakter von Steppenheidewäldern gehabt, die infolge ihrer Zusammensetzung aus lichtliebenden Holzarten aufgelockerte Bestände aufwiesen.

In der frühen Wärmezeit sind weit über 90% der meisten Landschaften von geschlossenen Gehölzen bedeckt. Nur in unseren Trockengebieten dürfen wir mit größeren, durch die Trockenheit bedingten Lücken in der Waldbedeckung rechnen; sie haben wahrscheinlich den Charakter von Wiesensteppen gehabt.

VI. *Älterer Teil der mittleren Wärmezeit; älterer Teil des Atlantikums bzw. der Eichenmischwald-Kiefern-Zeit*

Der Abschnitt umfaßt den Ausgang der Ancycluszeit und die ältere Litorinazeit, etwa von 5500–4000 v. u. Z.

Das Klima ist durch die Zunahme der allgemeinen Luftfeuchtigkeit niederschlagsreicher geworden; dadurch wird die Ausbildung des älteren Moostorfes begünstigt.

Der Eichenmischwald breitet sich stark aus und erringt in vielen Landschaften die unbestrittene Vorherrschaft. Neben Eiche und Ulme tritt jetzt die Linde stark hervor. Die Kiefer geht dagegen in den ozeanischen westlichen Landschaften und in den westlichen Mittelgebirgen immer weiter zurück, behält aber in den kontinentalen Gebieten des östlichen Flachlandes ihr Übergewicht. Im Flachlande, in den Mittelgebirgen und im Alpenvorlande kommt es zur Scheidung in ein westliches Laubholz- und in ein östliches Kieferngebiet. „Dieser Gegensatz ist seither das auffälligste Merkmal der mitteleuropäischen Waldgliederung geblieben“ (Firbas, 1949).

Eichenmischwälder müssen im Oberharz zwischen 800–1000 m, im Thüringer Wald wahrscheinlich noch bei 980 m und im Erz- und Fichtelgebirge mindestens in Höhen von 800 m häufig gewesen sein. Daraus darf gefolgert werden, daß die obere klimatische Grenze der Eichenmischwälder damals einige hundert Meter höher als in der Gegenwart gelegen hat. Die klimatische Waldgrenze kann in unseren Mittelgebirgen nirgends erreicht worden sein; nur felsige Gipfel, Blockhalden, Karwände sowie Moore und Seen können das Waldkleid durchbrochen haben.

In den Diagrammen vom Gaterslebener See treten als Anzeichen menschlicher Einwirkung die ersten Getreidepollen auf, gleichzeitig mit *Plantago cf. major*, dem Großen Wegerich.

VII. *Jüngerer Teil der mittleren Wärmezeit; jüngerer Teil des Atlantikums bzw. der Eichenmischwaldzeit*

Die Periode fällt in die Litorinazeit und umfaßt etwa die Zeit von 4000 bis 2500 v. u. Z.

Nach dem derzeitigen Stande der Kenntnis von der Entwicklung unserer mitteldeutschen Wälder darf angenommen werden, daß in Landschaften, die heute

Niederschläge von 500 mm im Jahre erhalten, Eichenmischwälder vorhanden waren; in Landschaften, die heute weniger als 500 mm Niederschläge erhalten (Elbe-Saale-Gebiet mit der Magdeburger Börde), könnte eine gehölzarme, wiesensteppenartige Vegetation auch auf Geschiebemergel und Löß bestanden haben (Firbas, 1949).

Für die Schwarzerdegebiete des thüringisch-sächsischen Trockengebietes haben die besonders von W. Laatsch (1944 und 1948) und H. Wilhelmy (1950) durchgeführten Bodenuntersuchungen erwiesen, daß die Schwarzerdeböden nie Wald getragen haben können.

Zweifellos war der größte Teil des Landes bewaldet. Nach K. Steinberg (1944) hat das Untereichsfeld damals auf seinen lößüberdeckten Buntsandsteinböden Eichenmischwälder getragen. Aus der Umgebung des Gaterslebener Sees ist die Kiefer größtenteils verschwunden. Hier wie auch am Salzigen See deuten die hohen Anteile von *Gramineen*- und *Artemisia*-Pollen auf eine steppenartige Vegetation hin, deren Auftreten innerhalb des Eichenmischwaldgebietes wohl auf menschliche Einflüsse zurückzuführen ist (Rodungen? Wilde Feldgraswirtschaft?) (Müller, 1953).

Nach dem Rückgang der Wärme während der Vegetationszeit müssen die Gipfel unserer Mittelgebirge der klimatischen Waldgrenze näher gekommen sein. Die Verschlechterung des Klimas vom Spätneolithikum bis zur Gegenwart läßt sich am Rückgange wärmeliebender Pflanzen erkennen. Empfindliche Arealverluste haben seit der Bronzezeit erlitten: Hasel, Rot- und Weißbuche, Ulme, Feldahorn, Eiche, Sommerlinde, Wilde Weinrebe, Meer-Nixkraut, Biegsames Nixkraut, Wassernuß, Schneide (*Cladium mariscus* R. Br.) und Flußampfer (*Rumex hydrolapathum* HUDSON).

VIII. Späte Wärmezeit; Subboreal; Eichenmischwald-Buchen-Zeit; Zeit der Buchenausbreitung

Die Periode umfaßt den Ausklang der Litorinazeit und den Beginn der Limnaeazeit, etwa von 2500–500 v. u. Z.

Das Klima dieser Übergangszeit ist kontinental gemäßigt, kühler und trockener als im Boreal.

In den Hochmooren des Norddeutschen Flachlandes, besonders in seinem nordwestlichen Teile, bildet sich der bekannte Grenzhorizont aus, dem äquivalente Trockenhorizonte in den mitteldeutschen Hochmooren der Mittelgebirge entsprechen. Keinesfalls darf aber die Trockenperiode als eine sich katastrophenartig auswirkende Klimaverschlechterung aufgefaßt werden, wenn sie auch einen mehr oder weniger regionalen Charakter besessen zu haben scheint.

„Der große Wandel des Waldbildes, der durch die Massenausbreitung der Buche und im geringeren Maße auch der Tanne und der Hainbuche herbeigeführt wird, hat sich zum größten Teil während dieser Zeit vollzogen“ (Firbas, 1949). Im Flachlande blieb die Herrschaft der Eichenmischwälder ungebrochen.

In den Diagrammen vom Gaterslebener und Salzigen See deuten die fast geschlossene Getreidekurve, die hohen NBP-Werte, besonders von *Plantago lanceolata*- und Wildgraspollen, auf einen mehr oder weniger kontinuierlichen

Getreidebau und damit auf starke menschliche Einflüsse auf die Vegetation hin (Müller, 1953).

IX. *Ältere Nachwärmezeit; das Subatlantikum im engeren Sinne; der ältere Teil des Subatlantikums; die Buchen-Hainbuchen-Eichen-Zeit*

Die Periode umfaßt die Limnaea-Phase der Ostsee und dauert etwa von 500 v. u. Z. bis ins Mittelalter.

Die Feuchtigkeit der Luft nimmt wieder zu. Das Klima kann von dem des letzten Jahrtausends nur noch wenig verschieden gewesen sein. Die Bildung des jüngeren Moostorfes beginnt.

In den Pollendiagrammen treten Buche und Tanne stark hervor. Die Hainbuche breitet sich jetzt aus und erreicht in den Diagrammen vom Luttersee Höchstwerte bis zu 29%.

Die schon im Neolithikum und in der Bronzezeit bewohnten „Altsiedlungsgebiete“ im Sinne von R. Gradmann sind wohl schon als Folge der Besiedlung waldarm gewesen. Gegen die natürliche Erhaltung waldloser Steppen im thüringisch-sächsischen Trockengebiet spricht das reichliche Vorkommen der Buche in warmen Tieflagen.

Die zunächst noch hohen NBP-Werte deuten auf ausgedehnte Siedlungs- bzw. waldfreie Flächen im Gebiete des Gaterslebener Sees und auch des Salzigen Sees. Doch scheint „im jüngeren Teile des Abschnittes, der der älteren Hälfte des ersten nachchristlichen Jahrtausends zugeordnet werden muß, die Bewaldung wesentlich zugenommen, ja möglicherweise sogar ihre höchste postglaziale Ausdehnung erreicht zu haben“ (Müller, 1953).

X. *Jüngere Nachwärmezeit; jüngerer Teil des Subatlantikums; Zeit der stark genutzten Wälder und Forste, der ausgedehnten mittelalterlichen Rodungen*

Der Abschnitt umfaßt die Mya-Zeit der Ostsee, etwa vom Mittelalter um 700 bis zur Gegenwart.

Die Entwicklungstendenz des Klimas ist nicht mit Sicherheit bekannt.

Der Einfluß des Menschen macht sich stark bemerkbar; er führt zum Ersterben der meisten Hochmoore, zum Wiederaufleben der Dünenwanderungen und zur Anreicherung der Kulturböden mit Nährsalzen. Bedingt durch menschliche Einflüsse in die natürliche Waldentwicklung, zeigt sich eine Zunahme der Fichten- und Kiefernpollenwerte in den Diagrammen in Verbindung mit einem Rückzuge aller Laubhölzer. In den Pollendiagrammen vom Salzigen See deuten der stark anhaltende Anstieg der NBP-Werte in Verbindung mit der steil ansteigenden Getreidepollenkurve auf eine fortschreitende Rodung und Verdrängung der Wälder sowie auf eine außerordentlich starke Ausbreitung des Getreideanbaus hin.

c) Das nacheiszeitliche Verbreitungsbild unserer wichtigsten Holzarten

I. *Gattungen, deren Hauptverbreitung in die Späteiszeit fällt: Weiden, baumförmige Birken und Kiefer*

Die Weidenpollen aus den walddlosen und waldarmen Abschnitten der Späteiszeit sind wahrscheinlich auf Gesellschaften von Gletscherweiden und niedrigen

subarktischen Weidengebüsch zurückzuführen. In den ältesten pollenanalytischen Abschnitten vom Gaterslebener See ist der Anteil der Weidenpollen gering. Seit der Allerödzeit spielen Weiden nur noch eine untergeordnete Rolle. „Immerhin sind ausgedehnte Bestände an den Seerändern anscheinend erst gegen das Ende des Boreals von der Erle verdrängt worden“ (Müller, 1953). Die Anteile der Weiden in Schichten der Wärme- und Nachwärmezeit erreichen selten einmal Werte von 5%.

Unsere zahlreichen Weidenarten sind heute am Aufbau der in Mitteldeutschland vorherrschenden Waldgesellschaften nicht beteiligt; ihre Verbreitung beschränkt sich vorwiegend auf die Talungen der Flüsse im Flachland, die Auenwälder und die Flachmoore.

Die ältesten Schichten unserer Moore führen Birkenpollen meist in beträchtlicher Menge; er dürfte wohl zum größten Teil von der Zwergbirke (*Betula nana* L.) stammen.

Eine ausgeprägte Birkenzeit leitete die erste späteiszeitliche Wiederbewaldung ein; Birkenwälder und birkenreiche Wälder spielen dann in der vorwärmezeitlichen Birken- und Birken-Kiefern-Zeit eine bedeutende Rolle. Von der Wärmezeit an setzt der Rückzug der Birke infolge der Konkurrenz anderer Holzarten ein; das birkenreiche Gebiet löst sich auf.

Mit der Entstehung und Ausdehnung der Hochmoore werden mesotrophe Birkenbruchmoore häufiger; auch wurde die Ausbreitung der Birke in der neolithischen Zeit durch die Brandrodungen gefördert, weil sich die Birke zusammen mit der Espe als Pionierholzart bald auf den Lichtungen einstellte und gut entwickelte. Im Oberharz ging an der Wende der älteren und jüngeren Siedlungszeit mit der Birkenausbreitung als Zeichen der Lichtung und Verheidung der Wälder eine deutliche Ausbreitung der *Callunaheide* parallel.

Die Waldkiefer (*Pinus silvestris* L.) drang aus ihren eiszeitlichen Rückzugsgebieten während der Allerödzeit bis in die Landschaften an der Unterelbe und Weser vor; aber schon in der Eichenmischwald-Kiefern-Hasel-Zeit war sie auf dem Rückzuge und büßt ihre Vorherrschaft ein. Die Entwicklung zum heutigen Arealbild beruht also auf einer Arealreduktion, zu der wohl der Konkurrenzkampf mit den Laubhölzern und das immer feuchter werdende Klima des Subatlantikums entscheidend beigetragen haben. Als Frostkeimer meidet die Kiefer das milde atlantische Gebiet. Die Elbe-Linie als wichtige pflanzengeographische Grenze liegt seit dem Atlantikum fest; sie scheidet einen westlichen Teil starker Birkenbeteiligung von einem östlichen, in dem die Birke schwächer vertreten ist.

Im Oberharz tritt die Kiefer nur in der präborealen und borealen Periode auf und findet sich von da ab bis zur Gegenwart nur sporadisch, aber ununterbrochen (Hesmer, 1928). In Thüringen tragen die aus Ortsanden aufgebauten leichtdurchlässigen Bleicherdeböden der Kuppen und Rücken im Raume des Mittleren und Unteren Buntsandsteins vorwiegend Kiefernwald.

II. *Gattungen, deren Hauptverbreitung in die Wärmezeit fällt: Hasel, Eichen, Ulmen und Linden, Fichte*

Die lichtbedürftige Hasel steht in der Pollenerzeugung mit Erle, Birke und Kiefer an der Spitze unserer Gehölze.

Als erste der Holzarten, die höhere Wärmeansprüche stellen, drang sie in die Birken-Kiefern-Wälder der ausklingenden Späteiszeit ein und breitete sich in der birkenreichen Vorwärmezeit kräftig aus. Die Pollendiagramme lassen dann einen Anstieg zu einem Gipfel erkennen, dem borealen „*Corylus*-Maximum“.

Die hohen Haselwerte in den Pollendiagrammen aus Schichten unserer Mittelgebirgshochmoore sind als Beweis dafür angeführt worden, daß der Strauch im Boreal weit über seinen heutigen Höhengrenzen vorgekommen sein muß. Die heutige Höhengrenze der Hasel liegt in den meisten Gebirgslaubwäldungen im Gesamtbereich der Hercynia nach Drude bei 550 m; Standorte in Lagen von 700–900 m sind selten. Nach den Untersuchungen von R. Beck (1899) geht die Hasel heute im Bereiche des sächsischen Erzgebirges nur in wenigen Revieren über 600 m hinaus; die mittlere obere Grenze liegt bei 545 m.

In der borealen Kiefern-Hasel-Zeit muß es aber zu einer Massenausbreitung der Hasel in den höheren Lagen unserer Mittelgebirge gekommen sein. Großreste, besonders von Haselnüssen, wurden nach Firbas (1949) festgestellt:

im Oberharz (Heinrichshöhe 1044 m, Brockenmoor 1000 m, Jakobsbruch 812 m und Radauer Born 800 m),

im Thüringer Wald (Moor bei Langenrain 980 m) und

im Erzgebirge [zahlreiche Kamm-Moore bei Gottesgab bis 1000 m; H. Schreiber (1921) erwähnt ganze Nester von Haselnüssen im älteren Waldtorf der Erzgebirgsmoore].

Die Mehrzahl dieser Funde dürfte vermutlich aus der mittleren Wärmezeit stammen.

Auch die hohen Prozentzahlen des Haselpollens aus Schichten borealen Alters in den Hochmooren des Erzgebirgskammes (z. B. Gr. Kranichmoor 930 m über NN mit 95%; Zinnwald 860 m über NN mit 95%; Filzteich bei Schneeberg 568 m über NN mit 76%) können nicht durch Pollenzufuhren aus tieferen Lagen erklärt werden. „Im Erzgebirge kamen Rudolph und Firbas (1924) zu der Folgerung, daß die obere Grenze reichlichen Haselvorkommens während der frühen Wärmezeit mindestens 400 m höher gelegen haben muß als die heutige mittlere Höhengrenze der Hasel“ (Firbas 1949).

Von der späten Wärmezeit ab läßt sich dann ein starker Abfall der Haselpollenwerte in den Diagrammen nachweisen, der wahrscheinlich durch Klimaänderungen bedingt wurde.

In zahlreichen mesolithischen Siedlungen wurden Haselreste (Holz und Nüsse) zum Teil in solchen Mengen gefunden, daß mit Sicherheit angenommen werden darf, die Nüsse wurden als Nahrungsmittel gesammelt; sie dürften die Rolle des späteren Getreides gespielt haben.

Spätestens im älteren Teile der frühen Wärmezeit müssen Eichen über ganz Deutschland verbreitet gewesen sein. In der mittleren Wärmezeit, der „Eichenzeit“,

spielt die Eiche in der Zusammensetzung unserer Wälder eine bedeutende Rolle; in den Diagrammen erreichen die Eichenpollen Höchstwerte: Luttersee bis 42% (Steinberg, 1944) und nördliches Harzvorland bis 51% (Witt, 1930). Die späte Wärmezeit brachte mit der Ausbreitung der Buche einen Rückgang der Eichen, der auch überall in der Nachwärmezeit anhielt.

Der Grundtyp der Waldvegetation für die meisten Landschaften des mitteldeutschen Trockengebietes ist heute der haselreiche Eichen-Hainbuchen-Winterlinden-Wald. Nach Meusel (1951) ist er der Ausdruck der klimatischen Bedingungen des m. Tr. und kann sich als Endstadium der Vegetationsentwicklung (Klimax) auf verschiedenartigen Geländeformen und Bodenunterlagen (Löß, Lößlehm und Geschiebelehm) entwickeln. Restbestände dieses typischen Eichenwaldes im Bereiche des m. Tr. sind u. a. die Dölauer Heide und das Bergholz bei Halle (Saale), das Müchelholz bei Querfurt, die Waldgebiete der Alten und Neuen Göhle bei Freyburg an der Unstrut, die Wälder an der Wipper bei Freckleben und Sandersleben, der Hakel bei Frose-Nachterstedt, Waldkomplexe an den Rändern des Huys und des Hoppelberges bei Halberstadt und das Steinholz auf den lößbedeckten Kreidesandsteinen bei Quedlinburg.

Die Eichenmischwälder des m. Tr. sind nach Meusel die letzten Reste der ursprünglichen Vegetation; es sind Relikte der postglazialen trocken-warmen Eichenmischwaldzeit, in der Laubmischwälder innerhalb des m. Tr. nur die feuchteren Niederungen und ihre Umgebung und die absonnigen Hanglagen besiedelten. Auf den Kuppen und sonnigen Hängen waren noch Steppenheidegesellschaften weitverbreitet. In der folgenden Buchenzeit wurden die klimatischen Bedingungen für die Ausbreitung der Wälder aber so günstig, daß auch das gesamte m. Tr. von Wäldern besetzt worden wäre, hätte nicht die Weide- und Ackerwirtschaft des Menschen ihre Ausbreitung unterbunden. Sie erhielt auch die Schwarzerde, die sonst unter Waldbedeckung zerstört worden wäre.

Die Ulme wandert als erster Baum des Eichenmischwaldes ein; ihre Ausbreitung beginnt im frühen Boreal. Höchstwerte weisen die Pollendiagramme nach Firbas (1949) an der Wende von der frühen zur mittleren Wärmezeit auf; im Untereichsfeld bis 44% (Steinberg), im Oberharz bei 800 m bis 25% (Broihan, unveröff.) und im Erzgebirge bei 820 m bis 19% (Schmeidl, 1940).

Von der zweiten Hälfte der mittleren Wärmezeit ab bis zur Gegenwart zeigt sich ein starker anhaltender Rückgang der Ulme, wahrscheinlich bedingt durch die Ausbreitung anderer Holzarten wie Linde, Esche, Fichte, Buche und Hainbuche.

Lindenpollen lassen sich zuerst für die Vorwärmezeit nachweisen. „Die *Tilia*-Kurve setzt in den Diagrammen aus dem Gaterslebener See zur Zeit des borealen Haselmaximums ein“ (Müller, 1953). In der ersten Hälfte der mittleren Wärmezeit werden die Linden häufiger. Unsere Mittelgebirgswälder müssen damals reich an Linden gewesen sein; denn die Pollenhöchstwerte sind beachtlich. Sie betragen im Oberharz bei 790 m bis 40% (Hesmer, 1928) und im Erzgebirge bei 830 m bis 21% (Schmeidl, 1940). Aber bereits in der zweiten Hälfte der mittleren Wärmezeit setzt ein ständiger Rückgang ein. „Die Nachwärmezeit erscheint schließlich gegenüber den früheren Zeitabschnitten als eine Zeit größter Lindenarmut“ (Firbas, 1949).

Der Laubwald am Südrande der Colbitz-Letzlinger Heide im Bereiche der Plankener Endmoräne umfaßt heute in den Jagen 67 und 68 den größten zusammenhängenden Bestand der Winterlinde (*Tilia ulmifolia* SCOPOLI = *T. parviflora* EHRH.) in Deutschland; er steht unter Naturschutz.

In den meisten deutschen Landschaften hat die Fichte (*Picea excelsa* LINK) in den spätglazialen Kiefern- und Birkenwäldern gefehlt. Erst in der Vorwärmezeit verliert sich allmählich die auffällige Fichtenarmut. Schon im Boreal zeigt sich die Bevorzugung der Gebirge (Sudeten, Erzgebirge, Böhmisches-Bayrischer Wald). Der Harz hebt sich in der mittleren Wärmezeit als fichtenreiche Insel heraus. In der mittleren und späten Wärmezeit setzt eine Massenausbreitung der Fichte in den höheren und tieferen Lagen unserer Mittelgebirge ein, die als „Fichtenzeit“ genau charakterisiert ist. Im Harz ging dieser „Fichtenzeit“ eine ausgeprägte Eichenmischwaldzeit voraus. Seit der atlantischen Zeit ist die Fichte an der Bildung der Oberharzwälder hervorragend beteiligt. Im Harz und Thüringer Wald war sie ursprünglich nur in den höchsten Lagen heimisch. Ihr Auftreten an der Baumgrenze des Brockens und in den höchstgelegenen Teilen des Thüringer Waldes weist deutlich auf ihren nordisch-kontinental-montanen Charakter hin.

Die ursprünglich untere Grenze des reinen Fichtenwaldes liegt im Harz in Höhen von etwa 750–800 m. Der Wald stockt in der Regel auf stark podsolierten Gebirgsböden, ist oft recht artenarm und zeigt starke Rohhumusbildung.

Der Brockengipfel trägt seine charakteristische Baumgrenze (Fichten) aus rein natürlichen Ursachen. Die mechanischen Einwirkungen des Windes sind so heftig, daß die Kuppe waldfrei bleibt und eine natürliche Rasengesellschaft trägt: die *Nardus stricta*-*Pulsatilla alpina*-Assoziation (Tüxen, 1937).

Im Thüringer Wald ist die Fichte oberhalb der 700-m-Linie der vorherrschende Waldbaum. Hier lassen sich von den ertragreicheren Böden bis zu den ärmeren Böden folgende Fichtenwaldtypen unterscheiden: Sauerklee-Krauttyp, Heidelbeertyp, Waldschilftyp und Sphagnumtyp.

III. Gattungen, deren Hauptverbreitung in die Nachwärmezeit fällt: Rot- und Hainbuche und Tanne

In der Nacheiszeit hat sich die Rotbuche (*Fagus silvatica* L.) erst lange nach den Bäumen des Eichenmischwaldes ausgebreitet. Ihre Refugien lagen im Mittelmeerraum westlich und östlich der Alpen. Erst während der mittleren Wärmezeit breitete sich die Buche dann über unsere gesamten Mittelgebirgslandschaften aus. Die Massenausbreitung setzte in der späten Wärmezeit ein. Heute sind die nordwestdeutschen Mittelgebirge von der Eifel bis zum Harz und Thüringer Wald die Hauptgebiete der Rotbuche mit dem Werra-, Leine- und Weserbergland als Hauptzentren ihrer optimalen Entwicklung; auch auf den milden kalkhaltigen Humusböden der Höhenzüge des nordwestlichen subhercynischen Vorlandes (Elm, Asse, Oderwald, Fallstein, Huy) sind die Buchenwälder noch hervorragend entwickelt.

Im Harz ist die Buche der vorherrschende Waldbaum. Der Fichtenwald im Raume des Brockenmassivs ragt inselartig aus den Buchenwäldern des niedrigeren

Berglandes heraus. In den um den östlichen Harz herumziehenden Waldsteppengebieten fehlt die Buche bereits fast vollständig.

„Nur auf den Hügeln dringt der Buchenwald des Westens in geschlossenen Siedlungen in das mitteldeutsche Trockengebiet vor, wie andererseits in der montanen Region des Harzes und des Thüringer Waldes die Fichte die Saale-Elbe-Linie gen Westen überschreitet. So kommt jene für das Vegetationsbild Mitteleuropas bezeichnende Verzahnung der Waldgesellschaften zustande“ (Meusel, 1939).

Im Harz war die Buche früher in den oberen Lagen häufiger und verbreiteter. Noch im 18. Jahrhundert war die Buche im nordwestlichen Thüringer Wald bis zum Inselsberg (916 m über NN) die vorherrschende Laubholzart; sie hat dann wie im Harz durch die Fichtenaufforstung schwere Arealverluste erlitten.

Die Hainbuche (*Carpinus betulus* L.), ein Baum der Ebene und des unteren Hügellandes, dürfte nach H. Müller (1953) bereits in der mittleren Wärmezeit in der Umgebung des Gaterslebener Sees vorgekommen sein. Aus ihren eiszeitlichen Rückzugsgebieten in Südosteuropa nach Westen vordringend, breitete sie sich in unserem Gebiete in der späten Wärmezeit aus. Aber erst in der Nachwärmezeit erreicht sie ihre größte Häufigkeit. „Die höchsten *Carpinus*-Werte wurden bisher im Untereichsfeld in einem Lößgebiete gefunden (29% nach Steinberg). In den höheren Gebirgslagen sind sie niedriger, aber oft noch erstaunlich hoch: im Oberharz bei 1000 m bis 15% (Firbas, Losert und Broihan, 1939) im Thüringer Wald bei 820 m bis 15% (Jahn, 1930) ... Im Harz und im Untereichsfeld läßt sich das Alter des Hainbuchengipfels genauer angeben. Im Harz liegt er unmittelbar vor dem Beginn der geschlossenen Getreidekurve, der nach der Siedlungsgeschichte des Gebirges und seines Vorlandes in die Zeit zwischen 800–1200 u. Z. zu stellen ist. Danach fällt also der hainbuchenreiche Abschnitt ähnlich wie im nordwestdeutschen Flachlande in die zweite Hälfte des ersten Jahrtausends“ (Firbas, 1949).

Die Einwanderung der Tanne (*Abies alba* MILLER), eines vorwiegend südmitteleuropäischen Gebirgsbaumes, aus ihren eiszeitlichen Zufluchtsstätten auf der Apenninhalbinsel nach Deutschland begann erst in der mittleren Wärmezeit. Im Verlauf der späteren Wärmezeit kam es in den östlichen Mittelgebirgen zu einer kräftigen Ausbreitung der Tannen, wobei schon die äußersten Verbreitungsgrenzen erreicht wurden. Die Nordgrenze ist heute nach Dengler eine Grenze gegen die Trockengebiete mit einer jährlichen Niederschlagsmenge von unter 600 mm; die Ostgrenze wird durch die Winterkälte kontinentaler Landschaften diktiert.

In den letzten Jahrhunderten ist die Tanne fast überall stark zurückgegangen, insbesondere in den östlichen Mittelgebirgen vom Thüringer Wald über das Fichtel- und Erzgebirge bis zu den Westsudeten. Bis in den Oberharz ist die Tanne in der Nacheiszeit niemals vorgedrungen.

D. Die nacheiszeitliche Entwicklungsgeschichte unserer Steppenheiden

Auf Karten mit der Gesamtverbreitung von typischen xerothermen Arten der Steppenflora — der Leit- oder Charakterpflanzen im Sinne von R. Gradmann — fällt auf, daß die Areale der Steppenheiden unserer Heimat im Vergleich zu ihren

im südöstlichen Eurasien gelegenen Hauptarealen und Entfaltungszentren wie winzige Inseln erscheinen. Deutlich treten ausgesprochene Trockengebiete als Häufungszentren hervor, wobei die Sand-, Kalk- und Lößböden oder Schwarzerden überwiegen.

In Mitteldeutschland sind es folgende Landschaften und Örtlichkeiten:

1. das Elbtal bei Dresden und Meißen sowie das sächsische Hügelland;
2. das Thüringer Becken mit seinen Zechstein-, Muschelkalk- und Gipsbügeln, namentlich das untere Unstruttal zwischen Artern und Freyburg (der Wendelstein bei Memleben, die Steinklöße bei Nebra); der Südrand des Kyffhäusers zwischen Bad Frankenhausen und Steintalleben; der Spaten, ein Gipskeuperhügel bei Hemleben; die Muschelkalkhöhen bei Weimar, Arnstadt und Espenfeld; die Schwellenburg bei Erfurt, ein Gipskeuper-Zeugenberg; der Gr. Seeberg bei Gotha; der Alte Stolberg bei Nordhausen;
3. das Saaletal;
4. das östliche und nördliche Harzvorland (Gebiet der Mansfelder Seen, die subhercynische Kreidemulde, besonders die Schichtrippenlandschaft zwischen Quedlinburg-Halberstadt-Westerhausen-Blankenburg, und die Magdeburger Börde.

Auf folgenden „Einwanderungswegen“ dürften die xerothermen Florenelemente hauptsächlich von ihren euroasiatischen Hauptarealen und Entfaltungszentren aus, westwärts vordringend, Mitteldeutschland erreicht haben:

1. vom mittleren Böhmen elbabwärts in das sächsische Elbhügelland und von dort aus weiter nach dem Saale-Unstrut-Raum des Thüringer Beckens bis in die Umgebung von Halle (Saale) und Magdeburg;
2. von Bessarabien und Podolien aus am Nordrande der Karpaten und Sudeten entlang zum Weichsel- und Odertal;
3. dem Zuge der weiten mitteleuropäischen Urstromtalungen folgend.

Mitteleuropa ist unter den heute herrschenden klimatischen Bedingungen Waldland. „Unsere Steppenheiden sind weiter nichts als verarmte Hugelsteppen innerhalb des mitteleuropäischen Waldgebietes“ (Meusel, 1950). Damit ergibt sich die Frage nach der Einwanderungszeit der Steppenelemente nach Mitteldeutschland. Hier sind Untersuchungen aus dem Bereiche des mitteleutschen Trockengebietes von besonderer Wichtigkeit. „Bereits im Laufe des Spätglazials dürfte die Vegetation einen steppenhaften Charakter angenommen haben, d. h. an gehölzarmen Vegetationstypen trockener Böden reich geworden sein. Dafür sprechen vor allem die Pollenwerte von *Artemisia* und *Helianthemum* und *Gramineen* sowie das vereinzelte Auftreten der Pollen von *Scabiosa* und *Sanguisorba minor*. *Artemisia* kann vor der Allerödzeit bis zu 10,3% der GS, *Helianthemum* bis zu 2,6% der GS erreichen“ (Müller, 1953).

Einwanderung und Ausbreitung der wärme- und lichtliebenden Steppenelemente dürfte am Ende der Vorwärmezeit abgeschlossen gewesen sein. „In unseren im Regenschatten der Gebirge liegenden Trockengebieten, die heute weniger als 500 mm

Niederschlag erhalten (das subhercynische Hügelland mit der Magdeburger Börde, das Gebiet der unteren Saale und das Thüringer Becken), waren die meisten Landschaften zu 90 % und mehr von geschlossenen Gehölzen bedeckt“ (Firbas, 1949).

Die Voraussetzungen für eine weitere Ausbreitung der Steppenpflanzen waren gering; denn die weiten Waldflächen unterbanden das Durchwandern größerer Strecken. Auch die Klimaänderung mit dem Beginn des Atlantikums, eingeleitet durch die Litorinasenkung (Flandrische Transgression) und die Öffnung des Kanals um 5500 v. u. Z. mit dem Übergang des kontinental-ariden Klimas zu einem niederschlagsreichen milden ozeanisch getönten Klima, war der Ausbreitung der Steppenflora nicht günstig. Die schattenspendenden Buchenwälder vergrößerten ihre Areale. Die Siedlungsmöglichkeiten für die Vertreter der lichtliebenden Steppenelemente wurden auf die kleinen Reliktinseln eingengt, die wir heute in der Gegenwart antreffen. Außerdem haben die Steppenheiden auch infolge von Aufforstungen einst waldfreier Bergkuppen und Sandgebiete erhebliche Arealverluste erlitten. Die Kreidesandsteinhöhen der Klus-, Spiegels- und Thekenberge bei Halberstadt waren einst unbewaldet und dienten bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts nur als Schaftrift. Aber zahlreiche Arten unserer Steppenflora müssen hier einst weit verbreitet gewesen sein; denn noch heute finden wir zerstreut zahlreiche engbegrenzte Stellen, wo sich einzelne ihrer Vertreter, so z. B. *Prunella grandiflora* JACQ., *Prunella alba* PALLAS, *Silene Otites* WIB., *Stipa capillata* L., *Adonis vernalis* L., *Pulsatilla pratensis* MILLER, am Rande des Kiefernforstes, auf Lichtungen, auf Felsensimsen und an den Hängen von Hohlwegen zähe behauptet haben.

Das thüringisch-sächsische Trockengebiet an der Mittelelbe und der unteren Saale ist mit 3845 km² das größte Trockengebiet Deutschlands, in dem der Löß die verbreitetste und landwirtschaftlich wertvollste Bodenart ist. Heute ist es fast waldfrei. Waldbildung wäre aber unter den klimatischen Bedingungen der Gegenwart selbst in seinen trockensten Bezirken (Poplitz im Saalkreis, Oberröblingen zwischen Halle/Saale und Eisleben und Egelu mit 430 mm bzw. 441 mm jährlichen Niederschlagswerten) durchaus möglich.

Zur Klärung der Vegetationsgeschichte der mitteldeutschen Schwarzerdegebiete wurden pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt. Als Gesamtergebnis dieser Arbeiten im Gebiete des früheren Remkerslebener Sees in der Magdeburger Börde, des ehemaligen Gaterslebener Sees im östlichen Harzvorland und der Mansfelder Seen stellte Firbas (1952) fest: „Das mitteldeutsche Trockengebiet mit heutigen Niederschlägen unter 500 mm muß seit dem Beginn des Postglazials bis zum Einsetzen der neolithischen Besiedlung zum mindesten sehr stark mit Wäldern durchsetzt gewesen sein. Zu der Frage, ob neben diesen Wäldern auf den Lößplateaus mit ihren Schwarzerden offene Steppen vorhanden waren, läßt sich auf Grund der Pollenuntersuchungen noch nichts sagen.“

Nach den Untersuchungen von H. Müller (1953) läßt sich aus dem Anteil der NBP-Werte am Gesamtpollen in der Nacheiszeit „mit Sicherheit nur schließen, daß um den Gaterslebener und wohl auch um den Salzigen See bis ins jüngste Atlantikum (VII) ausgedehnte Wälder vorhanden waren, ohne das mögliche, gleichzeitige Vorhandensein von größeren oder kleineren Steppeninseln ausschließen zu können. Vor der neolithischen Besiedlung bleiben die NBP im Gaterslebener

See meist unter 7% des Gesamtpollengehaltes und sind damit nur wenig häufiger als etwa im Federsee und im Alpenvorland. Es muß also wenigstens die nähere Umgebung des Sees von ausgedehnten Wäldern bedeckt gewesen sein. Daß daneben auf den Schwarzerden offene Steppen bestanden haben, ist trotzdem möglich, aber durch Pollenuntersuchungen nicht sicher nachgewiesen. Noch weniger läßt sich das Ausmaß der vermutlich gehölzfreien Gebiete bestimmen.“

Konnten pollenanalytische Untersuchungen bisher keine eindeutigen Aufschlüsse erbringen, so haben bodenkundliche Untersuchungen (Laatsch, 1944 und 1948; Schwarz, 1948; Wilhelmy, 1950) den Nachweis erbracht, daß die Schwarzerde nicht aus ehemaligen Waldböden hervorgegangen sein kann. K. Schwarz nimmt an, daß der mitteldeutsche Tschernosiom zumindest neolithisches Alter besitzt. Damit würde ein wichtiger Anhaltspunkt für die Beurteilung des Alters der mitteldeutschen Steppen auf Schwarzerdeböden vorliegen.

Die Schwarzerde der mitteldeutschen Landschaften ist ein humusreicher Boden, dessen Humusgehalt unter 4% liegt. Der Tschernosiom der ukrainischen Waldsteppe weist dagegen nach W. Laatsch bis 16% auf. Die Humusanreicherung geht bei den echten Schwarzerden der Steppe im semiariden und ariden Klima auf periodische Unterbrechungen der bakteriellen Abbauprozesse infolge sommerlicher Trockenheit und winterlicher Kältestarre zurück. Die chemischen und bakteriellen Bodenprozesse ruhen

im Zentrum der südrussischen Steppen für die Dauer von 5 Winter- und 3 Sommermonaten,
im thüringisch-sächsischen Tschernosiomgebiet in der Umgebung von Halle (Saale) einen Wintermonat und 3 Sommermonate.

Bei gleicher Länge der sommerlichen Ruhepause in beiden Gebieten verkürzt sich die Winterruhe in ostwestlicher Richtung um 4 Monate, geht also mit der in gleicher Richtung abnehmenden Kontinentalität des Klimas parallel. Unsere mitteldeutschen Böden sind weiter vom klimatischen Optimum der Schwarzerdebildung entfernt als die südrussischen Landschaften.

H. Wilhelmy (1950) stellt als wichtigste Punkte seiner eingehenden Untersuchungen über die Bildung der Schwarzerde heraus:

1. Die Schwarzerde bildet sich in ariden und semiariden Klimaten, in denen eine längere winterliche und sommerliche Ruhepause den bakteriellen Abbau der organischen Substanz verzögert.
2. Die ursprüngliche Vegetationsform in derartigen Klimaten ist die Steppe. Die Schwarzerde ist der Klimaxboden der Steppe: ohne Steppenvegetation keine Schwarzerde.
3. Das Auftreten der Schwarzerde in Klimazonen, die keine optimalen Bedingungen für die Existenz einer Steppenvegetation bieten, weist darauf hin, daß die Schwarzerde ein Vorzeitboden ist, der unter den gegenwärtigen klimatischen Bedingungen allmählich degradiert. Die echte Schwarzerde kann in jedem Falle nur als ein Steppenboden erklärt werden und kann nirgends aus ehemaligen Waldböden hervorgegangen sein.

W. Laatsch und K. Schmalfuß äußerten sich im gleichen Sinne und betonten, daß die Bildung der Schwarzerde „mit Sicherheit aus der Einwirkung eines bestimmten Steppenklimas und einer Steppenvegetation auf Ca- und Mg-reiche Ausgangsgesteine erklärt werden muß“.

E. Das nacheiszeitliche Verbreitungsbild unserer Salzflora

Zerstreut finden sich in Deutschland binnenländische Salzstellen, die meist auf natürliche Solquellen zurückzuführen sind oder aber ihren Salzgehalt dem künstlichen Erbohren einer Salzquelle verdanken. A. Schulz (1901 und 1907) grenzt das reichste Salzpflanzengebiet des deutschen Binnenlandes, den Saale-Bezirk, durch folgende Orte ab: Magdeburg–Schönebeck–Köthen–Landsberg–Markranstädt bei Leipzig–Bad Kösen–Weimar–Erfurt–Gotha–Kelbra–Eisleben–Aschersleben–Halberstadt–Braunschweig–Helmstedt–Wolmirstedt–Magdeburg. In diesem Raume liegen als kleine Inseln unsere bekanntesten mitteldeutschen Salzpflanzengebiete: Sülldorf bei Magdeburg; Staßfurt–Leopoldshall–Hecklingen; Lössen, Burgliebenau und Zscherben bei Merseburg; Kötzschau, Keuschberg, Teuditz und Kauern unweit Dürrenberg; Aseleben am Süßen See bei Eisleben; Artern, Ringleben, Esperstedt, Bad Frankenhausen und an der Numburg bei Kelbra am Kyffhäuser.

C. A. Althage und B. Roßmann (1940) haben die Halophytenflora im mitteldeutschen Trockengebiet nach soziologischen Gesichtspunkten untersucht und ihre gesetzmäßige Gliederung dargelegt. Es ergab sich, zum Teil in Übereinstimmung mit der pflanzlichen Besiedlung der Wattenmeerküste, eine Reihe von Halophyten-gesellschaften vom *Salicornia*- über den *Triglochin*- zum *Arrhenatherium*-Verbande, wobei nicht so sehr der absolute NaCl-Gehalt des Bodens, als vielmehr dessen Verhältnis zum Wasservorrat, also die Konzentration der Bodenlösung, eine ausschlaggebende Rolle spielt.

Unsere mitteldeutschen halophylen Arten dürften ebenso wie die Steppenheideflora aus den Steppengebieten des südöstlichen Eurasiens im Spätglazial und im Präboreal eingewandert sein. Bei einigen Elementen ist am ehesten die Bindung des Gesamtvorkommens an bestimmte Bodeneigenschaften aufzuzeigen (Meusel, 1943). Diese Elemente haben ihre Hauptverbreitung auf den Salzböden der Halbwüsten des turanisch-orientalischen Gebietes. Von dort aus dringen sie an Binnensalzstellen vereinzelt weiter nach Westen vor; außerdem haben sie sich an den Küsten des Atlantiks und des Mittelmeeres angesiedelt. Zugvögel haben zu ihrer Verbreitung beigetragen, da sie salzhaltige Kräuter bevorzugen.

F. Die nacheiszeitliche Entwicklungsgeschichte unserer Mittelgebirgshochmoore

Die großen Hochflächen unserer Mittelgebirge sind die Träger von Hochmooren, die auf festen Böden durch Versumpfung von Wäldern hervorgegangen sind. Es sind baumarme Moore mit uhrglasartiger Wölbung und typischem Wechsel von nassen Schlenken und trockenen Rüllen. Bedingungen für ihre Bildung und Entwicklung waren stets die im Verhältnis zur Verdunstung hohen Niederschlagsmengen sowie neben der Nährstoffarmut der Böden die erschwerten Abflußverhält-

nisse infolge der geringen Neigung der Flächen und wasserundurchlässigen Bodenschichten.

Die meisten Moore des Erzgebirges liegen in der Kammregion in einer Höhenlage von 750–1000 m. Hier erreichen die jährlichen Niederschläge ihre höchsten Werte; sie betragen 900–1200 mm und gehen im westlichen Teil des Gebirges noch darüber hinaus. Im westlichen Erzgebirge treten Hochmoore im Oberlauf der Zwickauer Mulde und im Gebiete des Auersberges (Gr. und Kl. Kranichmoor westlich von Johanngeorgenstadt) sowie im Tale der Schwarzwasser in der Nähe des Fichtelberges auf. Der gesamte Moorboden des Erzgebirges wird auf 10000 ha = 100 km² geschätzt (Firbas, 1949).

Charakteristisch für die Hochmoore des Erzgebirges ist das Vorkommen der Bergkiefer, die in der Varietät *Pinus montana* var. *uncinata* WILLKOMM auftritt; sie wird Hakenkiefer genannt und hat auf deutschem Boden hier im Erzgebirge ihre nordöstlichsten Vorkommen. „Das Pinetum uncinatae ist die kennzeichnende Assoziation der erzgebirgischen Hochmoorflächen. Man kann unsere Hochmoore geradezu als Pinus-uncinata- oder Latschen-Hochmoore bezeichnen... Das Pinetum uncinatae stellt in der Entwicklung der erzgebirgischen Hochmoorflächen unter den gegenwärtigen Bedingungen den Dauerzustand dar, in dem überdies die Entwicklung aller anderen Bestände schließlich zur Ruhe kommt. Trotzdem bedeutet das Pinetum uncinatae noch nicht die klimatische Schlußgesellschaft unserer Hochmoorflächen. Vielmehr ist anzunehmen, daß es bei genügend weit fortgeschrittener Zersetzung des Hochmoortorfes in Fichtenwald übergehen wird, der unter den heutigen klimatischen Verhältnissen die Schlußgesellschaft des Gebirgskammes darstellt“ (Kästner und Flößner, 1933). Im Bereiche der Moorböden war die Fichte immer eine bevorzugte Holzart. Das Wachstum der erzgebirgischen Hochmoore setzte in der borealen Wärmezeit ein, als die Niederschläge zunahmen. Heute tragen die meisten Moore dichte Bestände von Krummholz und sind im Stadium der Entwicklung zur Zwergstrauchheide.

Der Schichtenaufbau der ombrogenen Hochmoore, deren Unterlage meist Granit oder Gneis ist, zeigt nach H. Frenzel (1939) folgendes Bild: „Dem Riedtorf (Equiseto-Caricetum, Scheuchzerietum, Phragmitetum) folgt, manchmal mit einer Bruchwaldbildung als Übergang (= älterer Waldtorf Schreibers), der stark zersetzte ältere Moostorf (Eriophoreto-Sphagnetum). Sein Hangendes bildet der helle, unzersetzte, jüngere Moostorf (Eriophoreto-Sphagnetum). Beide trennt hin und wieder eine Stubbenlage, die dem Weberschen Grenzhorizont entspricht.“ In den Mooren des Erzgebirges haben Schreiber, Rudolph und Firbas den Grenzhorizont und sein annähernd gleiches Alter nachgewiesen. Nach H. Schmeidl (1940), der das Sebastiansberger Hochmoor hinsichtlich der Frage des Grenzhorizontes genau untersuchte, ist der Grenzhorizont sehr deutlich ausgebildet als Oberkante eines stark zersetzten Grenztorfes, der zahlreiche Reste von *Pinus mughus* WILLKOMM, einer Varietät der Bergkiefer *Pinus montana* MILLER, aufweist. Eine Reihe von Lupendiagrammen aus dem älteren Moostorf, dem Grenztorf und den ältesten Schichten des jüngeren Moostorfes ließen kleinere Schwankungen in der Waldbedeckung erkennen. Der Grenzhorizont kann aber nach Schmeidl keiner säkularen Trockenperiode entsprechen. „Wohl aber spricht die Ausbildung des Grenztorfes mit seiner

Stubbenschicht für eine höchstens 200–250 Jahre andauernde Trockenheit, in der sich das Moor unter Zunahme der Ericaceen mit Bergkiefern bewaldet hat. Dies kommt auch in einer höheren Frequenz des Pinus- und des Ericaceen-Pollens im Grenztorf zum Ausdruck. Einen merklichen Einfluß auf die Zusammensetzung der umgebenden Wälder hat diese Klimaschwankung nicht ausgeübt“ (Schmeidl, 1940).

Dem Thüringer Wald mit seinem schmalen Gebirgskamm fehlen die weiten Hochflächen, die sich besonders für die Hochmoorbildung eignen. Nur im Quellgebiet der Schwarza und bei Oberhof finden sich nennenswerte Hochmoorvorkommen; das sind zugleich die Gegenden des Gebirges, welche die höchsten Niederschlagsmengen erhalten.

Den meisten Mooren fehlen im Gegensatz zum Oberharz die seltenen nordischen Vertreter. Die durch forstwirtschaftliche Maßnahmen durchgeführten Entwässerungen haben die Moore zum Absterben gebracht und in torfmoosreiche Zwergstrauchheiden umgewandelt, in die jetzt der Fichtenwald immer mehr eindringt. Das „Große Moor“ am Großen Beerberg (982 m über NN), das auf Quarzporphyr fast unmittelbar auf dem flachen Gipfel liegt, zeigt von allen Mooren noch den ursprünglichsten Charakter.

Alle Moore, die R. Jahn (1930) pollenanalytisch untersuchte, sind aus feuchten, allmählich versumpften Wäldern hervorgegangen. Die Moorbildung begann im Atlantikum. Die Waldgeschichte gliedert Jahn nach folgendem Schema, das sich ohne Zwang in die pollenanalytischen Untersuchungsergebnisse aus anderen deutschen Mittelgebirgshochmooren einfügt:

1. Hasel-Eichenmischwald- (Fichten-) Zeit = frühatlantisch
2. Fichten-Hasel-Zeit = atlantisch
3. Buchenzeit = subboreal und subatlantisch
4. rezente Fichtenzeit = subatlantisch

Irgendwelche ausgeprägten Stubbenhorizonte wurden nicht gefunden.

Im Oberharz gibt es nach K. Hueck (1928) 31 waldfreie Hochmoore, die eine Fläche von 387 ha bedecken; dazu kommen 1250 ha = 12,5 km² vermoorte Fichtenwälder, die auf Torfschichten wechselnder Mächtigkeit (nicht selten 1 m und mehr) stehen.

Alle großen Hochmoorgebiete lagern auf dem Granit des Brockenmassivs, ausgenommen die Moore am Bruchberg, die auf Quarzit liegen.

„Die Durchschnittsmächtigkeit der Hochmoore des Harzes beträgt 3 und mehr Meter, die größte Mächtigkeit (im Lerchenfeld und „Schwarzen Sumpf“ nordöstlich der Achtermannshöhe) 5,5 bzw. 5,8 m. Alle Moore sind aus versumpften Wäldern der Borealzeit hervorgegangen, deren Reste in 20–30 cm Mächtigkeit das Liegende bilden. In Mulden kommt ebenso mächtiger Riedtorf vor. Im Bruchwaldtorf finden sich Reste von Eiche, Buche, Linde, Kiefer, Fichte, die heute z. T. ihre Höhengrenze weit unterhalb dieser Stelle erreichen“ (v. Bülow, 1928). Der sichere Nachweis des Grenzhorizontes ist in den Oberharzer Mooren bisher nicht gelungen.

Vergleiche der lebenden Vegetation des Wachstums- und Stillstandskomplexes mit der Torfzusammensetzung ergaben eine weitgehende Übereinstimmung. Die

Vegetation der Oberharzer Moore hat während der Buchenzeit und der Siedlungszeit, d. h. während des ganzen Subatlantikums, wahrscheinlich nicht wesentlich anders ausgesehen als der heutige Wachstums- und Stillstandskomplex dieser Moore.

Die Torfschichten der untersuchten Moore werden in erster Linie von einer Pflanzengesellschaft aufgebaut, in der neben *Calluna* und *Eriophorum vaginatum* L. vor allem *Sphagnum* aus der Gruppe *acutifolia* vorherrschen, insbesondere *Sphagnum fuscum*, daneben *Sphagnum robustrum*, *rubellum*, *acutifolium*, während *Sph. magellanicum* mehr oder weniger zurücktritt.

Das heutige Klima des Oberharzes muß der Bildung und dem Wachstum der Hochmoore günstig sein, denn bis in die Gegenwart hat das Wachstum angehalten, obwohl der Mensch schon früh durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen des Bergbaus und später durch forstwirtschaftliche Entwässerungsmaßnahmen in den Wasserhaushalt der Moore eingegriffen hat.

G. Eingriffe des Menschen in die natürlichen Vegetationsverhältnisse Mitteldeutschlands

α) Getreide- und Unkrautpollen, Holzkohlenreste und Getreidekörner als Zeugnisse menschlicher Siedlungstätigkeit

Eingriffe des Menschen in die natürlichen Vegetationsverhältnisse des mitteldeutschen Trockengebietes sind seit der Eichenmischwald-Kiefern-Zeit (VI) mit dem ersten Auftreten von Getreidepollen und von *Plantago cf. major* erkennbar. Sie verstärken sich in den folgenden Perioden bis zur Gegenwart immer mehr. In den Pollendiagrammen deuten die hohen NBP-Werte, insbesondere von *Artemisia*-, *Plantago lanceolata*-, Wildgräser- und Getreidepollen, auf eine verstärkte Siedlungstätigkeit, Ausdehnung eines kontinuierlichen Getreidebaus sowie im frühen Mittelalter auf eine ständig fortschreitende Rodung und Verdrängung der Wälder hin.

Gegen das Ende der mittleren (4000–2500 v. u. Z.) und zu Beginn der späten Wärmezeit (2500–800 oder 500 v. u. Z.) breitete sich in Mitteldeutschland eine neolithische Bevölkerung aus, die nicht nur seßhaft war, sondern neben Jagd und Fischerei auch Ackerbau und Viehzucht trieb und eine Anzahl von Kulturpflanzen und Haustieren zu ihrer Verfügung hatte. Ausgangspunkt der Besiedlung war die lichte Waldsteppe. Die Siedler bevorzugten Landschaften mit einer von Natur aus „offenen“, verhältnismäßig gehölzarmen Vegetation: baumarme Grassteppen, Buschsteppen, Waldsteppen (von Waldinseln durchsetzte Steppengebiete) und Steppenwälder (lichte trockene Wälder mit Steppenpflanzenunterwuchs). Die warmen trockenen Tieflagen und in ihnen die Lößböden (Thüringer Becken, nördliches Harzvorland mit der Magdeburger Börde) wurden bevorzugt. Erst im Mittelalter, im wesentlichen zwischen dem 7. und 13. Jahrhundert, wurden durch Rodungen die waldreichen Mittelgebirge erschlossen: der Harz und der Thüringer Wald.

Außer den Pollendiagrammen haben auch Holzkohlenfunde auf dem Dünen- und Gelände des Taubenberges bei Wahlitz unweit von Magdeburg Aufschluß über die Zusammensetzung unserer Wälder im Bereiche des mitteldeutschen Trockengebietes erbracht. F. Fukarek (1955) stellte als Ergebnis seiner eingehenden Unter-

suchungen (Wahlitz-Grabung I, Grabungsjahre 1951/52) an etwa 15 000 Stückchen Holzkohle fest, daß in den Proben die zahlenmäßigen Anteile von Eichen und Kiefern bei weitem die aller anderen Holzarten (Pappel, Birke, Erle, Esche, Ulme, Schneeball, Ahorn, Pfaffenhütchen und Hasel) überragen. Es handelt sich hauptsächlich um Holzfeuerrückstände der Siedler, die ihr Brennholz größtenteils in den Wäldern der Dünen- und Talsandgebiete gesammelt haben; die ausgedehnten Auen- und Bruchwälder wurden offenbar gemieden.

„Auf den Dünen- und Talsandflächen herrschten von der Jüngeren Steinzeit ab wahrscheinlich Eichen-Birken-Wälder.“ Die Kiefer ist seit der Jüngeren Steinzeit im Wahlitzer Gebiet vorhanden und überwiegt leicht unter den Holzarten; in der frühen Bronzezeit, etwa ab 2000 v. u. Z., erreicht dann die Eiche die Vorherrschaft.

Die neolithischen Getreidefunde in den Wahlitzer Grabungen (1951/52) gehören der Jungsteinzeit an bis zum Übergang zur frühen Bronzezeit. Als älteste Kultur ist in Wahlitz die Rössener-Gruppe nachgewiesen; die wesentliche Wirtschaftsgrundlage der Siedler dürfte der Ackerbau gewesen sein. Zwei Getreidearten wurden großflächig angebaut: der Zwergweizen oder Dinkel (*Triticum compactum*) und der Emmer (*Triticum dicoccum* SCHRANK). Die Heimat des Zwergweizens, unseres ältesten Nacktweizens, ist Süddeutschland, wo er durch Kreuzung des Kultur-Einkorns mit dem Hartweizen (*Triticum durum* DESFONTAINES) entstanden ist. Er war das Hauptgetreide der Wahlitzer Siedler; über 30 000 Körner dieser Weizenart wurden gefunden. In Mitteleuropa ist der Zwergweizen heute fast erloschen.

Als zweithäufigste Getreideart (19 000 Körner) wurde bei den Wahlitzer Ausgrabungen der Emmer festgestellt. Sein Anbau erfolgte in Thüringen mindestens schon um 3000 v. u. Z. durch die Bandkeramiker. Als Kulturpflanze hat er sich am längsten in Württemberg gehalten.

Ob in der nächstfolgenden Kulturgruppe von Wahlitz, der Schönfelder, Getreideanbau betrieben wurde, ist ungewiß. „Kulturen am Ende der Steinzeit bzw. vom Beginn der Bronzezeit sind Fundkomplexe mit Zwergweizen zuzurechnen, in dem Emmer, Einkorn und Gerste als Unkraut vorkommen; nur hier finden sich Schalen wildgesammelter Haselnuß . . . Es ist interessant, daß die Gerste als sehr charakteristisches und häufigstes Getreide der Neolithiker . . . nicht nur in Wahlitz, sondern auch den meisten Fundstellen im nördlichen Mitteldeutschland fehlt“ (Rothmaler, 1955).

Das Einkorn (*Triticum monococcum* L.) kommt in den Wahlitzer Funden nur als Einsprengsel und Unkraut vor. Es ist eine aussterbende Kulturform, die leicht verwildert. Heute wird es nur noch in rauen Lagen und auf mageren Böden in Thüringen und Württemberg angebaut.

β) Eingriffe in die natürliche Waldentwicklung durch Rodung und forstwirtschaftliche Bevorzugung bestimmter Holzarten

Zu Beginn des Neolithikums war Mitteleuropa ein fast geschlossenes Waldland. In unseren Trockengebieten ähnelte der parkartige Eichenmischwald mit seinen eingestreuten Inseln von Trockenrasen wahrscheinlich der Waldsteppenzone,

die als 200—300 km breiter Gürtel den Übergang vom mittell russischen Waldgebiet zu den Steppenlandschaften nördlich des Schwarzen Meeres vermittelt.

Die wachsende neolithische Bevölkerung mußte sich vor allem mit der verschiedenen Siedlungseignung der vorhandenen Wälder auseinandersetzen. Als sicher darf angenommen werden, daß ein großer Teil der im Neolithikum und in der Bronzezeit angebauten Böden dem Walde abgewonnen wurde; mit Rodungen durch Brand und wohl auch mit der Axt und durch nachfolgende Beweidung drängte man den Wald zurück.

Mit dem 7. oder 8. Jahrhundert beginnt eine große Rodungsperiode, die bis ins 13. Jahrhundert andauert. „Jetzt greift die Siedlungstätigkeit auch auf die Gebiete der geschlossenen Wälder über, die vorher fast völlig gemieden wurden, dabei hat die mittelalterliche Rodung zunächst besonders hainbuchen- und erlenreiche, bald auch buchenarme Wälder getroffen, die Eiche aber relativ geschont“ (Müller, 1953).

Forstwirtschaftliche Maßnahmen haben in den letzten Jahrhunderten auch erhebliche Bestandsveränderungen unserer Mittelgebirgswälder bewirkt. Im Harz verlief um die Mitte des 17. Jahrhunderts die Fichtengrenzlinie von Wernigerode über Harzburg, Goslar, Langelsheim, Seesen, Northeim, Osterode, Herzberg, Sieber, Hohegeiß, Stiege nach Rübeland. „Das Ausgangs- und Kerngebiet der Verbreitung lag offenbar von alters her im Brockenmassiv und den in seiner Nähe gelegenen, meist über 900 m hohen Bergen“ (Dengler, 1913). Das heutige Bestandsbild zeigt gegenüber der Verteilung um das Jahr 1700 einschneidende Veränderungen. Die Areale der Fichte nahmen auf Kosten der Rotbuche erheblich zu. Die Buchenbestände erlitten gewaltige Arealverluste; Reste ihrer früher nachweisbaren Verbreitungsgrenzen haben sich bis heute erhalten. Dengler konnte ihre letzten Exemplare und jungen Naturausschlag noch bei 900 m feststellen und stellt als Ergebnis seiner Untersuchungen heraus, daß die großen Bestandsveränderungen in der Hauptsache auf den menschlichen Einfluß zurückgeführt werden müssen.

Die sächsischen Fichtenwälder werden häufig als Musterbeispiele für eine besonders rigorose Umwandlung von natürlichen Mischwäldern in künstliche Reinkulturen der Fichte und Kiefer genannt, die im Laufe weniger Jahrhunderte durchgeführt wurden; weitverbreitet sind heute hier die Heidelbeer-Fichtenwälder.

Literatur

- 1906 Andersson, G.: Die Entwicklungsgeschichte d. skandinavischen Flora. Wiss. Ergebnisse d. internat. Botan. Kongresses Wien 1905; Jena.
- 1936 Althage, C., u. Fr. Jonas: Die Vegetation u. Entwicklung eines mitteldeutschen Trockenrasenbodens bei Merseburg. — Beih. z. Bot. Centralbl. 55, Abt. B, S. 347–372.
- 1940 Althage, C., u. B. Roßmann: Vegetationskundliche Untersuchungen der Halophytenflora binnenländischer Salzstellen im Trockengebiet Mitteldeutschlands. — Beih. z. Bot. Centralbl. 60, Abt. B, S. 135–180.
- 1925 Beate, W.: Über die Ursachen der heutigen Waldverbreitung in dem Gebiet zwischen Elbe und Saale. — Mitteilg. d. Sächs.-Thüring. Ver. f. Erdkde. zu Halle/S., S. 1–119.
- 1899 Beck, R.: Die Verbreitung der Hauptholzarten im Königreich Sachsen. — Tharandter Forstbl. Jahrb. 49, S. 28–69.
- 1951 Bergmann, A.: Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands. — Bd. 1, Jena.
- 1928 Bertsch, K.: Klima, Pflanzendecke u. Besiedlung Mitteleuropas in vor- u. frühgeschichtlicher Zeit nach den Ergebnissen der pollenanalytischen Forschungen. — Ber. d. Röm.-germ. Kommission 18, S. 1–67; Frankfurt a. M.
- 1951 — Geschichte des deutschen Waldes; Jena (4. Aufl. 1953).
- 1947 Bertsch, K., u. F. Bertsch: Geschichte unserer Kulturpflanzen. — 268 S.; Stuttgart.
- 1925 Breitenbach, F.: Die Salzflorenstätten in Nordthüringen. — Mitteilg. d. Thür. Bot. Ver., N. F., H. 36, S. 18–20.
- 1921 Brückner, E.: Geomorphologische Untersuchungen über die Dauer der Postglazialzeit in Schweden, Finnland und in Nordamerika. — Zeitschr. f. Gletscherkde. 12.
- 1944 Büdel, J.: Die morphologischen Wirkungen d. Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. — Geolog. Rundschau Bd. 34, H. 7/8.
- 1950 — Die Klimaphasen der Würmeiszeit. — Die Naturwissenschaften 37, S. 438–449.
- 1951 — Die Klimazonen des Eiszeitalters. — Eiszeitalter u. Gegenwart 1, S. 16–26.
- 1926 Christiansen, W.: Die Westgrenze der Rotbuche in Schleswig-Holstein u. ihre pflanzengeographische Bedeutung. — Schr. d. Naturwiss. Ver. f. Schleswig-Holstein, Bd. 28, H. 2.
- 1913 Dengler, A.: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. — Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen 45.
- 1925 Diels, L.: Beiträge zur Kenntnis des mesophilen Sommerwaldes in Mitteleuropa. — Veröff. d. Geobot. Institutes Rübel in Zürich, 3. Bd. (Festschr. Carl Schröter); Zürich.

- 1954 Dittmer, E.: Interstadiale Torfe in würmeiszeitlichen Schmelzwasser-sanden Nordfrieslands. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* 4/5, S. 172–175.
- 1902 Drude, O.: Der hercynische Florenbezirk (in Engler-Drude: *Die Vegetation der Erde*), 671 S.; Leipzig.
- 1906 — Entwicklung der Flora d. mitteldeutschen Gebirgs- u. Hügellandes. — *Wiss. Ergebnisse d. internat. Bot. Kongresses Wien 1905*; Jena.
- 1950 Eichler, H. J.: Floristische und phytocönologische Untersuchungen des Hakels u. seiner nächsten Umgebung. — *Dissertation Halle/S.*
- 1935 Firbas, Fr.: Zur spät- u. nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte d. Rheinpfalz. — *Beih. z. Bot. Centralbl.* 52, Abt. B, S. 119–156.
- 1936 — Stand u. Darstellung d. spät- u. nacheiszeitlichen Waldgeschichte Deutschlands. — *Forsch. u. Fortschr.* 12, S. 399–400.
- 1947a — Über die späteiszeitlichen Verschiebungen der Waldgrenze. — *Die Naturwissenschaften*, 34. Jg., S. 114–118.
- 1947b — Neuere Arbeiten zur spät- u. nacheiszeitlichen Vegetations- u. Klimageschichte d. Britischen Inseln. — *Die Naturwissenschaften*, 34. Jg.
- 1949 — Waldgeschichte Mitteleuropas. Bd. 1, Jena (Bd. 2, Jena 1952).
- 1951a — Die quartäre Vegetationsentwicklung zwischen den Alpen und der Nord- u. Ostsee. — *Erdkunde, Archiv f. wiss. Geographie* 5, S. 6–15.
- 1951b — Über den heutigen Stand der Pollenuntersuchungen als Hilfsmittel der Quartärforschung. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* 1, S. 102–108.
- 1955 Firbas, Fr., H. Müller u. K. O. Münnich: Das wahrscheinliche Alter d. späteiszeitlichen „Bölling-Klimaschwankung“. — *Die Naturwissenschaften* 42, S. 509.
- 1926 Firbas, Fr., u. K. Rudolph: Pollenanalytische Untersuchung subalpiner Moore des Riesengebirges. — *Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch.* 44, S. 227–238.
- 1939 Firbas, Fr., H. Losert u. F. Broihan: Untersuchungen zur jüngeren Vegetationsgeschichte im Oberharz. — *Planta* 30, S. 422–456.
- 1929 Frenzel, H.: Pollenanalytische Untersuchungen westsächsischer Moore westl. d. Elbe. — *Dissertation Leipzig.*
- 1930 — Entwicklungsgeschichte der sächsischen Moore und Wälder seit der letzten Eiszeit. — *Abhdlg. d. sächs. geolog. Landesamtes* 9, S. 1–119.
- 1952 Frenzel, B., u. C. Troll: Die Vegetationszonen des nördlichen Eurasiens während der letzten Eiszeit. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* 2, S. 154–167.
- 1955 Fukarek, Fr.: Die Holzkohlenfunde der Wahlitzer Grabungen I (Grabungsjahr 1951/52). — *Beiträge zur Frühgeschichte d. Landwirtschaft* II, Nr. 15/1955, *Dtsche Akad. d. Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin*, S. 51–58.
- 1923 Gams, H., u. R. Nordhagen: Postglaziale Klimaänderungen u. Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. — *Mitteilg. d. Geograph. Gesellsch. München* 16.

- 1938 Gauckler, R.: Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer u. geographischer Betrachtung. — Ber. d. Bayrisch. Bot. Gesellsch. in München 23.
- 1910 Gradmann, R.: Über die Bedeutung postglazialer Klimaveränderungen für die Siedlungsgeographie. — Zeitschr. d. Dtsch. Geolog. Gesellsch., 62. Bd.; Berlin.
- 1929 — Die geographische Bedeutung der postglazialen Klimaschwankungen. — Verhandlg. u. wiss. Abhdlg. d. 23. dtsh. Geographentages zu Magdeburg, S. 166–185; Breslau.
- 1940 — Wald und Siedlung im vorgeschichtlichen Mitteleuropa. — Petermanns Geograph. Mitteilg. 68–90; Gotha.
- 1951 Grahmann, R.: Die geologische u. archäologische Stellung d. altpaläolithischen Fundplatzes Markkleeberg bei Leipzig. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 1. Bd.
- 1952 — Das Eiszeitalter und der Übergang zur Gegenwart; Remagen.
- 1930 Groß, H.: Das Problem der nacheiszeitlichen Klima- u. Florenentwicklung in Nord- u. Mitteleuropa. — Beih. z. Bot. Centralbl. 47, S. 1–110.
- 1943 — Der ostpreußische Lebensraum in dem ausklingenden Eiszeitalter. — Der Forschungskreis d. Albertus-Univers., Mitteilg. H. 2, Königsberg (Pr.).
- 1951 — Die moorgeologische Datierung des jüngeren Magdaléniens in Deutschland. — Eiszeitalter u. Gegenwart 1, S. 166–171.
- 1952 — Die Radiokarbon-Methode, ihre Ergebnisse und Bedeutung für d. spätquartäre Geologie, Paläontologie u. Vorgeschichte. — Eiszeitalter u. Gegenwart 2, S. 68–92.
- 1954 — Das Alleröd-Interstadial als Leithorizont der letzten Vereisung in Europa u. Amerika. — Eiszeitalter u. Gegenwart 4/5, S. 189–209.
- 1955 — Weitere Beiträge zur Kenntnis des Spätglazials. — Eiszeitalter u. Gegenwart 6, S. 110–115.
- 1906/31 Hegi, L.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 13 Bde.; München.
- 1931 Hein, L.: Beiträge zur postglazialen Waldgeschichte Norddeutschlands. Pollenanalyse aus märkischen Mooren. — Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 73, S. 5–82.
- 1952 — Pollenanalytische Untersuchungen an den Sedimenten des „Salzigen Sees“ zwischen Eisleben u. Halle. — Hallisches Jahrb. f. Mitteldeutsche Erdgeschichte 1, S. 64–66.
- 1928 Hesmer, H.: Die Waldgeschichte der Nacheiszeit des nordwestdeutschen Berglandes auf Grund von pollenanalytischen Mooruntersuchungen. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, S. 1–67.
- 1925 Hueck, K.: Vegetationsstudien auf brandenburgischen Hochmooren. — Beiträge zur Naturdenkmalpflege 10; Berlin.
- 1928 — Die Vegetation u. Oberflächengestaltung der Oberharzer Hochmoore; Berlin-Lichterfelde.

- 1954 Hundt, R.: Grünlandgesellschaften an der unteren Mulde u. mittleren Elbe. — Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-naturwiss. Reihe 3, S. 883–928.
- 1930 Jahn, R.: Pollenanalytische Untersuchungen an Hochmooren des Thüringer Waldes. — Dissertation Jena, 25 S.
- 1930 Kaiser, E.: Die Steppenheiden in Thüringen und Franken zwischen Saale u. Main; Erfurt.
- 1952 — Südthüringen (Geograph.-Kart. Anst.), 147 S.; Gotha.
- 1954 — Thüringer Becken zwischen Harz u. Thüringer Wald. 127 S.; Gotha.
- 1933 Kästner, Flößner u. Uhlig: Die Pflanzengesellschaften des westsächs. Berg- u. Hügellandes. II. Teil: Die Pflanzengesellschaften d. erzgebirgischen Moore. — Veröff. d. Landes-Ver. Sächs. Heimatschutz z. Erforschung d. Pflanzengesellsch. d. Freistaates Sachsen u. d. angrenzenden Naturgebiete. 208 S.; Dresden.
- 1949 Klute, F.: Rekonstruktion des Klimas d. letzten Eiszeit in Mitteleuropa auf Grund morphologischer u. pflanzengeographischer Tatsachen. — Geographische Rundschau 1949.
- 1951 — Das Klima Europas während der Würmeiszeit u. d. Änderungen bis zur Jetztzeit. — Erdkunde, Archiv d. wiss. Geographie 5, S. 273–283.
- 1944 Laatsch, W.: Dynamik der deutschen Acker- u. Waldböden. — 2. Aufl., 289 S.; Dresden u. Leipzig.
- 1948 — Untersuchungen über die Bildung u. Anreicherung von Humusstoffen. — Beiträge z. Agrarwiss. 3, S. 3–23.
- 1938 Litzelmann, E.: Pflanzenwanderungen im Klimawechsel der Nacheiszeit; Öhringen/Württemb.
- 1940 Losert, H.: Beiträge zur spät- u. nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte Innerböhmens. — Beih. z. Bot. Centralbl. 60, Abt. B, S. 346–394.
- 1953 Mägdefrau, K.: Paläobiologie der Pflanzen; Jena.
- 1937 Meusel, H.: Mitteldeutsche Vegetationsbilder. 1. Die Steinklöbe bei Nebra u. der Ziegelrodaer Forst. — Hercynia 1, S. 8–98; Halle.
- 1938 — Pflanzengeographische Gliederung d. mitteldeutschen Raumes. — Mitteilg. d. Sächs.-thüring. Ver. f. Erdkunde zu Halle/S. 61/62, S. 54–55; Halle.
- 1939 — Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser u. im südlichen Harzvorland. — Hercynia 2, S. 3–372; Halle.
- 1942 — Pflanzengeographische Betrachtungen über mitteleuropäische Waldgesellschaften, 2. Der Buchenwald als Vegetationstypus. — Bot. Archiv 43, S. 305–321.
- 1950 — Wald und Steppe in Mitteleuropa. — Urania 13, S. 126–136.
- 1951 — Über Pflanzengesellschaften: Probleme d. Vegetationskunde, behandelt an einigen Pflanzenvereinen der Heimat. — Urania 14, S. 178–188.

- 1952 Meusel, H.: Die Eichenmischwälder des mitteldeutschen Trockengebietes. — Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg. Math.-naturwiss. Reihe 1/2, S. 49–72.
- 1954 — Über die Wälder der mitteleuropäischen Löß-Ackerlandschaften. — Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg. Math.-naturwiss. Reihe 4, S. 21–35.
- 1955 — Die Laubwaldgesellschaften des Harzgebietes. — Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg. Math.-naturwiss. Reihe 4, S. 901–908.
- 1943 Meusel, H., u. H. Hartmann: Die Gliederung der Buchenwälder im mitteldeutschen Trias-Hügelland. — Bot. Archiv 44, S. 521–543.
- 1953 Müller, H.: Zur spät- u. nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. — Nova Acta Leopoldina, Abhandlg. d. Dtsch. Akad. d. Naturforscher 16, Nr. 110.
- 1935 Müller, O.: Altmark und Elbhavelland. Aufbau, Oberflächengestaltung u. Entwicklungsgeschichte eines Landschaftsraumes des norddeutschen Flachlandes. 336 S.; Burg b. Magdeburg.
- 1956 — Die Vegetationsverhältnisse der subhercynischen Kreidemulde. — H. 2 d. Veröff. d. Heimatmuseums Halberstadt. 56 S.
- 1892 Nathorst, G.: Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis vom Vorkommen fossiler Glazialpflanzen. — Bih. till Vet. Ak. Förd. Stockholm.
- 1894 — Die Entdeckung einer fossilen Glazialflora in Sachsen am äußersten Rande des nordischen Diluviums. — K. Vet. Ak. Förd. 51, Stockholm.
- 1953 Neuwirth, G.: Die Waldgesellschaften des Fallsteins. — Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univers. Halle-Wittenberg. Math.-naturwiss. Reihe 3, S. 929–946.
- 1939 Nietsch, H.: Wald u. Siedlung im vorgeschichtlichen Mitteleuropa. — Mannusbücherei 64, 254 S.; Leipzig.
- 1933 Overbeck, F.: Über das Werden der nordwestdeutschen Moore, Marschen u. Wälder in d. Nacheiszeit. — Forsch. u. Fortschr. 9, S. 40–41.
- 1939 — Die Moore Niedersachsens in geologisch-botan. Betrachtung. — Veröff. d. wirtschaftswiss. Gesellsch. Niedersachsens 52.
- 1952 — Das Große Moor bei Gifhorn im Wechsel hygrokliner u. xerokliner Phasen der nordwestdeutschen Hochmoorentwicklung. — Schriften wiss. Ges. Stud. Niedersachsens e. V., Nr. 41, 64 S.
- 1953 Passarge, H.: Waldgesellschaften d. mitteldeutschen Trockengebietes. — Archiv f. Forstwesen 2; Berlin.
- 1889 Petry, A.: Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäusergebirges. — Dissertation Halle/S.
- 1914 — Über die Käfer des Brockens unter besonderer Berücksichtigung der biologischen Verhältnisse. — Entomologische Mitteilungen 3.

- 1954 Rathjens, C.: Das Schlernstadium u. der Klimaablauf der Späteiszeit im nördlichen Alpenraum. — Eiszeitalter u. Gegenwart 4/5, S. 181–188.
- 1955 Rothmaler, W.: Die neolithischen Getreidefunde von Wahlitz aus den Jahren 1951/52 — Beiträge zur Frühgeschichte d. Landwirtschaft II. Deutsche Akad. d. Landwirtschaftswiss. zu Berlin, Nr. 15, S. 35–50.
- 1931 Rudolph, K.: Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldgeschichte Mitteleuropas. (Bisherige Ergebnisse der Pollenanalyse.) — Beih. z. Bot. Centralbl. 47/II, S. 111–176.
- 1924 Rudolph, K., u. Fr. Firbas: Die Hochmoore des Erzgebirges. — Beih. z. Bot. Centralbl. 41/II, S. 1–162.
- 1954 Rühl, A.: Das südliche Leinebergland. Eine forstlich-vegetationskundliche u. pflanzengeographische Studie. — Dissertation Jena.
- 1922 Rüster, P.: Die subalpinen Moore des Riesengebirgskammes. — 56 S., Dissertation Breslau.
- 1934 Sauramo, M.: Zur spätquartären Geschichte der Ostsee. — Bulletin de la Commission Géologique de Finlande, Nr. 8, 60 S., Helsinki.
- 1939 — Aus der Entstehungsgeschichte der Ostsee. — Schr. d. Physik.-ökonom. Gesellsch. Königsberg, Bd. 71, H. 1.
- 1941 — Die Geschichte der Wälder Finnlands. — Geolog. Rundschau 32, S. 579–594.
- 1951 Scamoni, A.: Waldgesellschaften u. Waldstandorte, dargestellt am Gebiet des Diluviums von Mecklenburg, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen. 108 S.; Berlin.
- 1940 Schmeidl, H.: Beitrag zur Frage des Grenzhorizontes im Sebastiansberger Hochmoor. — Beih. z. Bot. Centralbl. 60, Abt. B, S. 493–524.
- 1921 Schreiber, H.: Die Moore u. die Torfgewinnung im Erzgebirge. — Arb. d. Dtsch. Sekt. d. Landeskulturrates f. Böhmen, 28.
- 1950 Schretzemayr, M.: Die Leitgesellschaft. — Forstwiss. Centralbl. Berlin 69, S. 662–669.
- 1901 Schulz, A.: Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen in Mitteleuropa nördlich der Alpen. — Forsch. z. Dtsch. Landes- u. Volkskunde 13, S. 273–360.
- 1907 — Über die Entwicklungsgeschichte d. gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke d. Norddeutschen Tieflandes. — Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch. 25, S. 515–526 und 536–553.
- 1936 Schütrumpf, R.: Paläobotanisch-pollenanalytische Untersuchungen der paläolithischen Rentierjägerfundstätte von Meiendorf bei Hamburg. — Veröff. d. Archäolog. Reichsinstitutes 1, S. 1–54.
- 1955 — Das Spätglazial. — Eiszeitalter und Gegenwart, 6, S. 41–51.
- 1948 Schwarz, K.: Lagen die Siedlungen der linearbandkeramischen Kultur Mitteldeutschlands in waldfreien oder in bewaldeten Landschaften? — Strena praehistorica (Festschrift M. Jahn), S. 1–28; Halle.

- 1954 Schwarz, O.: Über die Quellen der postglazialen Pflanzeneinwanderung nach Mitteleuropa. — *Urania* 17, S. 121–127.
- 1936 Selle, W.: Die nacheiszeitliche Wald- u. Moorentwicklung im südöstlichen Randgebiet der Lüneburger Heide. — *Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt* 56, S. 371–421.
- 1939 — Ergänzungen zur nacheiszeitlichen Wald- u. Moorentwicklung im südöstlichen Randgebiet der Lüneburger Heide. — *Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanst.* 59, S. 272–288.
- 1940 — Die Pollenanalyse von Ortstein-Bleichsandschichten. — *Beih. z. Bot. Centralbl.* Bd. 60, Abt. B.
- 1950 — Die nacheiszeitliche Vegetationsentwicklung in Niedersachsen. — *Jahrb. d. Naturhist. Gesellsch. Hannover.*
- 1944 Steinberg, K.: Zur spät- u. nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte d. Untereichsfeldes. — *Hercynia* 3, S. 529–587.
- 1910 Stoller, J.: Die Beziehungen der nordwestdeutschen Moore zum nacheiszeitlichen Klima. — *Zeitschr. d. Dtsch. Geolog. Gesellsch.* 62, S. 163 bis 189.
- 1957 Straka, H.: Pollenanalyse u. Vegetationsgeschichte. — Die Neue BREHM-Bücherei H. 202, 88 S.; Wittenberg-Lutherstadt.
- 1937 Tüxen, R.: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. — *Mitteilg. d. florist.-soziolog. Arbeitsgem. in Niedersachsen* 3, 170 S. Hannover
- 1937/39 Verbreitungskarten mitteldeutscher Leitpflanzen:
1. Reihe, *Hercynia* 1, S. 115–120
 2. Reihe, *Hercynia* 1, S. 309–326
 3. Reihe, *Hercynia* 2, S. 314–372
 - 1944 4. Reihe, *Hercynia* 3, S. 144–171
 5. Reihe, *Hercynia* 3, S. 310–337
 6. Reihe, *Hercynia* 3, S. 661–676
 - 1954 7. Reihe, *Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-naturwiss. Reihe* 3, S. 11–49.
 - 1955 8. Reihe, *Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-naturwiss. Reihe* 2, S. 297–333.
- 1927 Walter, H.: Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands; Jena.
- 1902a Weber, C. A.: Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit? — *Zeitschr. d. Dtsch. Geolog. Gesellsch.*, 62; Berlin.
- 1902b — Über die Vegetation u. Entstehung des Hochmoores von Augstumal im Memeldelta mit vergleichenden Ausblicken auf andere Hochmoore der Erde; Berlin.
- 1926 — Grenzhorizont u. Klimaschwankungen. — *Abhdlg. d. naturhist. Ver. Bremen* 26, S. 98–106.

- 1930 Weber, C. A.: Grenzhorizont u. älterer Sphagnumtorf. — Abhdlg. d. naturhist. Ver. Bremen 28, S. 57–65.
- 1936 Wein, K.: Das Pflanzenkleid des Mansfelder Landes. — Mein Mansfeld, Heimatbuch. — Eisleben.
- 1954 Weinitschke, H.: Die Waldgesellschaften des Hakens. — Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-naturwiss. Reihe 3, S. 947–978.
- 1927 Wendt, L., u. K. v. Bülow: Ein Pollendiagramm aus dem Brockengebiet. — Centralbl. f. Min. etc., Abt. B, Nr. 7, S. 277–287.
- 1950 Wilhelmy, H.: Das Alter der Schwarzerde u. der Steppen Mittel- u. Osteuropas. — Erdkunde, Archiv f. wiss. Geographie 4, S. 5–34.
- 1930 Witt, K.: Zur Waldgeschichte der Nacheiszeit im westlichen Harzvorland. — Mitteilg. d. florist.-soziolog. Arbeitsgem. in Niedersachsen 2, S. 98–115; Hannover.
- 1950 Woldstedt, P.: Norddeutschland u. angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. — Stuttgart; 464 S.
- 1954a — Saaleeiszeit, Warthestadium u. Weichseleiszeit. — Eiszeitalter u. Gegenwart 4/5, S. 34–40.
- 1954b — Die Klimakurve des Tertiärs u. Quartärs in Mitteleuropa. — Eiszeitalter u. Gegenwart 4/5, S. 5–9.

Tabelle 1

Gliederung des Spätglazials

(nach H. Groß 1954)

Epochen	Eisrandlagen		Vegetations- geschichtliche Perioden		Klima	Dia- gramm- zonen nach F. Firbas	Geo- chronologie (Jahre v. u. Z.)
	nach de Geer	Weichsel- Vereisung	Würm- Vereisung	Ab- schnitte	Pflanzen- decke		
Post- glazial (Beginn)	Finiglazial (Beginn)			Prä- boreal	Kiefern- Birken- Walddecke	anhaltende Erwär- mung	IV 8100
Spät- glazial-	Goti- glazial	Salpaus- selkä II Mittel- schwedi- scher Eis- randgürtel Salpaus- selkä I	Schluß- vereisung der Alpen (Daun, Gschnitz, Schlern)	Jüngere Dryas- zeit	Park- tundra	sehr kalt maritim „sub- arktisch“	III 8800
		Mittleres Süd- schweden Leningrad		Alleröd- Inter- stadial	Kiefern- Phase Schütterer Wald- decke Birken- Phase	gemäßigt „sub- arktisch“ bis tem- periert	b II a ca. 10000 bis 9000 v. u. Z.
				Ältere Dryas- zeit	Park- tundra Tundra	kontinen- tal „sub- arktisch“	I c nur weni- ge Jahr- hunderte umfassend
				Bölling- Inter- stadial	Park- Tundra	geringe Er- wärmung	I b 11300 ± 280 v. u. Z.
		Langeland N-Pom- mern	Ammer- see-	Älteste Dryas- Zeit	Baumlose Tundra	kalt-konti- nental „sub- arktisch“ „arktisch“	I a - - - I a? 13500?
	Dani- glazial		Stadium (Bühl)				
Hoch- glazial- Ende	Pommer- sches Stadium	Südpom- mersche End- moränen	Innere Jung- moränen, (Zürich Lingen, Ölkofen)		Frost- schutz- Tundra	„arktisch“	— ca. 14300?
					Tundra	—	

Tabelle 2

Gliederung der Spät- und Nacheis-
(nach K. Bertsch, F. Firbas, G. de Geer, H. Groß, F. Klute, H. Munthe,

Geochronologie		Zeitabschnitte		Haupteis- randlagen	Entwicklungsgeschichte						
Zeit	nach de Geer ↑		nach de Geer		der Ostsee	der Nordsee					
+1000		Nacheiszeit = Postglazial = Holozän = Alluvium	X. Jüngerer Teil des Sub- atlantikums	Postglazial		Dünkirchener Transgression					
+700			IX. Älterer Teil des Sub- atlantikums			Mya-Meer	Geringe Regression?				
±0			VIII. Subboreal			Limnaea- Meer					
-500						Litorina-Meer					
-1000											
-2000											
-2500											
-3000											
+3700			VII. Jüngerer Teil des Atlantikums			Ragundasee aus- gefüllt	Litorina- Maximum	Flandrische Transgression			
-4000	+3000		VI. Älterer Teil des Atlantikums								
-5000	+2000										
-6000	+1000	V. Boreal		Ragundasee ganz abgeschnürt	Ancylus-See	Beginn der Trans- gression der Doggerbank					
-6800		IV. Präboreal	Fini- glazial	Teilung des In- landeises (Bipar- tition) in Jämt- land	Yoldia-Meer						
-7000	±0										
-8000	-1000	Späteiszeit = Spätglazial	III. Jüngere Tundren- oder Dryas- zeit; Jün- gere sub- arktische Zeit	Gotiglazial	K J H ₂ } Beginn des Rückzuges vom Salpaus- selkä II Fennoskandi- scher Eis- randgürtel H ₁ } Eisrand bei den mittel- schwedischen Moränen G }	Süd-Baltischer Eisstausee					
-9000	-2000						II. Mittlere subarktische Zeit Aller- öd-Inter- stadial				
-10000	-3000						I. Ältere sub- arktische Zeit				
-11000	-4000						Ältere Tundren- oder Dryas- zeit				
-12000	-5000								Eisrand an der Südküste von Schonen Öresund Samländische E ₁ Endmoräne	Inlandeis	
-13000	-6000										
-14000	-7000										
-15000	-8000										
-1600	-9000						Hochglazial	Daniglazial	Toteisfelder auf dem Baltischen Höhenrücken		
-17000	-10000										
-18000	-11000			B Pommersches Stadium							

zeit in Nord- und Mitteldeutschland

H. Poser, P. Richter, M. Sauramo, H. Schütte, C. Troll, P. Woldstedt)

Entwicklung des Klimas	Entwicklung der Pflanzenwelt	Entwicklung der Tierwelt
Jüngere Nachwärmezeit, Entwicklungstendenz noch nicht erkennbar	Zeit der stark genutzten Wälder und Forste; Ersterben der meisten Hochmoore	Ausrottung der größeren Raubtiere (Braunbär, Wolf, Luchs), der Wildrinder (Ur, Wisent) und des Wildpferdes
Ältere Nachwärmezeit, Zunahme der Feuchtigkeit	Buchenzeit	Fortschreitende Verarmung der Großtierwelt und auch der kleineren Wirbeltiere durch menschliche Einflüsse
Spätere Wärmezeit kontinental, gemäßigt, kühler und trockener als im Boreal	Eichenmischwald-Buchenzeit	
Mittlere Wärmezeit Jüngerer Teil Älterer Teil maritim gemäßigt Luftfeuchtigkeit zunehmend	Eichenmischwälder noch vorherrschend, Buche und Tanne beginnen sich auszubreiten Starke Ausbreitung des Eichenmischwaldes (EMW), der die Vorherrschaft erringt	An Stelle des Elches treten Hirsch und Reh
Frühe Wärmezeit, warm, trocken	Haselzeit	Massenausbreitung des Rothirsches beginnt
Vorwärmezeit = frühpostglaziale Birken- (Kiefern-)Zeit gemäßigt; Sommer noch kühl, Winter milder als vorher; Westwinde werden vorherrschend	Ausbreitung wärmeliebender Holzarten (Eiche, Linde, Ulme, Erle, Hasel), Kiefernlaubholzmischwälder vorherrschend; sehr viel Hasel	Massenausbreitung des Elches Ren im Aussterben Ren wird seltener; Elch häufiger; Rothirsch noch selten Wisent, Ur, Wildpferd, Biber, Braunbär
Kaltes Übergangsklima, Sommer sehr kühl, Winter sehr streng; Westwinde werden häufiger	Waldarme Birken-Kiefern-Zeit; Beginn der Massenausbreitung der Kiefer; lichte Kiefernwälder mit Beimischung von Birke und Espe. Zwergbirkenmoore häufig	Rothirsch wandert ein. Ren sehr häufig; Elch, Ur, Wisent, Wildpferd
Vorübergehende Erwärmung; gemäßigt subarktisch; kontinental trocken. Juli-Mitteltemperatur bei +12 bis 15° C	Kiefern-Birken-Zeit kurze Baumbirkenphase; lichte Kiefernwälder stellenweise mit Espen und Baumbirken	Ren, Elch, Ur, Wisent, Wildpferd, Braunbär
Subarktisch, Sommer kühl, Winter sehr kalt. Juli-Mitteltemperatur um 9° C. Vegetationszeit etwa 5 Monate	Ältere Birken-Kiefern-Zeit Gehölzarme subarktische Waldsteppe Baumbirken in Ausbreitung Espe und Kiefer wandern ein	
„Subarktisch“, Sommer kühl; Juli-Mitteltemperatur um +6° C; Jahresmitteltemperatur um +2° C	Älteste walddlose Zeit Baumbirken (Betula pubescens) wandern ein Subarktische Steppe; in Eisrandnähe fast arktische Tundren mit Zwergbirke und arktischen Weiden	Wildpferd, Ur, Wisent, Ren wird vorherrschend; es sterben aus: Eiszeitnashorn? Mammut? Riesenhirsch?
Kontinental, trocken		Ren wird immer häufiger, Moschusochse im Aussterben, das eiszeitliche Großwild wird immer seltener, Saiga-Antilope im Aussterben
Gemäßigt „arktisch“		
Arktisch; Jahresmitteltemperatur höchstens -2° C	Tundra in breiter Zone vor der Inlandeisfront, in weiter Entfernung allmählich in die kalte subarktische Steppe übergehend	

Tabelle 3 Überblick über die Waldgeschichte von 5 mitteldeutschen Land-

	Klimaabschnitt und Vegetationscharakter	Nordwestdeutsches Altmoränengebiet	Mitteldeutsches Trockengebiet (Gaterslebener und Salziger See)	Untereichsfeld (Lutter-See)
X	Jüngere Nachwärmezeit Jüngere Zeit des Subatlantikums Zeit stark genutzter Wälder und Forste	Eichen-Birken-Kiefern-Zeit Rückgang von Fagus, Carpinus und Alnus; Ausbreitung von Pinus und Betula, Anstieg der NBP, besonders Calluna	Waldarme Eichen-Kiefern-Zeit Starker Abfall von Fagus, Carpinus und Alnus; Quercus bleibt häufig, Pinus herrscht vor	
IX	Ältere Nachwärmezeit Älterer Teil des Subatlantikums Buchenzeit	Buchen-Hainbuchen-(Eichen-Erlen-) Zeit Alnus meist vorherrschend; Ausbreitung von Fagus und Carpinus	Buchen-Eichen-Zeit EMW mit Vorherrschaft von Quercus, Fagus spielt große Rolle, Anstieg von Carpinus bis 22%; NBP noch höher	Buchenzeit Ausgeprägte Vorherrschaft von Fagus IXd Buchen-Kiefern-Zeit IXc Buchen-Eichen-Zeit IXb Buchen-Hainbuchen-Zeit IXa Buchen-Birken-Zeit
VIII	Späte Wärmezeit Subboreal EMW-Buchenzeit	Erlen-Eichen-Buchen-Zeit Starker Rückgang von Corylus, Ausbreitung von Fagus. Pinus stark abfallend, Carpinus-Kurve beginnt	Eichenzeit Rückgang der Bewaldung; stärkere Zunahme von Fagus; häufiges Vorkommen von Plantago cf lanceolata; Anstieg der NBP	Buchen-Eichen-Zeit EWM fällt ab. Fagus im Anstieg. Anstieg von Getreidepollen
VII	Jüngerer Teil der Mittleren Wärmezeit Jüngerer Teil Atlantikums bzw. der EMW-Zeit	Linden- und ulmenarme Erlen-EMW-Hasel-Zeit Weitere Vorherrschaft von Alnus, Corylus und EMW treten zurück, Fagus mit geschlossener Kurve; erstes Auftreten von Getreidepollen	EMW-Hasel-Kiefern-Zeit EMW vorherrschend. Pinus meist unter 30%. Alnus um 20%. Erste Spuren von Fagus, Carpinus und Abies	Eichen-Linden-Eschen-Zeit EMW weiter vorherrschend; Ulmus zurückfallend. Tilia und Fraxinus erreichen Höchstwerte. Auftreten von Getreidepollen
VI	Älterer Teil der Mittleren Wärmezeit Älterer Teil des Atlantikums bzw. der EMW-Zeit	Linden- und ulmenreiche Erlen-EMW-Hasel-Zeit Starke Ausbreitung von Alnus. EMW herrscht vor; erstes Auftreten von Fagus	Kiefern-Hasel-EMW-Zeit EMW häufiger, Corylus weniger häufig	Ulm-Eichen-Zeit Neben hohen Corylus-Werten vor allem hohe EMW-Werte; zuerst Ulmus, dann Quercus häufiger
V	Frühe Wärmezeit Boreal Haselzeit	Kiefern-Hasel-Zeit Mit einem älteren kiefernreichen und einem jüngeren haselreichen Teil	Haselzeit Zuerst Pinus vorherrschend dann Corylus mit Maximum, Quercus, Ulmus und Tilia in stärkerer Ausbreitung	Haselzeit Betonte Vorherrschaft der Hasel. Rückgang von Betula und Pinus auf Kosten des EMW
IV	Vorwärmezeit Präboreal Frühpostglaziale Birken-(Kiefern-) Zeit	Jüngere Birkenzeit Betula-Maximum, Pinus abfallend, Corylus tritt auf, NBP gering	Birken-Kiefern-Zeit Zuerst Betula, dann Pinus vorherrschend; erstes Auftreten von Ulmus, Quercus und Corylus, NBP niedrig	Birken- (Kiefern-) Zeit Niedrige NBP, Betula vorherrschend, beginnende Ausbreitung von Corylus. Wärmeliebende Artentreten auf (Ulmus und Quercus)
III	Jüngere subarktische Zeit Jüngere Tundren- oder Dryaszeit	Jüngerewaldarme oder waldlose Zeit NBP und Salix häufiger, Pinus und Betula herrschen vor	Jüngere Tundrenzeit NBP wieder hoch, Pinus und Betula vorherrschend	Waldarme Birken-Kiefern-Zeit Neuer Anstieg der NBP, Lichtung der Wälder, Hippophaë und Empetrum
II	Mittlere subarktische Zeit Allerödzeit Kiefern-Birken-Zeit	Alleröd-Birken-Kiefern-Zeit NBP gering, zuerst Betula, dann Pinus ansteigend	IIb Ältere Kiefernzeit NBP noch niedriger; Pinus vorherrschend, am Ende wieder Betula ansteigend IIa Ältere Birkenzeit Betula vorherrschend, Pinus im Anstieg NBP zurückgehend	Subarktische Birken-Kiefern-Zeit NBP geringer, zuerst Betula, später Pinus vorherrschend
I	Ältere waldlose oder waldarme Zeit Ältere Tundren- oder Dryaszeit	Ib Ältere Birkenzeit NBP geringer, Betula vorherrschend, Salix weniger häufig Ia Waldlose Tundrenzeit NBP hoch, Betula vorherrschend, Salix reichlich	Ältere Tundrenzeit NBP hoch; Pinus, Betula und Salix vorherrschend	Waldlose Weidenzeit NBP hoch; starker Anteil von Salix, dazu Betula und Pinus

schaften und des nordwestdeutschen Altmoränengebietes (s. unten)

	Klimaabschnitt und Vegetationscharakter	Harz	Thüringer Wald	Erzgebirge
X	Jüngere Nachwärmezeit, jüngerer Teil des Subatlantikums Zeit der stark genutzten Wälder und Forsten Xa	Jüngere Siedlungszeit Fichtenzeit, Picea häufiger als Fagus, EMW stark zurückgedrängt Ältere Siedlungszeit Buchen-Fichten-Zeit, Fagus und Picea gleich häufig, EMW in tieferen Lagen gleich häufig wie Pinus	Jüngere Siedlungszeit Starker Abfall aller Holzarten bei Anstieg von Pinus und Picea Ältere Siedlungszeit Fagus, Alnus und Carpinus absinkend, Picea und Abies steigen an. Neuere Betula-, Corylus- und Quercus-Gipfel	Fichten-Kiefern-Zeit Starke Ausbreitung von Picea und Pinus, Rückgang aller übrigen Gattungen
IX	Ältere Nachwärmezeit Älterer Teil des Subatlantikums Buchenzeit	Buchenzeit Fagus vorherrschend, Picea und EMW, Carpinus-Maximum, einzelne Getreidepollen	Buchenzeit Fagus vorherrschend, Picea, Abies, Corylus und EMW meist unter 10%, Carpinus-Maximum (10 bis 15%)	Buchen-Tannen-Zeit Abies und Fagus vorherrschend, Pinus und Picea treten zurück, im EMW fast nur Quercus, Carpinus in geringen Mengen
VIII	Späte Wärmezeit Subboreal EMW-Buchenzeit	Fichten-EMW-Buchen-Zeit Absinken von Picea, EMW und Corylus, Anstieg von Fagus	Fichten-Eichen-Buchen-Zeit Picea, EMW, Corylus und Alnus im Absinken, Fagus steigt an, Carpinus tritt auf	Fichten-Buchen-Zeit Picea im Rückgang, ebenso EMW, Ausbreitung von Fagus
VII	Jüngerer Teil der Mittleren Wärmezeit; Jüngere Zeit des Atlantikums bzw. der EMW-Zeit	EMW-Fichten-Zeit EMW und Fichte herrschen vor, zweites Maximum von Corylus, Beginn der Faguskurve	EMW-Hasel-Fichten-Zeit EMW und Picea vorherrschend, Corylus sehr reichlich, Fagus und Abies spärlich	Fichten-EMW-Zeit jüngerer Teil Picea vorherrschend, EMW, Fagus immer häufiger werdend, Abies tritt auf
VI	Älterer Teil der Mittleren Wärmezeit; Älterer Teil des Atlantikums bzw. der EMW-Zeit	EMW-Zeit Ulmus, Tilia, Quercus häufig, Corylus noch häufig, Alnus beginnt sich auszubreiten, Picea erreicht geschlossene Kurve		Fichten-EMW-Zeit älterer Teil EMW anfangs noch häufiger als Picea, Pinus fällt weiter ab, Beginn der geschlossenen Fagus-Kurve, Abies fehlt noch
V	Frühe Wärmezeit Boreal Haselzeit	Haselzeit Anstieg und Vorherrschaft der Hasel, EMW ansteigend	Da die Moore erst während der Mittleren und Späten Wärmezeit durch Versumpfung der Wälder entstanden, kann nur eine Gliederung der jüngeren Waldgeschichte gegeben werden	Kiefern-Hasel-Zeit Pinus im Rückgang, Ausbreitung von Corylus und vom EMW, Beginn der Fichtenkurve, Alnus tritt auf
IV	Vorwärmezeit, Präboreal Frühpostglaziale Birken-(Kiefern-) Zeit	Birken-Kiefern-Zeit Betula und Pinus Salix spärlich		IVb Kiefern-Birken-Zeit Pinus vorherrschend, aber Betula häufiger. Erstes regelmäßiges Auftreten von Corylus; erste Spuren anderer Gehölze IVa Kiefernzeit Pinus vorherrschend, sonst nur Betula und Salix

Überblick über die Waldgeschichte von 5 mitteldeutschen Landschaften und des nordwestdeutschen Altmoränengebietes nach den vorliegenden Ergebnissen der pollenanalytischen Untersuchungen von K. Bertsch (1928, 1951); K. v. Bülow (1932); A. Dengler (1913); F. Firbas (1936, 1947, 1948, 1951); H. Frenzel (1929, 1930); H. Groß (1930); L. Hein (1952); K. Hueck (1928); H. Hesmer (1928, 1932); K. Rudolph (1931); R. Schüttrumpf (1936); W. Selle (1936, 1950); K. Steinberg (1944)