

Literatur

1. *Gradmann, R.*, Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. Die Entstehungsgeschichte eines glückhaften Buches. Bl. d. Schwäb. Albvereins 1935, S. 97—100.
2. *Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Pflanzensoziologie.* Robert Gradmann zum 75. Geburtstag, Hannover 1940.
3. *Berninger, R.*, Die Schriften von R. Gradmann. Ber. z. Dt. Landeskunde, 8. Band, 2. H., 1950, S. 278—285.
4. *Gradmann, R.*, Beziehungen zwischen Pflanzengeographie und Siedlungsgeschichte. G. Z. 1906, S. 305—325.
5. *Gradmann, R.*, Vorgeschichtliche Landwirtschaft und Besiedlung. G. Z. 1936, S. 379.
6. *Gradmann, R.*, Ed. Paulus der Ä. und die historische Siedlungsgeographie. Festgabe für K. Bohnenberger. Tübingen 1938.
7. *Schlüter, O.*, Die Siedlungsräume des deutschen Altertums und ihre Bedeutung für die Landeskunde. Verh. d. 23. Dt. Geographentags zu Magdeburg. Breslau 1930
8. *Tüxen, R.*, Die Grundlagen der Urlandforschung. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 1931. — *Nietsch, H.*, Wald und Siedlung im vorgeschichtlichen Mitteleuropa. Mannus-Bücherei, 1939. — *Ellenberg, H.*, Über die bäuerliche Wohn- und Siedlungsweise in Nordwestdeutschland in ihrer Beziehung zur Landschaft, insbes. zur Pflanzendecke. Mitt. flor. soz. Arbeitsgemeinschaft Niedersachsens 1937, S. 204—335.
9. *Gradmann, R.*, Vorgeschichtliche Landwirtschaft u. Besiedlung. G. Z. 1936, S. 380.
10. s. 9.
11. *Gradmann, R.*, Beschreibung des Oberamts Münsingen. 2. Bearb. Stuttgart 1912. — Durchbruchberge. Z. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin. Sonderband 1928, S. 274—283.
12. *Gradmann, R.*, Das Schichtstufenland. Z. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1919, S. 113—139.
13. *Penck, A.*, Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894, S. 35.
14. *Wagner, G.*, Zum Großbau der Oberrheinlande. Decheniana Bd. 104. 1950.
15. *Huttenlocher, Fr.*, Filder, Glemswald und Schönbuch. Ohringen 1934, S. 61 u. f.
16. *Troll, C.*, Die geographische Wissenschaft in Deutschland in den Jahren 1933—1945. Erdkunde 1947, S. 25.
17. *Weller, K.*, Die Besiedlung des Alemannenlandes. Württ. Vierteljahresh. f. Landesgesch. 1898. — Die Ansiedlungsgeschichte des württembergischen Franken. Württ. Vierteljahresh. 1894.
18. *Gradmann, R.*, Das Königreich Württemberg, 4 Bde., Stuttgart 1904—1907. — Beschreibung des Oberamts Urach 1909; Münsingen 1912; Tettnang 1915.
19. *Kötzschke, R.*, Die siedlungskundliche Forschung auf deutschem Boden. Vergangenheit und Gegenwart 1932. — *Steinbach, Fr.*, Geschichtliche Siedlungsformen in der Rheinprovinz, Z. d. Rhein. Vereins f. Denkmalpflege u. Heimatschutz 1937.
20. *Martiny, R.*, Die Grundrißgestaltung der deutschen Siedlungen. Pet. Mitt. Erg. H. 197, 1928. — *Niemeier, G.*, Gewinnfluren, ihre Gliederung und die Eschkerntheorie. Pet. Mitt. 1944. — *Ebert, W.*, Ländliche Siedelformen im deutschen Osten, Berlin (1936).
21. *Müller-Wille, W.*, Das Rheinische Schiefergebirge und seine kulturgeographische Struktur und Stellung. Dt. Archiv f. Landes- u. Volksforsch. 1942, S. 537—591. — *Niemeier, G.*, Fragen der Flur- und Siedlungsformenforschung im Westmünsterland. Westfäl. Forsch. Münster 1938. — *Mortensen, H.*, Die niedersächsische Siedlungs- u. Flurforschung als Forschungsaufgabe der historischen Kommission für Niedersachsen. Ber. z. Dt. Landesk. 7. Bd. 1949, S. 2—9.
22. *Schröder, K. H.*, Die Flurformen in Württemberg und Hohenzollern. Tübingen 1949.
23. *Huttenlocher, Fr.*, Gewinnflur und Weiler. Deutscher Geographentag 1948. Landshut 1950.
24. *Gradmann, R.*, Süddeutschland. Stuttgart 1931. Allgemeiner Teil S. 126. — Das Steildach des deutschen Bauernhauses. — G. Z. 1922, S. 143—148.
25. *Gradmann, R.*, Der Dinkel und die Alamannen. Württ. Jahrb. f. Stat. u. Landeskunde 1901, S. 103 bis 158. — Hackbau und Kulturpflanzen. Dt. Archiv f. Landes- u. Volksforsch. 1942, S. 107—118.
26. *Gradmann, R.*, Siedlungsgeographie des Königreichs Württemberg. 2. Teil, 1914. — Schwäbische Städte. Z. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1916, S. 425—457.
27. *Gradmann, R.*, Siedlungsformen als Geschichtsquelle und als historisches Problem. Z. f. württ. Landesgesch. 1943, S. 25—56.
28. *Gradmann, R.*, Begleitworte zur Siedlungskarte des Königreichs Württemberg. Württ. Jahrb. f. Stat. u. Landesk. 1912, S. 427—431.
29. *Haering, Th.*, Schwabenspiegel. Reutlingen 1949.
30. *Gradmann, R.*, Das harmonische Landschaftsbild. Z. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1924, S. 130 u. f.
31. *Gradmann, R.*, Das Königreich Württemberg. Bd. 1 Allgemeiner Teil. Stuttgart 1904.

DIE QUARTÄRE VEGETATIONSENTWICKLUNG ZWISCHEN DEN ALPEN UND DER NORD- UND OSTSEE.

Von *F. Firbas*¹⁾

Mit 7 Abbildungen

Wirft man die Frage auf, ob der quartären Vegetationsentwicklung zwischen den Alpen und der Nord- und Ostsee ein allgemeineres Interesse zukommt, so kann man wohl sagen: wir haben gerade hier im Quartär mit besonders weitgespannten und reichgegliederten Vegetationsveränderungen zu rechnen. Dieser Raum war wäh-

rend der Eiszeiten niemals völlig vergletschert. Doch sind sowohl das nordeuropäische Inlandeis wie die Gletscher der Alpen in ihn mehr oder weniger weit vorgedrungen. Während der größten Vereisungen kamen sie einander bis auf 280 km, in der Würmeiszeit immer noch auf 450 km nahe. Das eisfreie Land unterlag hier also dem periglazialen Klima in besonders hohem Maße. Während der warmen Abschnitte des Postglazials und der Interglazialzeiten aber waren diese Land-

¹⁾ Vortrag, in etwas veränderter Form, gehalten auf Einladung der Sektion für Phytogeographie am VII. Internationalen Botanischen Kongreß in Stockholm am 18.7.1950.

schaften warm genug, um die Entfaltung warmgemäßiger, sommergrüner Fallaubwälder, z. T. sogar submediterraner und subkontinentaler Eichenmischwälder zu ermöglichen, deren Artengehalt seit dem Beginn des Pleistozäns mehr durch historische als durch klimatische Faktoren begrenzt worden ist. Zwischen diesen Extremen mußte sich hier also der Vegetationswandel vollziehen.

Wohl die wichtigste Frage, die zu klären ist, ist die, wie weit das glaziale Klima die prä- und interglaziale Flora vernichtet und die Vegetation verdrängt hat. Man war bekanntlich immer wieder bestrebt, sich den Einfluß des Eiszeitklimas nicht größer als unbedingt nötig vorzustellen. Die paläontologischen Funde haben jedoch immer wieder gezeigt, daß er größer gewesen ist, als man zunächst gedacht hat. Heute wissen wir, daß sich auch während der letzten Eiszeit nennenswerte subarktische Waldgebiete in Mitteleuropa nicht erhalten haben. Auch in den wärmsten Teilen Innerböhmens wurden von *Losert* waldlose Glazialflora festgestellt. Die Nordgrenze geschlossener subarktischer Wälder lag damals also südlich der Alpen. Ihr Verlauf ist noch unbekannt. Entwürfe, die in den letzten Jahren veröffentlicht worden sind (*Enquist, Szafer, Poser, Büdel*), sind anregende Arbeitshypothesen. Eine Entscheidung zwischen ihnen werden nur paläontologische Untersuchungen erbringen können. Hierbei wendet sich das Interesse immer mehr nach Frankreich und zum Pannonischen Becken.

Aber schon heute steht fest, daß die Waldgrenze während der letzten Vereisung noch um einige 100 m tiefer herabgedrückt worden ist als die Schneegrenze (*Firbas 1939*). Dies kann nur dadurch erklärt werden, daß damals — wie schon vorher *Penck* und *Soergel* auf anderen Wegen erschlossen haben — der Schneefall an der Schneegrenze geringer war als heute. Wir haben also mit einer relativen Trockenheit des Glazialklimas zumindest zur Zeit der größten Waldgedrängung zu rechnen.

Kontinentale Züge im glazialen Vegetations- und Klimacharakter sind bekanntlich zunächst aus der heutigen Verbreitung kontinentaler Pflanzenarten und durch *A. Nehring* (seit 1875, besonders 1890) aus paläozoologischen Befunden gefolgert worden. Paläobotanische Belege ließen sehr lange auf sich warten. Sie sind vor allem in galizischen Glazialflora gelungen (*CRAMBE TATARICA* bei Lemberg, *Kulczinski 1932*; *ALYSSUM SAXATILE* bei Leki Dolne, *Szafer 1945 u. a.*). Heute können wir durch Pollenuntersuchungen weitere Aufschlüsse erwarten. So haben uns *Erdtman, Iversen* und *Welten* die Beach-

tung der Pollen von *ARTEMISIA* und *HELIAN-
THEMUM* gelehrt. Sie bezeugen das reichliche Vorkommen trockener subalpiner Matten und steppenartiger Gesellschaften, auch wenn man die heutigen Vorkommen von *ARTEMISIA BOREALIS* in der Arktis zum Vergleich heranzieht (vgl. *Iversen, Wenner, Böcher*) oder mit

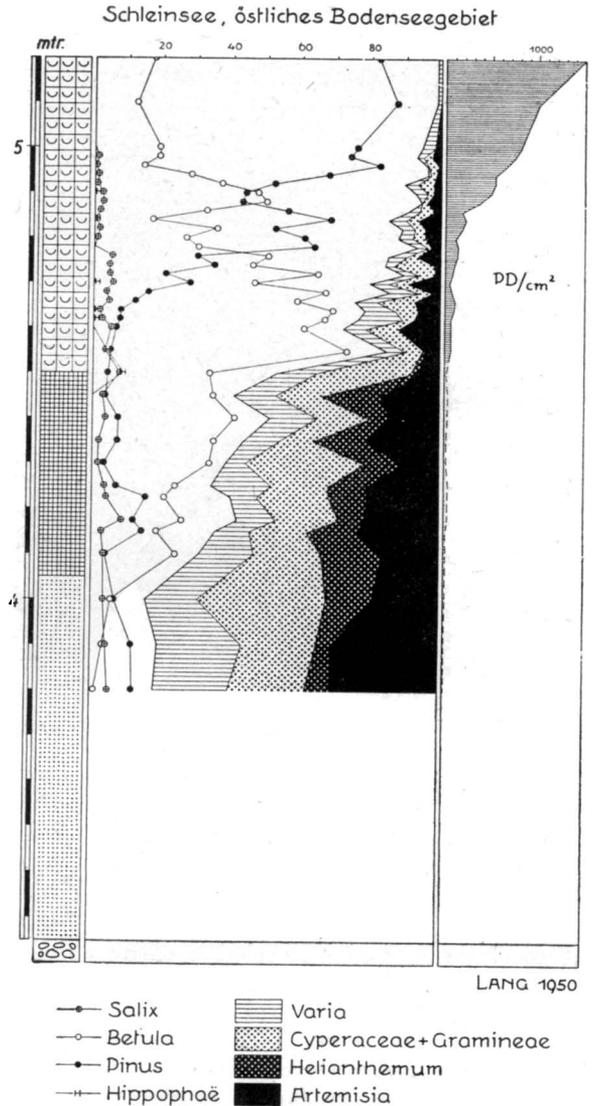


Abb. 1: Ausschnitt aus einem spätglazialen Pollendiagramm des östlichen Bodenseegebietes.

Als Pollensumme sind der Berechnung die unten genannten Gehölz- und Nichtbaumpollen zugrundegelegt. Der Rückgang der Nichtbaumpollen und die Zunahme der Pollendichte (PD) zeigen das Eindringen der Birken- und Kiefern in die waldlose Glazialvegetation und deren Verdrängung durch Birken- und Kiefernwälder. Unter den Nichtbaumpollen fällt der hohe Anteil von *ARTEMISIA* und *HELIANTHEMUM* auf. (Nach unveröffentlichten Untersuchungen von G. Lang.)

Erdtman nur von einer „Pioniervegetation“ spricht. Der Häufigkeit dieser Pollen steht im älteren Spätglazial das so gut wie völlige Fehlen von *CALLUNA* und *EMPETRUM* gegenüber. Erst in der jüngeren Tundrenzeit lassen sich, offenbar als Ausdruck abnehmender Kontinentalität, ausgedehnte *Empetrum*heiden nachweisen, aber nur im NW und W unseres Gebietes. Abb. 1 zeigt den hohen Anteil von *ARTEMISIA* und *HELIANTHEMUM* im waldlosen Spätglazial des östlichen Bodenseegebiets nach unveröffentlichten Unter-

druckgebietes sucht. Doch muß das Netz der Untersuchungen noch dichter werden.

Das jüngere Spätglazial und das Postglazial sind dann in Mitteleuropa überall durch die Ausbreitung der Wälder gekennzeichnet, u. zw. überall nach der mitteleuropäischen Grundsukzession: auf subarktische Birken- und Kiefernwälder folgen Hasel- und Eichenmischwälder, später die Fichte und zum Schluß Rotbuche, Weißtanne und Hainbuche. Je nach der geographischen Lage, dem Boden und Klima der einzelnen Landschafts-

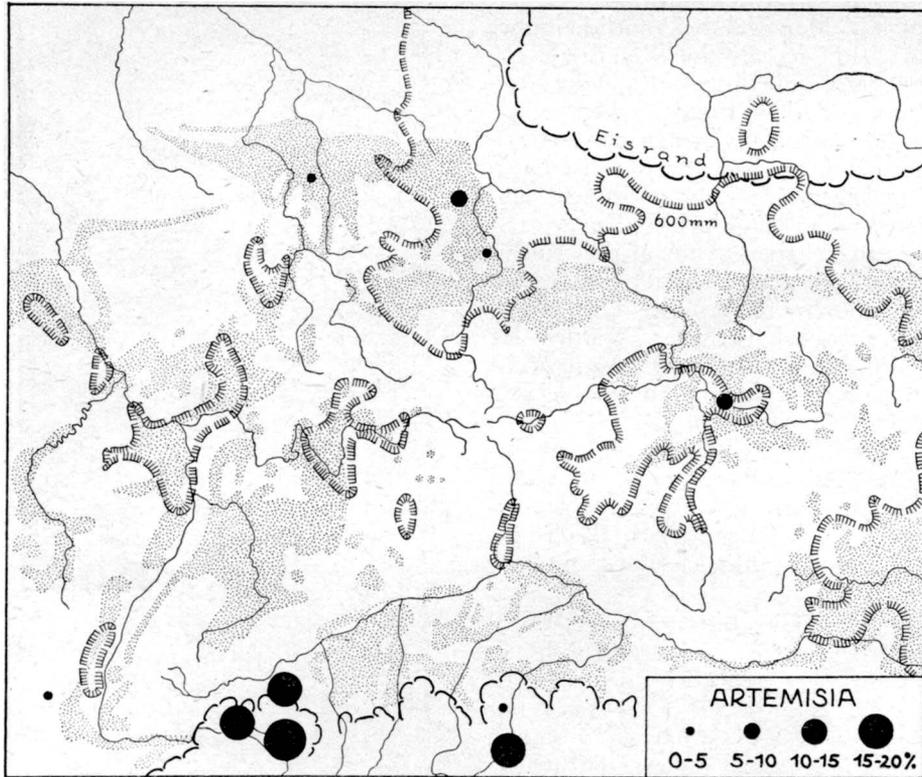


Abb. 2: Pollenanteil von *ARTEMISIA*

(in Prozenten der Gesamtpollensumme) gegen Ende der älteren Tundrenzeit im Vergleich mit der Verbreitung des Löß (vereinfacht nach *Grahmann*) und den heutigen Gebieten mit Jahresniederschlägen unter 600 mm.

suchungen von *G. Lang*: er erreicht 31,0% bzw. 17,4% der gesamten Pollenmenge (ohne Wasserpflanzen). Man könnte nun erwarten, daß sich die höchsten glazialen und spätglazialen *ARTEMISIA*-Anteile in jenen warm-trockenen Binnenlandschaften finden würden, in denen das kontinentale Florenelement noch heute am stärksten hervortritt, oder in den Lößgebieten. Das ist aber überraschenderweise nicht der Fall. Die höchsten Werte wurden, wie Abb. 2 zeigt, bisher im unmittelbaren Umkreis der Alpen und in ihnen selbst gefunden, also etwa in dem Bereich, in dem *Poser* das Zentrum eines spätglazialen Hoch-

ten wandelt sich das Bild in bezeichnender und gesetzmäßiger Weise. Vor 20 Jahren hat *K. Rudolph* auf dem 6. Internationalen Botaniker-Kongreß in Cambridge die ersten Pollenniederschlagskarten für Mitteleuropa gezeigt, dem Beispiel von *Posts* in Schweden folgend. Heute können wir auf Grund eines sehr viel reicheren Materials nach dem Vorgang *W. Szafer's* die Ausbreitung der einzelnen Arten in Isopollenkarten verfolgen und für die einzelnen Abschnitte Waldgebietskarten entwerfen. Auch diese Karten sind noch nicht abgeschlossen. In einzelnen Landschaften liegen die untersuchten Punkte sehr dicht, in an-

deren — aus Mangel teils an Mooren, teils an Bearbeitern — noch weit entfernt. Die großen Züge aber sind immer gut belegt. Es ist nicht möglich, hier auf diese Entwicklung näher einzugehen (vgl. Firbas 1949), nur einige allgemeine Fragen seien kurz aufgeworfen.

Es steht fest, daß die spät- und nacheiszeitliche Waldentwicklung nicht nur eine Nachwirkung

Dryaszeit hat sich in einem erstaunlich weiten Bereich um die damals noch vorhandenen, aber schon bis Mittelschweden zurückgeschmolzenen Inlandeismassen geltend gemacht. In Südirland, in England, im französischen Zentralplateau und in den Schweizer und österreichischen Alpen liegen die südlichsten derzeit bekannten sicheren oder sehr wahrscheinlichen Grenzpunkte seines

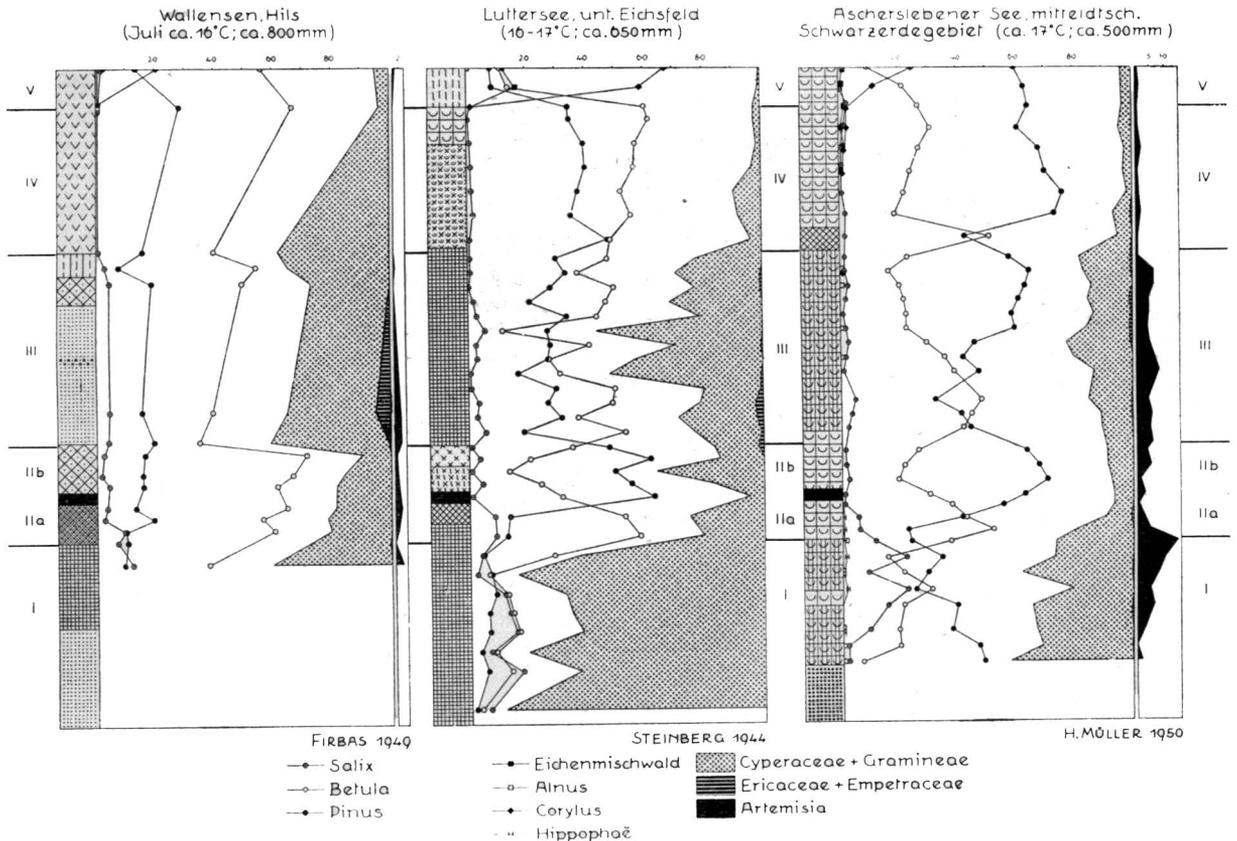


Abb. 3: Spät- und frühpostglaziale Pollendiagramme aus dem Hils, dem Untereichsfeld und dem mitteldeutschen Schwarzerdegebiet mit deutlicher Ausprägung der Allerödschwankung (II) sowie der jüngeren Tundrenzeit (jüngere Dryaszeit, III) in der Stratigraphie und im Pollengehalt.

Als Ordinate ist in allen Diagrammen die durchschnittliche Schichtmächtigkeit der Abschnitte I—IV angenommen. Die Pollensumme ist aus den Gehölzpollen und den Pollen der Cyperaceen, Gramineen und Ericalen gebildet, ARTEMISIA ist auf diese bezogen. Die Gleichsetzung der Allerödzeit (II) wird durch eine Schicht vulkanischer Asche (schwarz) gesichert, die auf einen Ausbruch im Gebiete des Laacher Sees zurückgeht. (Nach Ahrens und unveröffentlichten Untersuchungen von J. Frechen und H. Schumann.) Mit der Zunahme der heutigen Julitemperatur und der Abnahme der Niederschlagsmenge nimmt der Anteil von BETULA und der Ericalen ab, der von PINUS und ARTEMISIA zu. (Im Luttersee ist ARTEMISIA nicht berücksichtigt.) Die jüngere Dryaszeit ist immer mit einem Wiederanstieg der Nichtbaumpollen, d. h. mit einem Rückgang der Bewaldung verbunden. (Z. T. nach noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von H. Müller und dem Verf.)

der Eiszeit, sondern bis zu einem gewissen Grade auch ein Spiegel gleichzeitiger Klimaveränderungen gewesen ist. Zwei große Klimaschwankungen heben sich dabei besonders heraus: im Spätglazial der stadiale Klimarückschlag der „Jüngeren Dryaszeit“ und im Postglazial die „Postglaziale Wärmezeit“. Der Klimarückschlag der jüngeren

Nachweises. In den meisten Landschaften zwischen den Alpen und der Nord- und Ostsee kam es damals zu einer nochmaligen Verdrängung der Wälder, die vorher schon bis ins Ostseegebiet vorgestoßen waren (Abb. 3). Das ist in doppelter Beziehung von Interesse: Wir sehen neuerlich, welchen vernichtenden Einfluß das glaziale Klima

ausüben konnte, wenn schon ein nur wenige Jahrhunderte andauernder Klimarückschlag während des Eisrückzugs solche Folgen gehabt hat. Und dann fällt dieser Klimarückschlag annähernd mit dem letzten Maximum der solaren Strahlung zusammen: der Rhythmus des Eiszeitalters muß also noch von ganz anderen Faktoren als von der Strahlungskurve wesentlich bestimmt worden sein (vgl. *Firbas* 1947).

Was die postglaziale Wärmezeit betrifft, so reihen sich die mitteleuropäischen Untersuchungen in die Fülle von Belegen für diese große Klimaschwankung, deren Gültigkeit über die ganze Erde hin *v. Post* in seinem Vega-Vortrag (1944) dargelegt hat. Seinen Ergebnissen entsprechen auch neuere Untersuchungen, wonach die Wärmezeit gegen die Gegenwart hin nur allmählich, wohl mit untergeordneten Schwankungen, ausgeklungen ist. In den Sudeten hat die obere Waldgrenze aus klimatischen Gründen wahrscheinlich bis in den Beginn der Neuzeit noch höher gelegen als heute. Auch die Untersuchung der Feuchtigkeitsschwankungen in den Hochmooren, von *Overbeck* durch kolorimetrische Huminitätsbestimmungen wesentlich verfeinert und gesichert, spricht für einen allmählicheren Übergang des Klimas vom Atlantikum und Subboreal zum Subatlantikum.

Als *Rudolph* 1930 in Cambridge sein Referat über die nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas hielt, hielt er ähnlich wie *v. Post* unter den möglichen Ursachen der Waldentwicklung die Klimaveränderungen für weitaus entscheidend, im wesentlichen also einen Wandel von einem kühlen, subarktischen Birken-Kiefernklima zu einem warm-kontinentalen Eichenklima und einem gemäßigt-subatlantischen Buchenklima. Die seither durchgeführten Untersuchungen haben die sehr rasche Wanderung der Bäume, d. h. die sehr rasche Ausweitung ihrer äußersten Arealgrenzen bestätigt, auf die sich *Rudolph* in seiner Beweisführung gestützt hat. Wir können mit durchschnittlichen Verbreitungssprüngen von mehreren km rechnen, so daß z. B. die Buche für die Durchwanderung unseres Gebietes kaum mehr als 2000 bis 3000 Jahre benötigt hat. Die Massenausbreitung innerhalb einer Landschaft ist demgegenüber auffällig langsam vor sich gegangen. Sie hat von einem Zustand, in dem eine Art schon einige Prozent der Bestände eingenommen haben muß, bis zu ihrer späteren Dominanz viele Jahrhunderte, z. T. 1—2 Jahrtausende gedauert und 20—50 oder mehr aufeinanderfolgende Generationen benötigt (vgl. *Firbas* 1949). Es liegt nahe, hierin die Wirkung einer gleichzeitigen langsamen Klimaveränderung zu sehen, d. h. einer

allmählich fortschreitenden klimatischen Förderung der betreffenden Arten. Doch reicht diese Erklärung offenbar nicht zu. Wollte man z. B. das völlige Fehlen der Rotbuche in den frühwärmezeitlichen Mittelgebirgswäldern klimatisch erklären, so müßte man eine ganz unwahrscheinliche thermische Kontinentalität voraussetzen. Das Interesse wendet sich daher der Frage zu, wie die Fülle der Biotypen entstanden ist, die heute das Areal einer Holzart erfüllen, wieweit diese zu ihrer Vorherrschaft in den einzelnen Landschaften notwendig waren und welche Rolle sie bei der Ausbreitung gespielt haben. Aber leider lassen sich diese Fragen mit paläobotanischen Mitteln kaum angreifen.

Seit den entscheidenden Anregungen *R. Gradmanns* (1898 und später) ist ein erheblicher Teil der jüngeren Vegetationsgeschichte auch ihren Beziehungen zur menschlichen Siedlungsgeschichte gewidmet. Durch den pollenanalytischen Nachweis des Getreidebaus und die von *Iversen* eingeführte Beachtung der Unkräuterpollen ist es möglich geworden, diesen Fragen auch mit paläontologischen Mitteln nachzugehen. Paläobotanische Untersuchungen über die neolithische und bronzezeitliche Landnahme stehen in unserem Gebiet freilich noch in den Anfängen. Doch läßt sich immerhin sagen, daß der größte Teil des neolithischen Siedlungslandes — auf allen einigermaßen tiefgründigen Böden, wie z. B. den Lößböden — bereits dem Walde abgerungen worden sein muß. Im Gange befindliche Untersuchungen von *H. Müller* im trockensten Gebiet Deutschlands um Halle mit heutigen Niederschlägen um 450 mm lehren z. B., daß selbst hier vor und zu Beginn der Buchenausbreitung, also im Neolithikum und in der Bronzezeit, die Bewaldungsdichte sehr viel größer gewesen sein muß als im Mittelalter und später. Im Schwarzerdegebiet des Geiseltales bei Halle, nahe der heutigen 500-mm-Isohyete, muß zumindest ein sehr großer Teil des Landes schon während der Allerödzeit von Birken-Kiefernwäldern erobert worden sein. In allen niederschlagsreicheren Landschaften kann daher schon vor dem Beginn des Neolithikums der Anteil von Natur aus waldfreier Standorte nur verschwindend gering gewesen sein. Immerhin waren sie während der Wärmezeit sicherlich überall noch etwas ausgehnter als später. Über den Grundgedanken der „Steppenheidetheorie“, die Beeinflussung der ersten Siedlungswahl in den Altsiedlungsgebieten durch eine lichtere Vegetation, kann daher wenigstens in der vorsichtigen Form, die ihm *Gradmann* später gegeben hat, auf diesem Wege nicht entschieden werden.

Die starke Ausdehnung der menschlichen Siedlungsgebiete im Mittelalter, die sich in den Pollendiagrammen gut nachweisen läßt, gibt uns weiter die Möglichkeit, den vorher, also vor etwa 700—1200 Jahren vorhandenen Vegetationszustand mit jenem zu vergleichen, den man nach

Wälder des Carpinion-Verbandes als natürliche Schlußgesellschaften an. Dem ist entgegengesetzt worden, daß gerade Eichen (*QUERCUS*) und Hainbuchen (*CARPINUS*) durch die menschliche Wirtschaft (Nieder-, Mittelwälder) an die Stelle natürlicher Buchenwälder getreten seien.

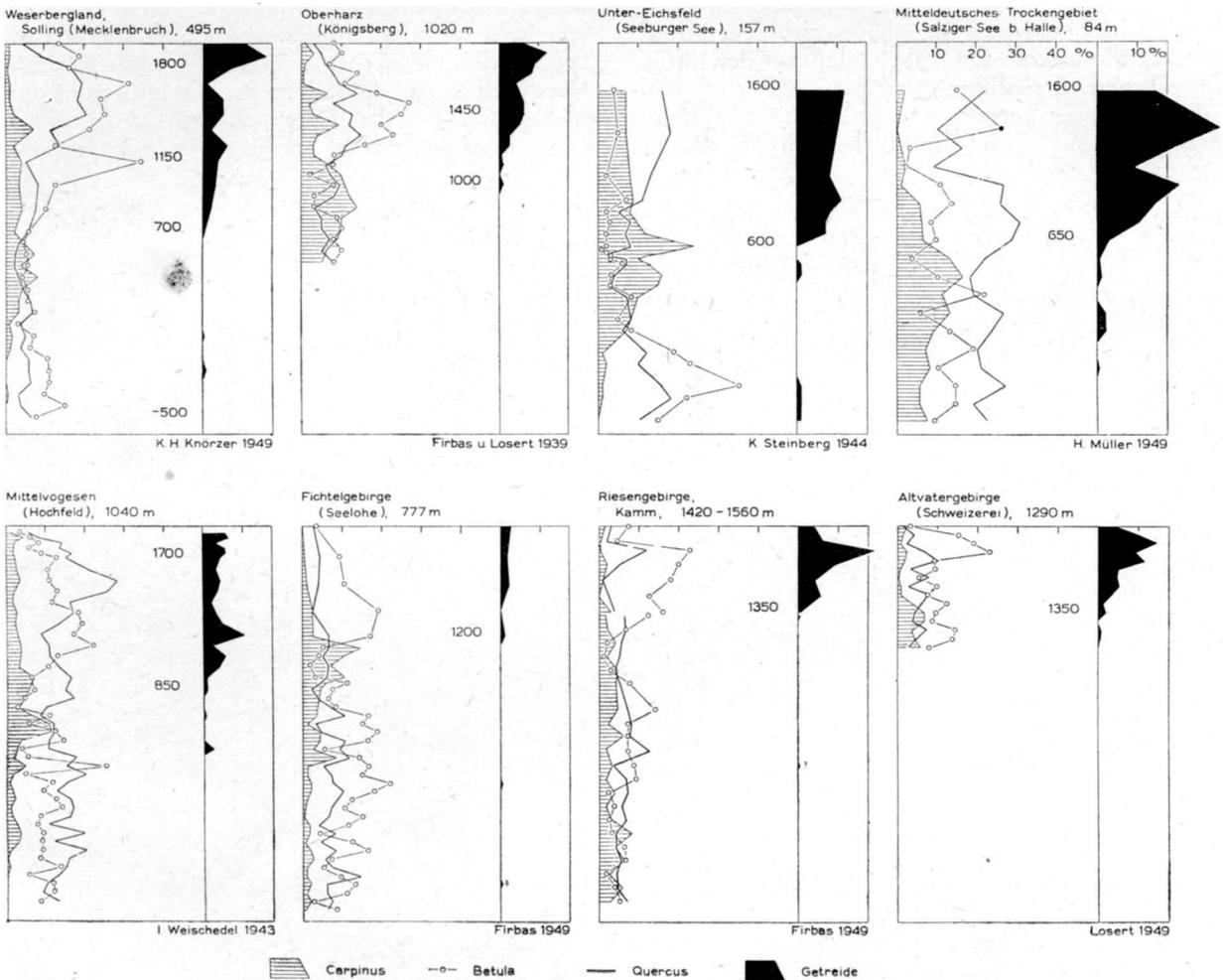


Abb. 4: Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Wälder und der mittelalterlichen und neuzeitlichen Besiedlung in verschiedenen Landschaften im Bereich der Mittelgebirge.

Aus den in üblicher Weise berechneten Pollendiagrammen (Summe aller Baumpollen = 100%) sind nur die Pollenwerte der Hainbuche (*CARPINUS*), Eiche (*QUERCUS*) und Birke (*BETULA*) sowie die der Getreidetypen des Gramineenpollens eingetragen, auf die Baumpollensumme bezogen. In allen Diagrammen spielen auch die nicht eingetragene Rotbuche (*FAGUS*), zum Teil auch Fichte und Tanne eine wesentliche Rolle. Die Zahlen geben das auf Grund der Siedlungsgeschichte wahrscheinliche Alter der betreffenden Schichten an. Die höchsten *CARPINUS*-Werte werden jeweils vor dem starken Anstieg der Getreidekurve verzeichnet. (Z. T. nach noch unveröffentlichten Untersuchungen.)

der heutigen Vegetation als „natürlich“ ansehen möchte. Das ergibt engere Beziehungen zur Pflanzensoziologie. Dafür nur ein Beispiel (Abb. 4). Bekanntlich sehen die Vertreter der floristischen Pflanzensoziologie heute in den tiefer gelegenen Landschaften Mitteleuropas, etwa bis zur Höhe von 200—400 m, Eichen- und Hainbuchen-reiche

Sicher war in vielen, auch tiefegelegenen Landschaften unseres Gebietes noch im frühen Mittelalter die Rotbuche (*FAGUS*) der beherrschende Waldbaum. Aber die Pollendiagramme zeigen immer wieder, daß sich während der Nachwärmezeit *CARPINUS* neben *FAGUS* immer stärker ausgebreitet hat und daß die größte

Häufigkeit der Hainbuche bald früher, bald später, aber immer unmittelbar vor dem kräftigen Einsetzen der mittelalterlichen Besiedlung erreicht worden ist (vgl. Abb. 4). Diese hat die Hainbuche und in den Talböden auch die Erle zurückgedrängt. Es ist also richtig, wie schon *Hemberg* in Schweden und *Drude* und *Ellenberg* in Deutschland aus der heutigen Vegetationsverteilung geschlossen haben, daß bei der mittelalterlichen Besiedlung *CARPINUS*-reiche Wälder bevorzugt gerodet worden sind. Ganz anders verhalten sich Eiche und Birke. Ihre Förderung

Wissen begreiflicherweise viel geringer und noch lange nicht so geschlossen wie im Spät- und Postglazial. Von der allerwichtigsten Frage, dem schrittweisen Ausklingen bzw. der fortschreitenden Verarmung der pliozänen Flora, möchte ich absehen. Es ließe sich darüber kaum etwas Neues sagen, da alle Untersuchungen immer noch in sehr hohem Maße von der großen Unsicherheit in der Datierung der Interglaziale belastet sind. Verständlich ist, daß schon im Alt-Diluvium ein sehr großer Teil der heute in Europa ausgestorbenen pliozänen Arten vernichtet worden ist —

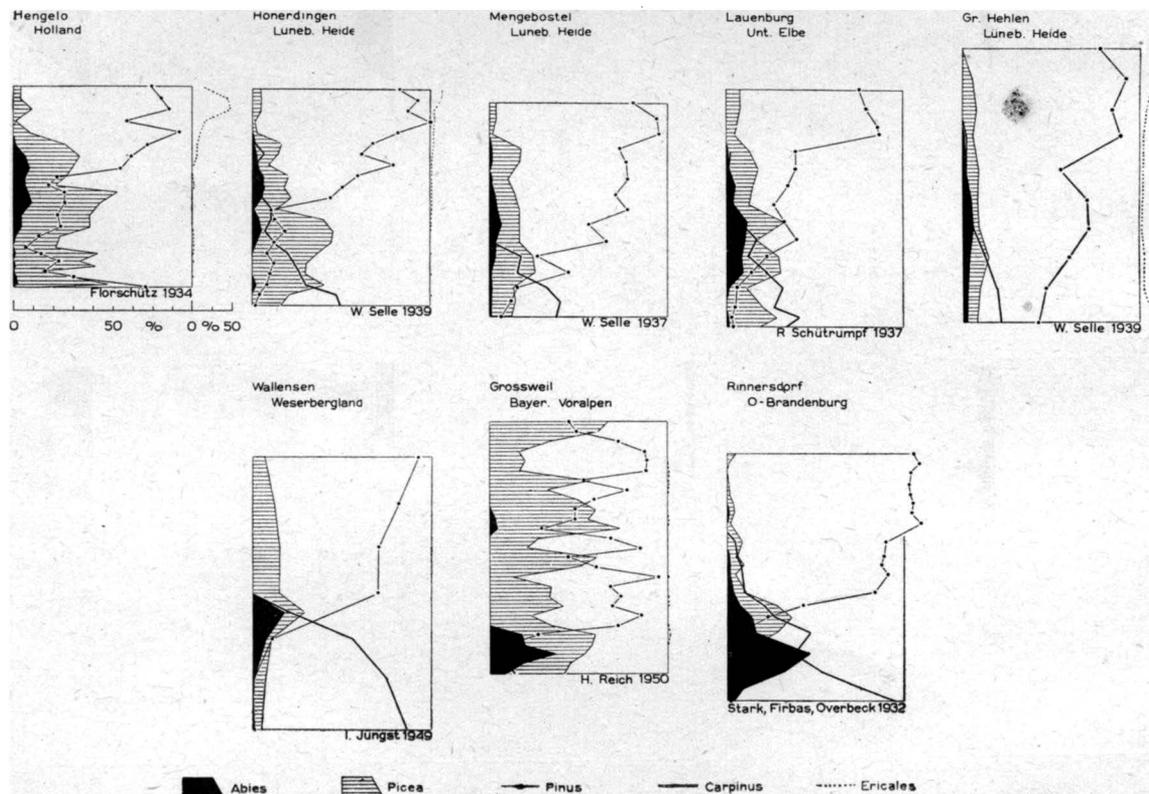


Abb. 5: Pollendiagramme aus den Endabschnitten einiger Interglaziale.

Es sind nur die Kurven von *ABIES*, *PICEA*, *PINUS* und *CARPINUS* und (soweit gezählt) der Ericalen eingetragen. (Berechnung wie in Abb. 4, von den nicht eingetragenen Pollen erreicht nur *ALNUS* zeitweise etwas höhere Werte. Z. T. nach noch unveröffentlichten Untersuchungen von I. Jüngst und H. Reich.)

durch die menschliche Besiedlung wird in einigen Pollendiagrammen (z. B. Solling, Harz) ungewöhnlich deutlich²⁾, ein Beweis für die Ausbreitung der Traubeneichen-Birkenwälder im Laufe der Waldnutzung und im Gefolge der mit dieser zusammenhängenden Verarmung der Böden. Die Bedeutung dieser Wälder als Klimaxgesellschaft ist zweifellos vielfach weit überschätzt worden.

Doch wenden wir uns nunmehr noch den älteren Abschnitten des Diluviums zu. Hier ist unser

sicher, daß sich einige wenige noch bis ins letzte Interglazial erhalten haben.

Doch gibt es im Bereich der interglazialen Vegetationsentwicklung auch einige Fragen, die sich bis zu gewissem Grade unabhängig vom Alter der einzelnen Fundstellen betrachten lassen. Wir wollen zwei kurz betrachten.

Wie verhielt sich die Vegetation beim Herannahen einer Vereisung? Wichen die Wälder in ähnlicher Weise zurück wie sie, nur in umgekehrter Reihenfolge, am Ende jeder Eiszeit wieder vorgestoßen sind, oder bestanden wesentliche,

²⁾ In anderen ist sie freilich durch örtlichen Birkenbewuchs u. a. überdeckt.

vielleicht klimatisch bedingte Unterschiede? In der Mitte der letzten Interglaziale stehen, sicher mehrere Jahrtausende umfassend, eine warme Eichenmischwaldzeit und eine Hainbuchen-(*CARPINUS*-)Zeit. Von ihnen soll hier nicht die Rede sein. Dann aber breiteten sich Weißtannen

Die Massenausbreitung der Tanne — sicher *ABIES ALBA*, wie schon C. A. Weber 1896 in Honerdingen nachgewiesen hat — ist stellenweise, so in der östlichen Mark Brandenburg bei Rinnersdorf und im Weserbergland bei Wallensen, noch vor der eigentlichen Fichtenzeit er-

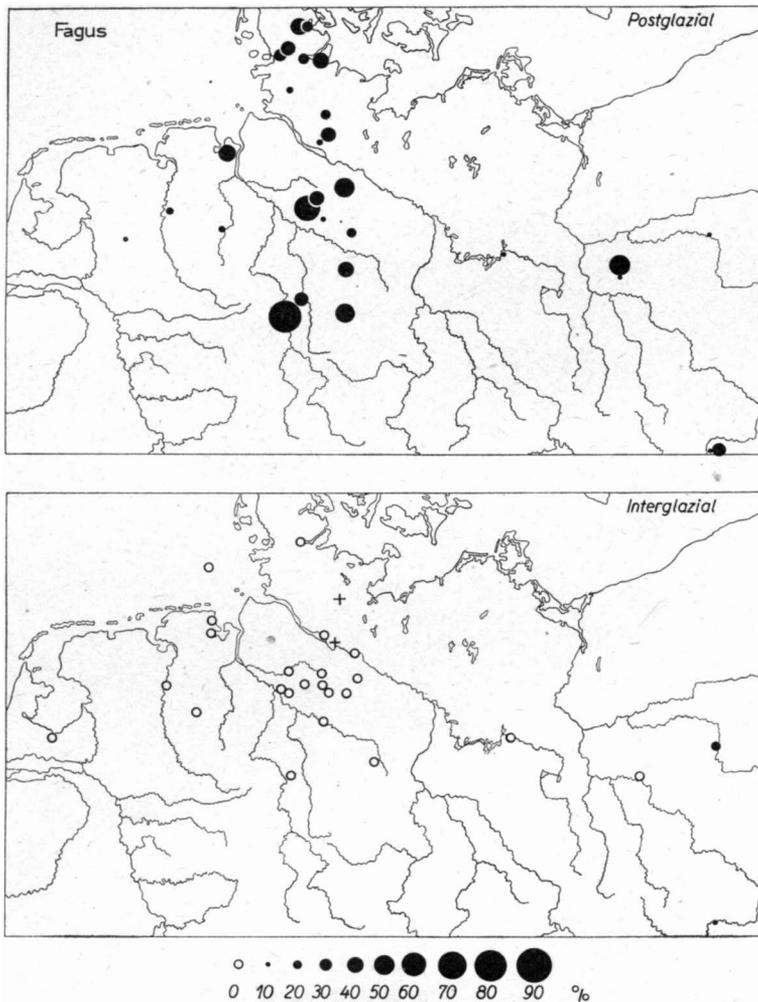


Abb. 6: Höchstwerte des Pollenanteils von *FAGUS* in interglazialen und postglazialen Ablagerungen.

Im Postglazial sind nur etwa gleich viel Untersuchungsstellen herangezogen wie im Interglazial und zwar möglichst solche in der Nähe der interglazialen Fundpunkte. Diese dürften sich fast ganz auf die beiden letzten Interglaziale beziehen. Die Kreuze geben die im Text genannten interglazialen Fundstellen von *FAGUS* (ohne Pollenzählungen) an.

(*ABIES*) und Fichten(*PICEA*) aus. Sie wichen schließlich subarktischen Kiefernwäldern, bis auch diese vernichtet wurden und eine waldlose Glazialvegetation ihren Einzug hielt. Schon im Laufe der Fichtenzeit gingen die wärmeliebenden Gehölze und *CARPINUS* stark zurück, und ihre Pollen verschwinden in den Ablagerungen schließlich fast ganz. In diesen Endabschnitten der Interglaziale fallen nun einige Erscheinungen auf (Abb. 5).

folgt. Im holländischen und nordwestdeutschen Flachland schiebt sie sich aber so weit in die Fichtenzeit hinein, daß es z. T. zu einer stärkeren Ausbreitung des Baumes erst kam, als die Fichtenwälder schon wieder von subarktischen Kiefernwäldern verdrängt wurden (Woldstedt 1947).

Erst in diesen späten Fichten- und Kiefernzeiten läßt sich, worauf besonders Kn. Jessen (1928) aufmerksam gemacht hat, eine kräftige Versumpfung und Vermoorung nachweisen. Es

entstehen stellenweise Hochmoore, die sich bis in die Kiefernzeit erhalten, dann abtrocknen, von *BETULA NANA*-Gebüschern überwachsen, von Sanden überweht und abgetragen werden (z. B. in Honerdingen nach *Weber* 1896, bei Lüneburg nach *Müller* u. *Weber* 1904). Die Pollenwerte der Ericaceen und die von *EMPETRUM* steigen an,

Glinde), *SPHAGNUM IMBRICATUM* (Steinbach bei Oos in Baden nach *P. Stark*), z. T. weit außerhalb ihrer heutigen Verbreitungsgrenzen.

Das sind erhebliche Unterschiede gegenüber dem Spätglazial mit seinem auffälligen Zurücktreten der Ericalen und gegenüber der späten Ausbreitung von *PICEA* und besonders von

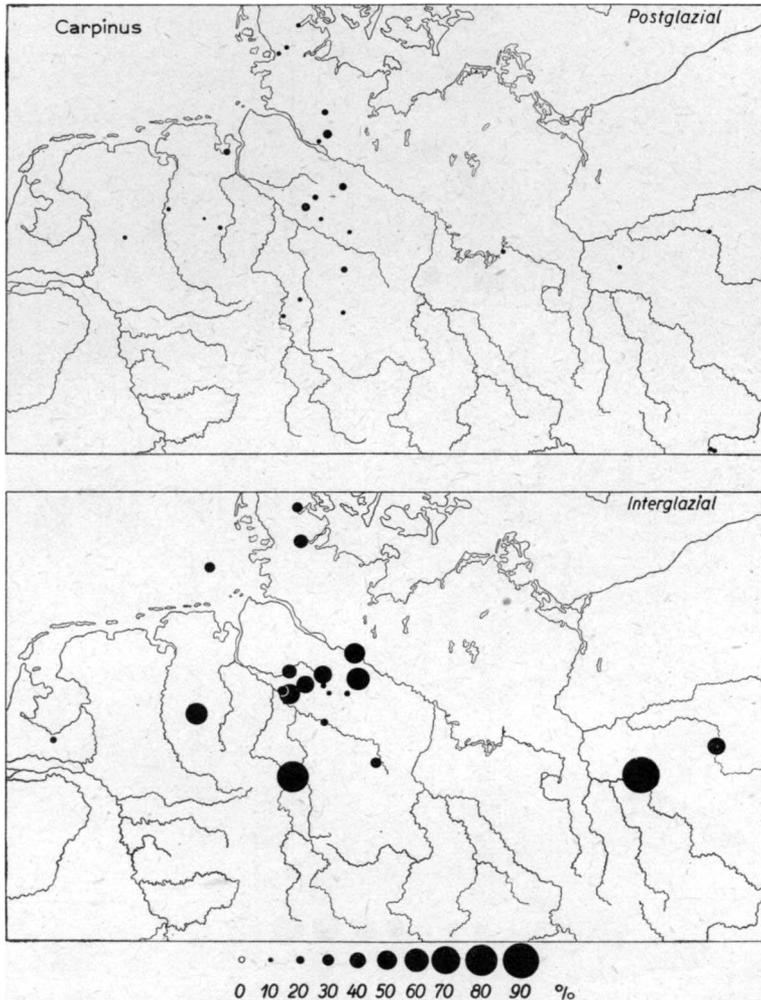


Abb. 7: Inter- und postglaziale Pollenwerte von *CARPINUS*.
(Darstellung wie in 6).

die letzteren stellenweise (z. B. in Honerdingen nach *Selle*) noch zu einem Zeitpunkt, in dem der Anstieg der Nichtbaumpollen bereits einen Rückgang der Bewaldung anzeigt. Auf den Mooren finden sich z. T. montane oder subatlantische Arten, wie *PINUS MUGO* (Lüneburg nach *Müller* u. *Weber* 1904, Ütersen-Glinde bei Hamburg nach *Schroeder* u. *Stoller* 1907, Marsberg in Westfalen nach *Hesmer*), *MYRICA GALE* (Ütersen-Glinde; Senftenberg in der Lausitz nach *Firbas* u. *Grahmann*), *ERICA TETRALIX* (Ütersen-

ABIES im Postglazial. Sie deuten auf ein feucht-kühles, niederschlagsreiches, wahrscheinlich schneereiches Klima gegen Ende der Interglaziale³⁾. Als subalpin hat es *C. A. Weber* schon 1904 bezeichnet, auch *Jessen* und *Szafer* (1928) haben die zunehmende Humidität hervorgehoben.

³⁾ Es ist zu erwarten und scheint durch die vorliegenden Untersuchungen auch bestätigt zu werden, daß interglaziale Torflager in Landschaften, deren Klima der Moorbildung heute weniger günstig ist, vorwiegend aus diesem Endabschnitt stammen.

C. A. Weber glaubte daraus auf eine ehemals höhere Lage des nordwestdeutschen Flachlands schließen zu können — sie mag im älteren Diluvium bestanden haben, für das letzte Interglazial erscheint sie als alleiniger Erklärungsgrund unwahrscheinlich und unzureichend. Wenn vielmehr schon mehrfach die Meinung ausgesprochen worden ist, eine Eiszeit habe aus allgemein meteorologischen Gründen mit „schneereichen, milden Wintern“ und mit relativ hohen Niederschlägen begonnen (in letzter Zeit z. B. von Wundt 1944, S. 720, weiter von Büdel 1949; vgl. auch Poser 1947 u. 1948 u. a.), so entspricht der Ausklang der interglazialen Vegetation diesen Erwartungen⁴⁾.

Daß die Vegetationsentwicklung der Interglazialzeiten im übrigen in den älteren Abschnitten deutliche Parallelen zum Postglazial erkennen läßt — nämlich ähnlich nach der mitteleuropäischen Grundsukzession gestaffelte Waldperioden — ist schon frühzeitig erkannt und verfolgt worden (C. A. Weber 1893, Wl. Szafer 1925, Firbas 1925, Kn. Jessen 1928 u. a.). Auffälliger erscheinen uns heute daher gewisse Gegensätze: die sehr viel weitere interglaziale Ausbreitung der Fichte (*PICEA*) und Weißtanne (*ABIES*) gegen Nordwesteuropa, die verspätete Ausbreitung der Hasel und vor allem — während der letzten Interglaziale — der Ersatz der postglazialen Buchen- (*FAGUS*-) Zeit durch eine interglaziale Hainbuchen- (*CARPINUS*-) Zeit (Abb. 6 u. 7). In vielen Interglazialen fehlen im westlichen Mitteleuropa *FAGUS*-Pollen ganz!

Wieder möchte man die Erklärung für diese Unterschiede zunächst in veränderten klimatischen Bedingungen suchen. Aber es ist sehr unwahrscheinlich, daß dies genügen könnte. Will man etwa die Vorherrschaft von *CARPINUS* und das Fehlen von *FAGUS* durch eine damals größere Kontinentalität und Trockenheit erklären und in dem Zurücktreten der Versumpfungs-

moore einen Indizienbeweis dafür sehen, so stehen dem das gleichzeitig weitere Vordringen atlantischer Arten, wie der Stechpalme (*ILEX*), gegen Osten (z. B. Motzen und Klinge in Brandenburg nach Stoller u. C. A. Weber) und ebenso der Umstand entgegen, daß die Buche gerade in verschiedenen östlichen Interglazialen offenbar gleichen Alters auftritt, so z. B. schon in Schilling (Szelag) bei Posen — hier zusammen mit *ILEX*. Zwar gibt es auch mitten unter den völlig buchenfreien nordwestdeutschen Interglazialen zumindest bei Fahrenkrug in Holstein und wohl auch bei Bergedorf nahe Hamburg zwischeneiszeitliche Schichten mit reichlichen Buchennachweisen (C. A. Weber 1893 und in Koert 1912). Doch ist es unmöglich, daß es sich hier um Ablagerungen ein und derselben Interglazialzeit handeln kann. Vielleicht liegen die Dinge so, daß die pliozänen, der nordamerikanischen *FAGUS GRANDIFOLIA* und der fossilen *FAGUS DECURRENS* Reid nahe stehenden Sippen (vgl. dazu Mädlar) im älteren Diluvium ausgeklungen sind, *FAGUS SILVATICA* aber erst im jüngsten Diluvium zu der so konkurrenzkräftigen Art geworden ist, die in unserem Gebiet im Postglazial schließlich die Herrschaft in den sommergrünen Laubwäldern gewinnen konnte.

So steckt die diluviale Floren- und Vegetationsgeschichte noch voll offener Fragen. Doch wird sie durch fortgesetzte paläobotanische Untersuchungen zu einer ähnlichen Geschlossenheit gelangen können, wie sie im Postglazial schon weitgehend erreicht worden ist.

Schriftenverzeichnis.

(Es sind nur einige neuere Arbeiten genannt, von denen aus die übrigen im Text erwähnten Arbeiten aufgefunden werden können.)

Böcher, T. W., 1949, Climate, Soil and Lakes in Continental West Greenland in Relation to Plant Life. Meddel. om Grønland, 147/2, 1—63.

Büdel, J., 1949, Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. Die Naturwissenschaften, 36, 105—112, 133—139.

Firbas, F., 1949, Waldgeschichte Mitteleuropas. I. Bd. Jena.

Klimaszewski, M., u. Szafer, W., 1945, The Pleistocen in Leki Dolne near Tarnow, Starunia (Kraków), 19, 1—34.

Poser, H., 1948, Aeolische Ablagerungen und Klima des Spätglazials in Mittel- und Westeuropa. Die Naturwissenschaften, 35, 269—276, 307—312.

Todtmann, E. M., 1950, Über das Moränen-Amphitheater des Gardasees in Oberitalien. Mitt. Geogr. Ges. Hamburg, 49, 188—212.

Wenner, C. G., 1947, Pollen Diagrams from Labrador. Geograf. Annaler, 1—241.

Woldstedt, P., 1947, Über die stratigraphische Stellung einiger wichtiger Interglazialbildungen im Randgebiet der nordeuropäischen Vereisung. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 99, 96—123.

Wundt, W., 1944, Die Mitwirkung der Erdbahnelemente bei der Entstehung der Eiszeiten. Geolog. Rundschau, 34, 713—747.

⁴⁾ E. Becksmann hat 1931 und 1935 aus dem verschiedenen Charakter der Moränenzüge im norddeutschen Flachland einerseits, dem Anteil der Sander andererseits auf ein ozeanisches, feucht-kühles Glazialklima während Würm I, auf ein trocken-kaltes, kontinentales Glazialklima während Würm II geschlossen und in der verschiedenen Zusammensetzung der Säugetierfauna im älteren und im jüngeren Würmglazial einen Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung erblickt. Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangten E. Blanc (1936) und neuerdings E. Todtmann (1950) in Mittel- und Norditalien. In einer weiteren, während des Druckes erschienenen Arbeit (Die Naturwissenschaften 37, 1950, 438—449) nimmt Büdel auf Grund der regelmäßigen Abfolge Fließerde — Löß und anderer geologisch-morphologischer Gegebenheiten eine gesetzmäßige Gliederung der Würmeiszeit und auch älterer Eiszeiten an in eine frühglaziale Fließerdezeit mit feuchterem, kaltozeanischem Klima und eine hochglaziale Lößzeit mit trockenerem, kaltkontinentalem Klima.