

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 28 (1935)
Heft: 1

Artikel: Beiträge zur Mikrostratigraphie und Paläontologie des Pliozäns und Pleistozäns von Mittel- und Osteuropa und Westsibirien
Autor: Gams, Helmut
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-159496>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Vol. 28, N° 1. — Juni 1935.

Beiträge zur Mikrostratigraphie und Paläontologie des Pliozäns und Pleistozäns von Mittel- und Osteuropa und Westsibirien.

Von HELMUT GAMS, Innsbruck.

Mit 7 Tafeln (I—VII) und 5 Textfiguren.

Einleitung.

In Band XVIII (1930) der Zeitschrift für Gletscherkunde habe ich 43 Pollendiagramme glazialer und interglazialer Ablagerungen zusammengestellt und ihre zeitliche Einreihung versucht. Inzwischen hat die Quartärstratigraphie anlässlich der ersten Konferenzen der Internationalen Quartär-Vereinigung in Dänemark und Russland, aber auch durch die Arbeiten polnischer (PREMIK, PIECH, SZAFER, JARON u. a.), deutscher (BAAS, FIRBAS, GRAHMANN, KIRCHHEIMER u. a.) und schweizerischer Forscher (DUBOIS und STEHLIN, HUG, BECK u. a.) weitere grosse Fortschritte gemacht, die das Tatsachenmaterial sehr bereichert und insbesondere die Ausdehnung der Mikrostratigraphie bis ins Tertiär ermöglicht haben, wodurch viele bisherige Ansichten, so auch die 1930 von mir vertretenen, revisionsbedürftig geworden sind. Aber auch viele der neuesten Arbeiten enthalten Unklarheiten und Widersprüche, die grossenteils auf Unterschätzung und Vernachlässigung paläontologischer und namentlich paläobotanischer Tatsachen zurückzuführen sind. Einige der wichtigsten Materialien stelle ich im folgenden zusammen, wobei ich sämtliche der von ihren Autoren in sehr verschiedener Darstellungsweise veröffentlichten Diagramme in einheitlicher Form umgezeichnet habe. Für einige Gebiete Mittel- und Osteuropas lassen sich heute bereits fast lückenlose Diagrammserien für das ganze Pleistozän und Holozän aufstellen.

I. Pliozäne Floren (Taf. I).

Auf die Bedeutung der pliozänen Floren und Faunen des Rhone- und des Po-Golfs für die Frage nach dem Alter der Deckenschotter-eiszeiten hat zuletzt P. BECK hingewiesen. Leider sind die west- und südeuropäischen Pliozän-Ablagerungen noch nicht mikrostratigraphisch untersucht. Zur Ergänzung der Ausführungen BECK's über das pliozäne Alter der Deckenschotter und des grossen B-Interglazials, die meine schon 1930 vertretene Ansicht bestätigen, sei zunächst auf die sehr zahlreichen, sicher pliozänen Floren des Rhein- und Maingebiets (Fig. 1) hingewiesen. Deren ältere (so die von REUVER und BRUNSSUM, mit denen aber auch die bisher für jünger, von BAKKER sogar für altpleistozän gehaltene des Frankfurter Klärbeckens grösste Ähnlichkeit hat) werden ins Plaisancien gestellt, die jüngeren, wie die von HAINSTADT und SCHWANHEIM am unteren Main, bald auf Grund ihrer immer noch zahlreichen Tertiärpflanzen (*Hamamelidaceae*, *Eucommia* u. a.) ins jüngste Pliozän (Astien, Villefranchien), bald (so von ENGELHARDT und KINKELIN, neuerdings von BAKKER und BAAS) auf Grund ihrer Lagerung über für „diluvial“ gehaltenen, wohl den Deckenschottern entsprechenden Mainschottern ins erste Interglazial.

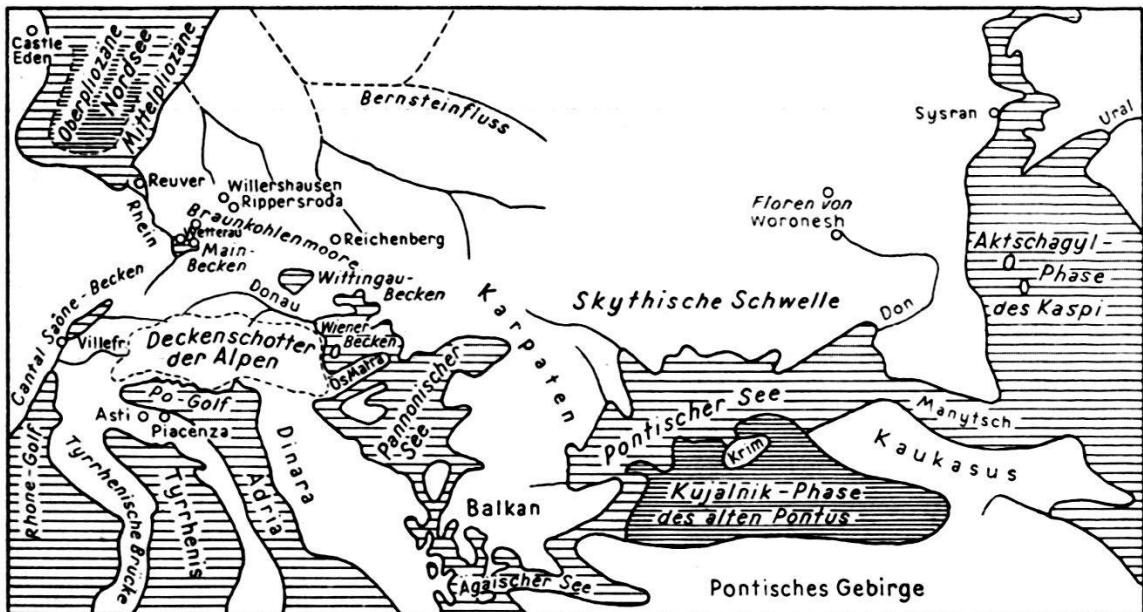


Fig. 1. Zur Paläogeographie des Pliozäns.

Im Hauptbraunkohlenlager der Wetterau, das wohl etwa gleichaltrig mit der Klärbeckenflora und etwas älter als die Schwanheimer ist, dominiert nach KIRCHHEIMER 1934 durchgehend der Pollen von Föhren (*Pinus spinosa*, *Thomasiana* u. a.). An zweiter Stelle kommt eine der japanischen *T. diversifolia* ähnliche *Tsuga*, an dritter die Laubhölzer, besonders eine Birke und *Nyssa sylvatica*.

Die von BAAS mustergültig untersuchte Flora von Schwanheim ist nach ihrer Zusammensetzung jünger als die vorgenannte und das niederrheinische Reuverian, aber älter als das niederrheinische „Teglian“, welches von CL. und E. M. REID, E. DUBOIS und anderen Paläontologen und einigen Geologen (zuletzt WOLDSTEDT) auf Grund der Flora und Fauna ebenfalls noch als Oberpliozän, von der Mehrzahl der Geologen (LORIÉ, VAN BAREN, FLIEGEL, GAGEL, KRAUSE, STOLLER u. a.) aber ebenso bestimmt als erstes Interglazial gedeutet wird. Das Pollendiagramm von Schwanheim (Taf. I) zeigt deutlich eine Laubwaldzeit zwischen zwei Nadelwaldzeiten, in deren älterer die Hemlocktanne (*Tsuga* sp.) über Föhren und Tannen vorherrscht, wogegen sie in der jüngeren rasch zugunsten dieser zurücktritt. BAAS stellt die Laubwaldzeit in das Günz-Mindel-Interglazial, was wohl zutrifft, wenn wir die Deckenschotter ins Pliozän, die Mindelschotter (im Sinne PENCK's und EBERL's, nicht im Sinne BRUECKNER's, HEIM's, HUG's und BECK's!) ins älteste Pleistozän stellen. Ebenso haben aber auch KRÄUSEL und KIRCHHEIMER recht, wenn sie diese Flora als unzweifelhaft jungpliozän bezeichnen. Ihre Polemik gegen die Datierung durch BAAS und BAKKER richtet sich auch nicht gegen deren geologische, sondern nur gegen ihre paläontologischen Argumente.

Die Braunkohlen von Reichenberg in Nordböhmen haben viele Laub- und Nadelhölzer (u. a. auch Taxodiaceen, vermutlich eine *Sequoia*) mit den mainischen und niederrheinischen Floren gemeinsam. Während diejenigen von Zittau und Grottau auf Grund des Vorkommens von *Cinnamomum*, *Anona*, *Buettneria* usw. ebenso wie die zwischenbasaltischen Floren Oberhessens als obermiozän gelten, liegt kein Grund vor, die von RUDOLPH analysierte Braunkohle von Machendorf bei Reichenberg (Taf. I) für älter als die Pliozänfloren des Main- und Rheingebiets zu halten. Das Zurücktreten der meisten Laub- und Nadelhölzer mit Ausnahme der Föhren, Fichten, Tannen, Erlen und Birken in den hangenden Schottern und Lehmen ist wohl auf die Abkühlung durch das erste nordische Inlandeis (Elstereiszeit, Fig. 3) zurückzuführen. In den Deckschichten sind deutlich eine zweigliedrige kürzere und eine längere Eichenmischwaldzeit zu erkennen, in welchen nochmals *Tsuga* und die Juglandaceen (*Carya*, *Pterocarya* und *Juglans*) in ganz geringer Menge auftreten. Es scheint mir wahrscheinlich, dass diese beiden Laubwaldzeiten den beiden ersten pleistozänen Interglazialen (C und D¹) entsprechen; doch liegt zu einer sicheren Datierung aus Böhmen noch zu wenig Vergleichsmaterial vor.

¹) Im folgenden bezeichne ich in Übereinstimmung mit P. BECK 1933 die 3 pleistozänen Interglaziale mit C, D und E, welche Buchstaben zugleich als Abkürzung der hier angenommenen Namen Cromerien, Dürntenien und Eemien dienen.

Um Woronesh am Don und Sysran an der Wolga (Fig. 1) hat P. NIKITIN pliozäne und altpleistozäne Floren untersucht, die ganz auffallend an diejenigen des Main- und Niederrheingebiets erinnern. Die älteren dieser Floren, deren ausführliche Veröffentlichung noch aussteht, sind zweifellos pliozän, dagegen dürften die für oberpliozän gehaltenen Nadelwaldfloren mit *Picea*, *Abies*, *Pinus* (an der Wolga wohl auch *P. Cembra*) und *Larix*, wie sie bei Sysran in schwarzen Tonen über den Aktschagylschichten gefunden wurden, bereits altpleistozän sein.

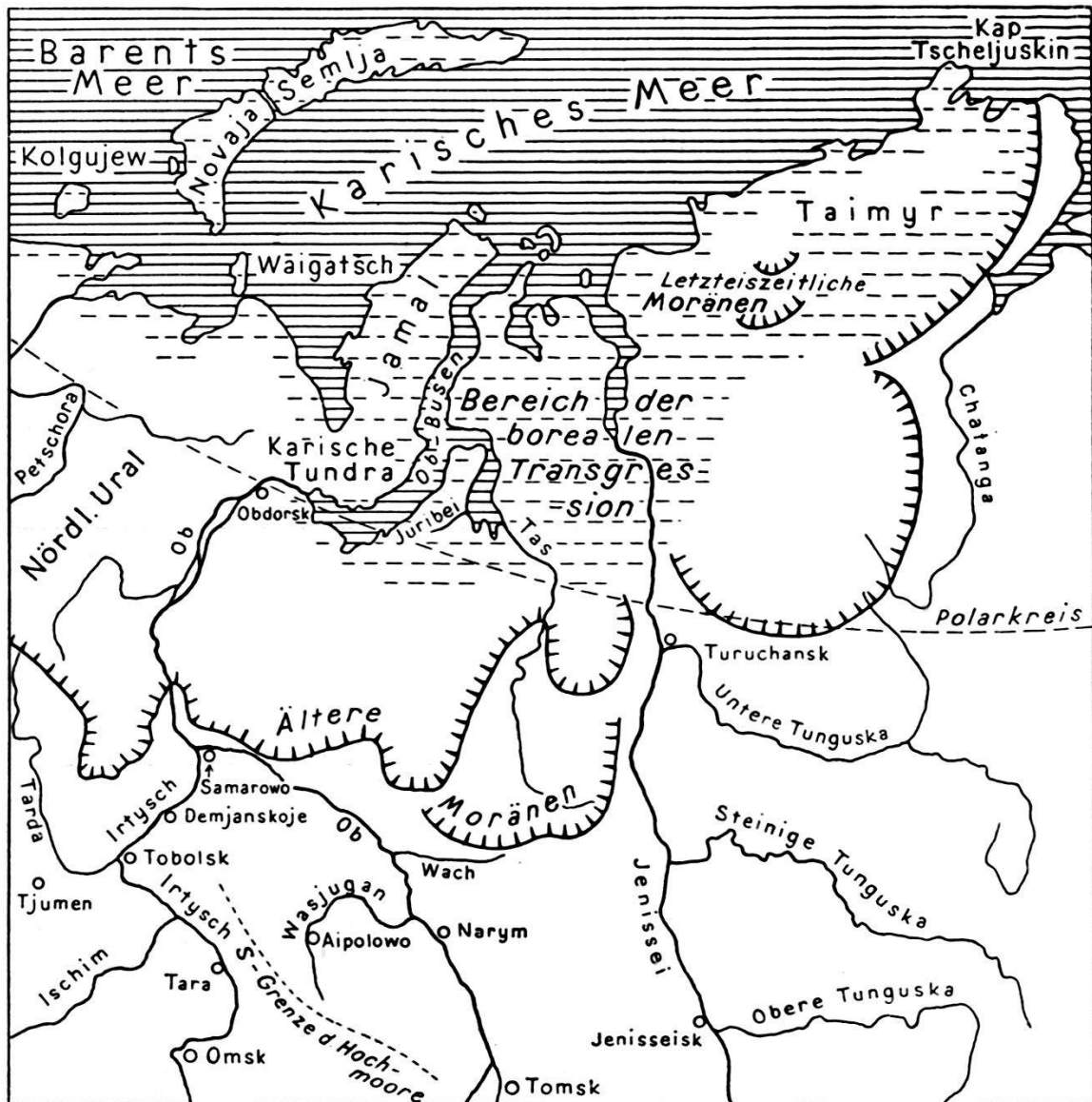


Fig. 2. Übersichtskarte des westsibirischen Quartärs.

Von ganz besonderem Interesse sind die von W. SUKATSCHEW 1909 und wiederum 1931—1934 untersuchten Ton- und Sandablagerungen am Irtysh und Ob in Westsibirien. Sie liegen, wie das nach

TOLMATSCHOV, URVANZEV und anderen russischen Autoren gezeichnete Kärtchen Fig. 2 zeigt, gleich den Reichenberger Ablagerungen ganz ausserhalb der Vergletscherungen. In den liegenden grauen Tonen sind schon lange mio-pliozäne Fossilien bekannt: eine *Hipparion*-Fauna (WYSSOTZKY 1898), bei Tara *Populus balsamoides*, *Pterocarya castaneifolia*, *Juglans acuminata*, *Acer* cf. *laetum*, *Buettneria aequalifolia* u. a. (SPIRIDONOV und KRISCHTAFOVITSCH 1927), an der Losva im nördlichen Ural *Sequoia* cf. *Langsdorfii*, *Populus latior*, *Magnolia*, *Myrica*, Lauraceen u. a. Der oberste Teil dieser Tone in den Profilen von Nefedova und Tschorny Jar umfasst offensichtlich bereits das ausklingende Pliozän und den Beginn des Pleistozäns. Abwechselnd dominieren *Pinus silvestris* (daneben in viel geringerer Menge auch eine Art aus der Sektion *Cembra* oder *Peuce* ?), *Abies sibirica*, *Picea obovata* und Birken, doch sind auch Eichen, Linden, Ulmen, Buchen, Flügelnuss und Stechpalme in wechselnder Menge vorhanden, somit frostempfindliche Laubhölzer, welche heute erst im südlichen Ural und zum Teil erst im Kaukasusgebiet leben.

Das absolute Föhrenmaximum im Profil von Tschorny Jar unten, während dessen ausser Birken und Erlen alle Laubhölzer verschwinden, könnte der ersten pleistozänen Eiszeit, die Diagonalsande darüber mit den Torfeinlagerungen von Demjanskoje (mit *Betula nana*, *Salix polaris*, *Dryas* usw.) den äussersten Moränen des Wach-Tas-Gebiets und der Sächsischen Eiszeit Nordeuropas entsprechen, somit das zwischen beiden gelegene Interglazial von Tschorny Jar mit dem absoluten Maximum von *Pinus* cf. *Cembra* und einem schwächeren Laubwaldmaximum dem C-Interglazial. Das jüngere Interglazial in den Tonen über den diagonalgeschichteten Sanden würde dann dem D-Interglazial entsprechen, wozu der Fund von *Corbicula fluminalis* (WYSSOTZKY 1896) gut passt. Die Früchte von *Ceratophyllum pentacanthum* und der Pollen von *Pterocarya*, *Ilex*, *Quercus* usw. in den Schichten mit der Dryasflora von Demjanskoje dürften sich, wie auch SUKATSCHEW annimmt, in sekundärer Lagerstätte befinden. Am Wasjagan fand SUKATSCHEW (laut briefl. Mitt.) auch *Tsuga* und *Brasenia*, wodurch die Analogie mit der gleichzeitigen Entwicklung in Europa — und der postglazialen in Nordamerika! — noch grösser wird.

II. Das Altpleistozän mit dem C-Interglazial (Taf. I).

Hieher zähle ich die beiden ersten norddeutschen und polnischen Eiszeiten, die beiden Hochterrasseneiszeiten der Alpen („Mindel“ im Sinne PENCK's und EBERL's, „Kander“ und „Glütsch“ BECK's) und das sie trennende C-Interglazial. Viele wohl hieher gehörige Ablagerungen, wie die von Tegelen, Wylerberg usw. am Niederrhein, die *Nematurella*-Schicht von Gudbjerg, die Gytta des Kopenhagener Freihafens, die alten Torfe von Lüneburg und Johnsbach in Schlesien,

sowie gewisse von NIKITIN am Don und an der Wolga untersuchte Floren sind von vielen Autoren als präglazial, also pliozän gedeutet worden, während umgekehrt z. B. die Floren des Cromer forest bed, des alten Stuttgarter Torfs und des Deltas von Güntenstall so wenig „tertiäre“ Arten enthalten, dass sie von geologisch und zoologisch nicht genügend geschulten Botanikern leicht für jungpleistozän gehalten werden können, wie es tatsächlich mit Güntenstall (BROCKMANN) und Cromer (NIKITIN) geschehen ist. Der Torf von Aue im Erzgebirge, dessen Flora (mit *Picea omorikoides*) mit denen von Lüneburg, Hamarnia usw. gut übereinstimmt und der auch von C. A. WEBER für gleichaltrig gehalten wurde, soll seiner Lagerung nach erst im letzten Inter-glazial gebildet worden sein (GRAHMANN briefl.).

Der stratigraphischen Lage nach stammen sicher aus der ersten pleistozänen Eiszeit und dem folgenden C-Interglazial die Floren von Cromer, Güntenstall, Hamarnia u. a. und die Faunen von Cromer, St. Prest, Süssenborn, Mosbach, Maur, Leffe, Hundsheim u. a. Gemeinsam sind allen in Fig. 3 als hierher gehörig bezeichneten Floren folgende Merkmale: das reichliche Vorkommen von Coniferen (auch in Tegelen nach FLORSCHÜTZ, mündliche Mitteilung), von denen die gemeine Fichte bis England reichte. Neben ihr tritt mindestens in Leffe, Johnsbach, Aue und Lüneburg auch die mit der heute auf wenige Gebirge der nordwestlichen Balkanländer beschränkten *Picea omorika* nächstverwandte *P. omorikoides* auf. Neben der allgemein verbreiteten *Pinus silvestris* wuchs in Hamarnia, Johnsbach und auch Lüneburg (vielleicht auch Cromer) *P. montana*, in der ersten Eiszeit von Hamarnia und Johnsbach (vielleicht auch Machendorf), sowie an der Wolga und am Irtysh *P. Cembra*. Lärchenreste (vielleicht alle von der zwischen der sibirischen und europäischen Lärche stehenden *Larix polonica*) sind von Johnsbach, Hamarnia und Woronesh bekannt. *Abies alba* war im Alpengebiet, Aue, Machendorf und Johnsbach reichlich vertreten, wogegen die Tannen von Woronesh und Sysran gleich denen am Irtysh wohl zu *A. sibirica* gehören dürften. *Tsuga* ist in wahrscheinlich hierher gehörigen Ablagerungen bisher nur für Machendorf nachgewiesen und ebenso fehlen merkwürdigerweise den meisten dieser Ablagerungen (ausser Tegelen, Leffe und Machendorf) auch die Juglandaceen und übrigen „tertiären“ Laubhölzer (ausser *Magnolia*, *Vitis* u. a. in Tegelen). Die Arten des Eichenmischwaldes erreichen nur im Alpengebiet, in Kopenhagen (38%) und Hamarnia (35%) höhere Werte, die Hasel im Alpengebiet, Kopenhagen (17%) und Machendorf (18%). Die Buche (im Karpatengebiet vielleicht auch *Fagus orientalis*) tritt mit 2—7% in Machendorf, Johnsbach und Hamarnia und dann wieder im Niederrheingebiet (Icksberg und Cromer) auf, die Hagebuche in Hamarnia, Stuttgart, Gudbjerg (5%) und im Niederrheingebiet bis Cromer. Abgesehen von wenigen Arten wie *Picea omorikoides*, *Magnolia Kobus* und *Pterocarya limburgensis* war somit die damalige Waldflora und ähnlich auch die

Sumpfflora von der heutigen nur wenig verschieden. Auffallenderweise kennen wir bisher keine einzige sicher der ersten Eiszeit zuzuschreibende baumfreie Glazialflora und keine reine Glazialfauna.

Der Vorstoss der ersten quartären Vereisung hat offenbar sehr rasch die pliozänen Waldbiozönoson überrascht. Mit Beginn der ersten Eiszeit erlöschen in Europa die *Mastodonten* (*M. arvernensis* noch in der Fauna von Perrier und im Norwich Crag, der schon aus diesem Grund nicht einer späteren Eiszeit entsprechen kann; dass die Gattung in Nordamerika länger gelebt hat, beweist natürlich nichts gegen ihre Bedeutung als Leitfossil in Europa!), *Elephas planifrons* u.a.; vor der zweiten altpleistozänen Eiszeit ferner *Elephas meridionalis* und *Rhinoceros (Dicerorhinus) etruscus* (beide vielfach in Süd- und Westeuropa bis England und Ungarn), *Leptobos* (z. B. Leffe und Süssenborn), *Cervus verticornis* (z. B. Cromer und Süssenborn), *Equus Stenonis* s. lat. (inkl. *mosbachensis*, *steinheimensis*, *süssenbornensis* u. a.), *Machairodus latidens*, von Schnecken *Nematurella Runtoniana* (England, Dänemark). Bis ins D-Interglazial haben sich *Hippopotamus* und *Trogontherium* gehalten (Taf. VII). Besonders bezeichnend für die von SOERGEL, WUEST, FREUDENBERG, SICKENBERG, KORMOS u. a. untersuchten altpleistozänen Faunen der „Mosbacher-Stufe“ sind ferner die Vorläufer vieler jungquartärer Säuger, wie des Wolfs (*Canis mosbachensis* u. a.), Höhlenbären (*Ursus Deningeri* u. a.), Fjellfrasses (*Gulo luscus* in Cromer und Mosbach), Moschusochsen (Cromer, Frankenhausen, Obergünzburg), Bisons und Elchs (beide z. B. in St. Prest), des Mammuts (Übergangsformen von *Elephas Trogontherii* zu *primigenius* weit verbreitet) und des wollhaarigen Nashorns (Frankenhausen, Starunia). Diesen Vorläufern reihen sich der *Homo heidelbergensis* von Maur und das Primitiv-Chelléen von Cromer, Tilloux, Burbach usw. an.

Die berühmte Plioänfauna des Wiener Belvedere ist sicher älter als die dortigen altpleistozänen Schotter (SCHAFER).

Mit den Schmelzwassern der ersten Eiszeit sind einige heute in Südasien, Ägypten und im Schwarzmeergebiet lebende Süßwassermollusken weit nach Nordwesten vorgedrungen, so besonders *Corbicula fluminalis* und *Melanopsis acicularis*, die beide in Mitteleuropa bis ins D-Interglazial gelebt haben. Die heute im Pyrenäengebiet lebende *Belgrandia (Paludetrina) marginata* hat sich gleichzeitig bis Südengland, Dänemark und Deutschland ausgebreitet und hier in der typischen Flussform bis ins D-Interglazial, in einer Quellform (*Belgrandia germanica*) bis ins E-Interglazial behauptet.

Die Floren und Faunen der ersten pleistozänen Eiszeit lassen annehmen, dass sich ihre Vergletscherung nur in einem verhältnismässig kleinen Gebiet ausgewirkt hat. Die Diagramme von Johnsbach und Hamarnia, die untereinander sehr ähnlich sind und wohl sicher das ganze C-Interglazial umfassen (Tafel I), besagen, dass dieses von nur verhältnismässig kurzer Dauer und nicht besonders

warm gewesen sein kann. Die in Fig. 3 gegebene Karte weicht von allen bisherigen Darstellungen (auch den neusten von GRAHMANN und WOLDSTEDT) erheblich ab und bedarf daher noch besonderer Begründung. Die erste nordische Vergletscherung hat nach der Mehrzahl der englischen, holländischen und norddeutschen Geologen (ausgenommen z. B. VAN BAREN und GRAHMANN) nicht bis Südengland und Holland gereicht und sogar auch grössere Teile von Dänemark und Südschweden eisfrei gelassen. Ihre Geschiebe stammen nach GRAHMANN grossenteils aus Mittelschweden und von den Ålandsinseln. Die von PREMIK und PIECH und nach ihnen von WOLDSTEDT, GRAHMANN und P. BECK mit der Elstereiszeit parallelisierte Karpatische Eiszeit kann nach den bereits in grösserer Zahl aus Galizien bekannt gewordenen Floren und Faunen (z. B. in Starunia mit *Elephas primigenius* und *Coelodonta antiquitatis*, die, wie mir SOERGEL bestätigt, der ersten Eiszeit noch durchaus fehlen) nicht wohl so alt sein. Es wäre auch ganz unverständlich, dass eine noch frühere Eiszeit (SZAFFERS Jaroslavien) sich ausschliesslich in Polen fühlbar gemacht haben sollte. Vielmehr kann diese älteste polnische und ostpreussische Vergletscherung, wie übrigens schon 1928 GRAHMANN als für die erste Grundmoräne West- und Ostpreussens möglich hingestellt hat, nur der ersten Elstereiszeit im Sinne KEILHACK's und GRAHMANN's, dem Icenian der Engländer entsprechen. Der ältere Name Scanian (GEIKIE) ist kaum brauchbar, da sichere Spuren dieser Eiszeit aus Schonen m. W. nicht bekannt sind.

Für das erste Interglazial hat Cromerien (MAYER-EYMAR 1865 u. a.) die Priorität vor Norfolkian (GEIKIE), Teglian (REID), Sandomirien (SZAFFER) u. a. Wenn auch bisher weder von Cromer noch von Tegelen Mikrofossilanalysen vorliegen, sprechen doch vor allem die Faunen beider Lokalitäten, die von so hervorragenden Paläontologen wie C. und E. REID und KORMOS noch für pliozän gehalten werden, entschieden gegen die z. B. von BECK befürwortete Einreihung ins D-Interglazial.

Die Grundmoränen des englischen Cromer till und der II. Elstereiszeit im Sinne GRAHMANN's West- und Mitteldeutschlands, der Karpatischen Eiszeit (Cracovien SZAFFER's) und die ersten Moränen von Tschernigow und Moskau sind ihrer Lage zwischen dem C- und dem D-Interglazial nach untereinander und mit der zweiten Hochterrasseniszeit der Alpen (Mindel II EBERL's, Glütsch BECK's) jedenfalls gleichaltrig. Ich schlage vor, diese Eiszeit allgemein die Sächsische (Saxonian GEIKIE) zu nennen, da der Name Saaleeiszeit (KEILHACK) heute von den meisten Geologen für eine jüngere Eiszeit gebraucht wird²⁾ und auch der gebräuchlichste Name „Mindel“ schon bei PENCK

²⁾ Dieses gilt im besonderen von der Auffassung GRAHMANN's, der 2 Elstereiszeiten und ein langes Interglazial vor der Saaleeiszeit annimmt, welches nur dem D-Interglazial entsprechen kann. Seine II. Elstereiszeit, deren Ausdehnung er ausdrücklich bis Holland annimmt, entspricht offenbar dem Saxonian.

und BRUECKNER nicht vollkommen eindeutig ist. Wenn, wie ich mit P. BECK annehme, die klassischen Mindelschotter der Iller-Lech-Platte den älteren Hochterrassenschottern und nicht den sehr viel älteren unteren Deckenschottern der Schweiz entsprechen, kann der Name auf keinen Fall für die jüngeren Deckenschottereiszeiten beibehalten werden.

Das Klima der Sächsischen Eiszeit muss nach den baumfreien Tundraflora von Krystynopol und Przemysl in Galizien und den subarktischen Tundren von Starunia, Ludwinów bei Krakau, Cannstatt und einigen weiteren westdeutschen und lothringischen Fundorten, deren Alter aber weniger sicher ist, hochgradig kalt-kontinental gewesen sein, mehr als das der vorhergehenden und das der folgenden Eiszeit. Wenn STEHLIN keine eigentliche Kältezeit zwischen den Deckenschottereiszeiten und der Risseiszeit gelten lässt, kommt das daher, dass er viele saxonische Faunen irrtümlicherweise der Risseiszeit zuschreibt und die saxonischen Tundraflora ganz ausser acht lässt. Vgl. dazu den Nachtrag S. 25.

Die relativ hohe Kontinentalität des Cromerian und Saxonian, sowie die anscheinend von Westen erfolgte Einwanderung des Mammut, Fjellfrasses u. a. könnte mit der Annahme WEGENER's und KOEPPEN's erklärt werden, dass damals noch die nordatlantische Landverbindung über Island und Grönland nach Amerika bestand und sich erst im D-Interglazial endgültig löste. Für das Klima des C-Interglazials dürften auch viele Überlegungen zutreffen, die SIMPSON über sein für kühl und kurz gehaltenes „Mindel-Riss-Interglazial“ anstellt.

Die beiden altpleistozänen Eiszeiten entsprechen sehr wahrscheinlich, wie ich 1930 im Gegensatz zu KOEPPEN, SOERGEL, GRAHMANN, BEURLIN und EBERL ausgeführt habe und jetzt auch P. BECK annimmt, den beiden Minima der Strahlungskurve von MILANKOVICH vor 231,000 und 187,400 Jahren, was mit dem waldgeschichtlichen Befund, nach welchem das C-Interglazial kürzer und kühler als das D- und das E-Interglazial war, aufs beste übereinstimmt.

Neben der sich dadurch gegen den üblichen Schätzungen ergebenden Verkürzung des gesamten Quartärs sei als für die Flora-, Fauna- und Menschheitsgeschichte besonders wichtig hervorgehoben, dass niemals das in vielen Karten der „maximalen Vergletscherung“ Europas dargestellte Vereisungsgebiet gleichzeitig vergletschert war. Übrigens besteht auch trotz OBRUTSCHEW's Annahme einer geschlossenen Vereisung ganz Nordasiens nach TOLMATSCHOFF die Annahme grosser dauernd eisfreier Gebiete im mittleren Nordsibirien auch heute zurecht (vgl. Fig. 2 und ANTEVS 1929).

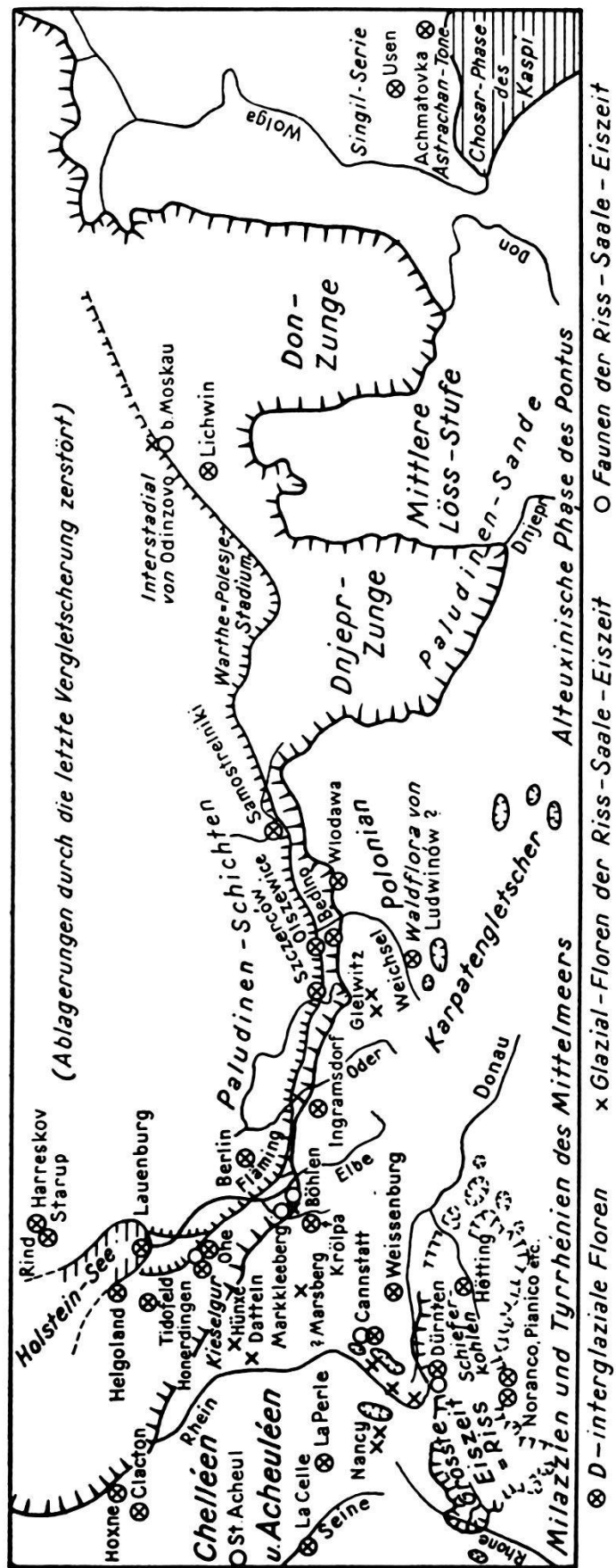


Fig. 4. *D-Interglazial und Polonian-Riss-Eiszeit.*

III. Das D-Interglazial und die Polonian-Saale-Riss-Eiszeit (Taf. II).

Das auf die altpleistozänen Eiszeiten folgende Interglazial ist bisher von den meisten Forschern bald mit dem Cromerien (so auch von mir noch 1930), bald mit dem folgenden Eemien vermengt und verwechselt worden. GEIKIE hat es 1885 „Helvetian“ genannt, aber dieser Name ist wegen des älteren Homonyms *Helvétien* (MAYER-EYMAR 1857 für eine Miozänstufe) durch Dürntenien (MAYER-EYMAR 1884) zu ersetzen, nachdem nunmehr durch BECK, HUG und JEANNET der Nachweis erbracht ist, dass der Haupthorizont der nordalpinen Schieferkohlen, zu denen auch die Dürntener gehört, älter als die Risseiszeit und somit D-Interglazial ist. (Später hat GEIKIE selbst sein Helvetian in Tyrolian und sein Neudeckian in Dürntenian umbenannt, welch letztere Änderung aber von einer unrichtigen Voraussetzung ausgeht.) Dass das an vielen Orten nur in „Präglazialfacies“ vertretene Cromerien von dem folgenden, meist nach KEILHACK's Vorgang als „I. norddeutsches“ bezeichneten Interglazial paläontologisch scharf zu unterscheiden ist, haben CL. und E. REID, C. A. WEBER, E. WÜST u. a. längst erkannt, aber noch 1928 lassen JESSEN und MILTHERS die Frage offen, ob vor ihrem vorletzten (penultimaten) Interglazial noch ein weiteres mit der Tegelenstufe auszuscheiden sei. Den endgültigen stratigraphischen Beweis hiefür haben erst in letzter Zeit in Polen LEWINSKI, PREMIK, PIECH und SZAFER erbracht, welch letzterer das D-Interglazial 1928 als Masovien I bezeichnet hat.

Das von WOLDSTEDT vorübergehend einer besonderen Eiszeit zugeschriebene Warthe-Stadium ist, wie WIEGERS, WOLDSTEDT und PREMIK festgestellt haben, nur eine letzte Phase der „II. norddeutschen“ oder „mittelpolnischen“ Vergletscherung, für welche wohl GEIKIE's Name Polonian den Vorzug vor dem auch schon für das Saxonian gebrauchten jüngeren Namen Saaleeiszeit verdient.

Dass auch die Dnjepr- und Don-Vereisung mit dieser und nicht mit der Saxonian-Krakauer Eiszeit gleichaltrig ist, haben 1922 LIMANOWSKI und 1924 KULCZYNSKI festgestellt, die sich nur darin geirrt haben, dass sie jene Eiszeit für die letzte hielten. Durch den Nachweis E-interglazialer Floren über den Moränen der Dnjepr-Don-Eiszeit (vgl. z. B. MIRTSCHINK 1933) ist jene richtige Erkenntnis zu Unrecht in Vergessenheit geraten.

Weiter haben SOERGEL und J. BAYER die „grösste Eiszeit“ der Schweiz irrtümlicherweise von der Riss-Eiszeit getrennt und mit dem Moustier-Vorstoss der letzten Eiszeit vermengt. Auch in der Datierung der Strahlungskurve durch KOEPPEN, GRAHMANN und EBERL findet sich derselbe Irrtum. Durch BECK, HUG und JEANNET ist nunmehr die Identität der „grössten Eiszeit“ mit der Riss-Eiszeit PENCK's und BRÜCKNER's und ihre Stellung zwischen dem D- und dem E-Interglazial sichergestellt worden, woraus ihre Identität mit

dem Polonian folgt. Ob auch, wie ich in Fig. 4 hypothetisch angedeutet habe, die von einigen Forschern für letzteiszeitlich gehaltene jüngste Moräne der südostenglischen Küste mit dem Lüneburg-Fläming-Zug zu verbinden ist, bedarf weiterer Prüfung.

Wald- und klimageschichtlich ist das D-Interglazial von dem sicher kürzeren und weniger warmen C-Interglazial sehr stark verschieden, dagegen dem E-Interglazial so ähnlich, dass JESSEN und MILTHERS 1928/30 nicht wagten, stratigraphisch nicht gesicherte Profile in Jütland lediglich nach dem Polendiagramm einzureihen und auch die frühere Vereinigung der teils dem D-, teils dem E-Interglazial angehörigen Ablagerungen von Grodno durch SZAFFER und der entsprechenden mittellrussischen durch NIKITIN wohlverständlich ist.

In beiden Interglazialen treten z. B. der Eichenmischwald, Hagebuche und Buchs, mehrere wärmeliebende Wasser- und Sumpfpflanzen (*Najas*, *Brasenia*, *Aldrovanda*, *Trapa*, *Dulichium* u. a.) und Säuger (*Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, *Ursus spelaeus* u. a.) in ganz ähnlicher Weise auf und auch der Neandertaler scheint beiden gemeinsam.

Die Pollendiagramme von Neu-Ohe, Dzbanks bei Szczerców und Olszewice (Taf. II) umfassen sicher das ganze D-Interglazial und lassen dank ihrer vorbildlich genauen Untersuchung dessen Wald- und Klimageschichte aufs genaueste ablesen. Die von GIESENHAGEN, GISTL und DEWALL in der Lüneburger Kieselgur gezählten 10,000—11,000 Jahresschichten, die nach den Pollendiagrammen sicher das ganze Interglazial erfassen, und die fast ebenso vielen, die schon früher BOGOLJUBOW in dem sicher weniger vollständigen Profil von Lichwin gezählt hat, sind in der Strahlungskurve wohl zwischen den Minima vor 187,400 (Saxonian) und 116,000 Jahren (Polonian) einzureihen. Diese Zeitspanne ist ja bereits um ein mehrfaches länger als die der Varven und zur Erklärung auch der starken Verwitterungs-, Erosions- und Akkumulationsvorgänge dieses Interglazials völlig ausreichend.

Charakteristisch für alle bisher aus dem D-Interglazial vorliegenden Diagramme, von denen Taf. II, V und VI nur eine Auswahl bieten, ist das Vorhandensein einer einzigen, sich über ca. 5000—6000 Jahre erstreckenden, mehrgipfligen Hasel-Eichenmischwaldzeit. Auch für die Hauptbildungszeit des Cannstatter Sauerwasserkalks, der nordalpinen Schieferkohlen und die gleichaltrigen französischen und oberitalienischen Profile, aus denen leider noch keine Diagramme vorliegen, ist nach den Makrofossilien dasselbe anzunehmen.

Ebenso bezeichnend und vom E-Interglazial unterscheidend ist das Wiederauftreten einer ganzen Menge von Tertiärarten ausserhalb ihres heutigen Areals: *Tsuga (canadensis?)* bei Reichenberg, Krakau und Olszewice, vielleicht auch in der Höttinger Breccie (= *Taxus höttingensis* WETTST.?), *Pinus Peuce* in den Südalpen,

Laurus canariensis in La Celle bei Paris, *Ficus carica* und *Cercis siliquastrum* ebenda und in La Perle, *Crataegus coccinea* in Clacton, *Pterocarya fraxinifolia* in Cannstatt, *Acer tataricum* in Schlesien und Polen, *Rhododendron ponticum* in den Südalpen und bei Hötting u. a.; an seither überhaupt erloschenen Arten *Dulichium vespiforme* z. B. in den Berliner Paludinenschichten und im Kuhgrund bei Lauenburg, *Euryale europaea* WEBER und *Myriophyllum praespicatum* NIKITIN in Lichwin, wo auch das Vorkommen von Eibe, Tanne, Stechpalme und Buche höchst auffallend ist. Ausdrücklich betont sei, dass *Rhododendron ponticum*, eine der frostempfindlichsten kolchischen Arten, bisher im ganzen Alpengebiet aus keiner Ablagerung bekannt ist, die sicher jünger als das D-Interglazial ist. Alle Versuche, solche Vorkommnisse in blosse Schwankungen der letzten Eiszeit zu stellen (BROCKMANN, NOVARESE, ANNAHEIM, SPETHMANN), werden ebenso scheitern, wie diejenigen fehlgeschlagen haben, europäische *Brasenia*-Vorkommnisse für postglazial zu erklären. Die Tanne erreicht auch in Süddeutschland (Weissenburg 70% nach F. BERTSCH) und Polen (Szczerców 90%) auffallend hohe Werte. Dagegen scheint die Buche viel weniger verbreitet gewesen zu sein als im E-Interglazial und Postglazial (angeblich in der Lüneburger Heide, bei Berlin, in der Höttinger Breccie, sicher in Olszewice). Auch die grössten Haselmaxima (bei Szczerców bis 389%) liegen im D-Interglazial auffallend weiter östlich als im E-Interglazial und Postglazial, was auf eine andere Verteilung von Wasser und Land hinweist. Leider ist die damalige Ausdehnung der Nordsee („Holsteinsee“), der Adria, des Kaspi in der Singil-Astrachan-Phase usw. noch sehr ungenügend bekannt.

In der Fauna erlöschen mit dem D-Interglazial *Trogontherium* und verschiedene Cerviden und Raubtiere ganz, *Hippopotamus* in Mitteleuropa. *Elephas antiquus* und verschiedene Süsswassermollusken (*Corbicula fluminalis*, *Paludina diluviana*, *Lithoglyphus naticoides*, *Belgrandia marginata* u. a.) erlangen ihre grösste Verbreitung, offenbar den Schmelzwassern der weichenden sächsischen Vereisung folgend.

Die Kulturstufe des D-Interglazials ist das vollentwickelte Chel-léen, das in Europa nur im Westen, östlich bis zur Lüneburger Heide, vertreten ist. Sein Träger dürfte bereits der Neandertaler gewesen sein (BOULE stellte den *Eoanthropus Dawsoni* von Piltdown hierher, dessen Alter aber stratigraphisch nicht gesichert ist und der primitiver scheint als der Heidelberger des C-Interglazials).

In den mitgeteilten Pollendiagrammen und nach SOERGEL auch im Cannstatter Sauerwasserkalk sind mehrere kleinere Klimaschwankungen innerhalb dieser längsten Wärmezeit des gesamten Quartärs angedeutet. Die vollständigen Profile (Taf. II) beweisen, dass dem Polonian eine längere Nadelwaldzeit voranging, in der auf polnischen Mooren Zwergbirke und nordische Weiden auftreten,

aber doch kein so starker Kälteeinbruch ausgedrückt ist, wie er der letzten Eiszeit voranging.

Sowohl die Risseiszeit der Alpen wie die Mittelpolnische des Nordens scheinen von verhältnismässig sehr kurzer Dauer gewesen zu sein, was erklärt, dass ihre Moränen, Floren und Faunen an verhältnismässig wenig Orten erhalten geblieben und in ihrer Altersstellung grossenteils viel umstritten sind. Mit einiger Wahrscheinlichkeit scheinen mir folgende, in Fig. 4 durch Kreuze bezeichnete Floren hierher zu gehören: Bois l'Abbé und Jarville bei Nancy (FLICHE), Rümplingen, Merzhausen und Steinbach bei Oos im Badischen Rheintal (STARK), Hünxe und Datteln im Ruhrgebiet (WEBER), Böhlen (und Borna?) bei Leipzig, Myslowitz und Makoszowy bei Gleiwitz in Oberschlesien (KOZŁOWSKA). Der von GRAHMANN hierher gestellte Glazialtorf von Marga bei Senftenberg scheint mir eher dem Brandenburger Vorstoss der letzten Eiszeit zu entsprechen, das angebliche Interglazial von Odinzovo bei Moskau nach seiner äusserst spärlichen Flora und Fauna dem Interstadial zwischen Polonian und Warthe phase.

Die genannten Floren und die zugehörigen Faunen, für welche das Herrschen des Mammuts und das Fehlen eigentlicher Steppentiere bezeichnend ist, sprechen für ein Glazialklima, das weniger kalt und kontinental als das der vorhergehenden und der folgenden Eiszeit war. Darauf weist namentlich das häufige Vorkommen von Nadelhölzern (z. B. der Lärche bei Nancy) und gewisser Moose (z. B. *Sphagnum imbricatum* in Steinbach und Borna). Erst in dieser Zeit scheint *Saxifraga oppositifolia* ihre Nordwanderung von den Alpen über die Karpaten angetreten zu haben. Der Mammutjäger der Acheul-Stufe ist bis Sachsen (Markkleeberg usw.) vorgedrungen. Das auffallende Fehlen der meisten hocharktischen und sibirischen Floren- und Faunenelemente, auf das auch STEHLIN hinweist, mag vielleicht damit zusammenhängen, dass die Zuwanderung von Osten durch die Eiszungen am Don und Dnjepr abgeregelt war. Erst nach ihrem Abschmelzen konnten die Paläolithiker bis Osteuropa vordringen.

IV. Das E-Interglazial (Eemien) (Tafel III).

Durch V. NORDMANN ist die lang umstritten gewesene Stellung des Eemien (HARTING 1875) im letzten warmen Interglazial (E=Neudeckian GEIKIE 1895, Dürntenian GEIKIE non MAYER-EYMAR 1884, II. norddeutsches Interglazial KEILHACK 1896, Weimarer Stufe WIEGERS 1909, Rabutzer Interglazial GAMS 1923, Masovien II SZAFER 1928) sichergestellt worden. Vor kurzem hat Frau VERMEER-LOUMAN auch für das Eem-Gebiet selbst (siehe Taf. III) bewiesen, dass die Transgression des warmen Eem-Meers mit der ersten Laubwaldzeit (Zone e und f nach JESSEN und MILTHERS) dieses Interglazials zusammenfällt.

Wenn auch eine ganze Reihe früher von mir und andern in das letzte Interglazial gestellter Ablagerungen heute mit voller Sicherheit als älter erkannt sind, bleiben doch, wie die Taf. III—VI zeigen, genügend viele, zum Teil auch schon mikrostratigraphisch gut untersuchte Profile übrig, so dass wir den Verlauf der Wald- und Klimageschichte für mehrere Länder mit einer Genauigkeit rekonstruieren können, die derjenigen unserer heutigen Kenntnis des Postglazials nur noch wenig nachsteht. In Osteuropa erstrecken sich die mikrostratigraphisch untersuchten Fundorte über nicht weniger als 14 Breitengrade, und es ist auch schon wiederholt, so 1928 von SZAFFER, JESSEN und MILTHERS, auf die vielen Analogien hingewiesen worden, welche diese Geschichte sowohl mit der postglazialen wie mit der D-interglazialen aufweist.

Bis ins letzte Interglazial haben sich von Tertiärbäumen in Thüringen (Weimarer Tuffe) *Thuja occidentalis*, *Fraxinus* cf. *americana*, eine *Pavia*- und eine *Juglans*-Art erhalten, *Juglans regia* auch in Nordfrankreich (Resson), *Buxus* ebenda und in der Nordschweiz (Flurlingen). *Ilex aquifolium* hat unterm Einfluss der Eemtransgression bis Weimar, Klinge und Posen gereicht, also weiter östlich als heute, aber weniger weit als im D-Interglazial. *Acer tataricum* und *Pterocarya* scheinen ihre heutigen Grenzen nicht mehr wesentlich überschritten zu haben (jenes bei Moskau, Taf. III), wohl aber die Weisstanne: Sie muss im Polesje (Kopys 43%) und Njemen-Gebiet (Zydowszczyzna bis 33%, nördlich von Kowno noch 1%) sehr verbreitet gewesen sein und hat sich durch das Urstromtal über Warschau (5%), Posen (15%), Rinnensdorf (42%) bis in die Umgebung von Hamburg (Winterhude, Nienjahn) und Holland (Amersfoort 11%) ausgebreitet. Die Buche war im Gegensatz zum D-Interglazial im Alpengebiet allgemein verbreitet (so bei Genf, Zürich³), Wasserburg am Inn bis 60%, Neustift bei Scheibbs, bei Trient 14%), ähnlich wohl auch im Karpatengebiet, von wo sie bis in die Umgebung von Warschau (1%), Posen (bis 23%), Thüringen (Weimarer Tuffe) und Braunschweig (Zweidorf 2%) ausstrahlt, auffallend weniger weit nach Norden und Westen als im D-Interglazial und Postglazial.

Die Hagebuche (*Carpinus*) war wie im D-Interglazial sehr viel weiter verbreitet und erreicht sehr viel höhere Prozentzahlen: in Holland 14—17%, in der Lüneburger Heide 59%, in Jütland 5—21%, in Rinnensdorf bis 91% (Taf. III), im Dnjeprgebiet 64—88% (Lojew), um Moskau 36%, in der Nordschweiz mindestens 7%³).

³) Im Postglazial des Alpenvorlands erscheint *Carpinus* regelmässig viel später als *Fagus* und erreicht meist nicht einmal 5% (diesen Betrag z. B. im nördlichen Bodenseegebiet und in Thun). Die frühere und stärkere Vertretung von *Carpinus*, das noch frühere Eichenmischwaldmaximum von 74% und das zwischen beiden gelegene Haselmaximum von nur 28% in KELLER's Diagramm vom Zürichberg (Taf. IV) beweisen ebenso wie die starke Pressung der Hölzer und die für sich allein noch nicht beweiskräftige Moränenbedeckung, dass diese Ablagerung

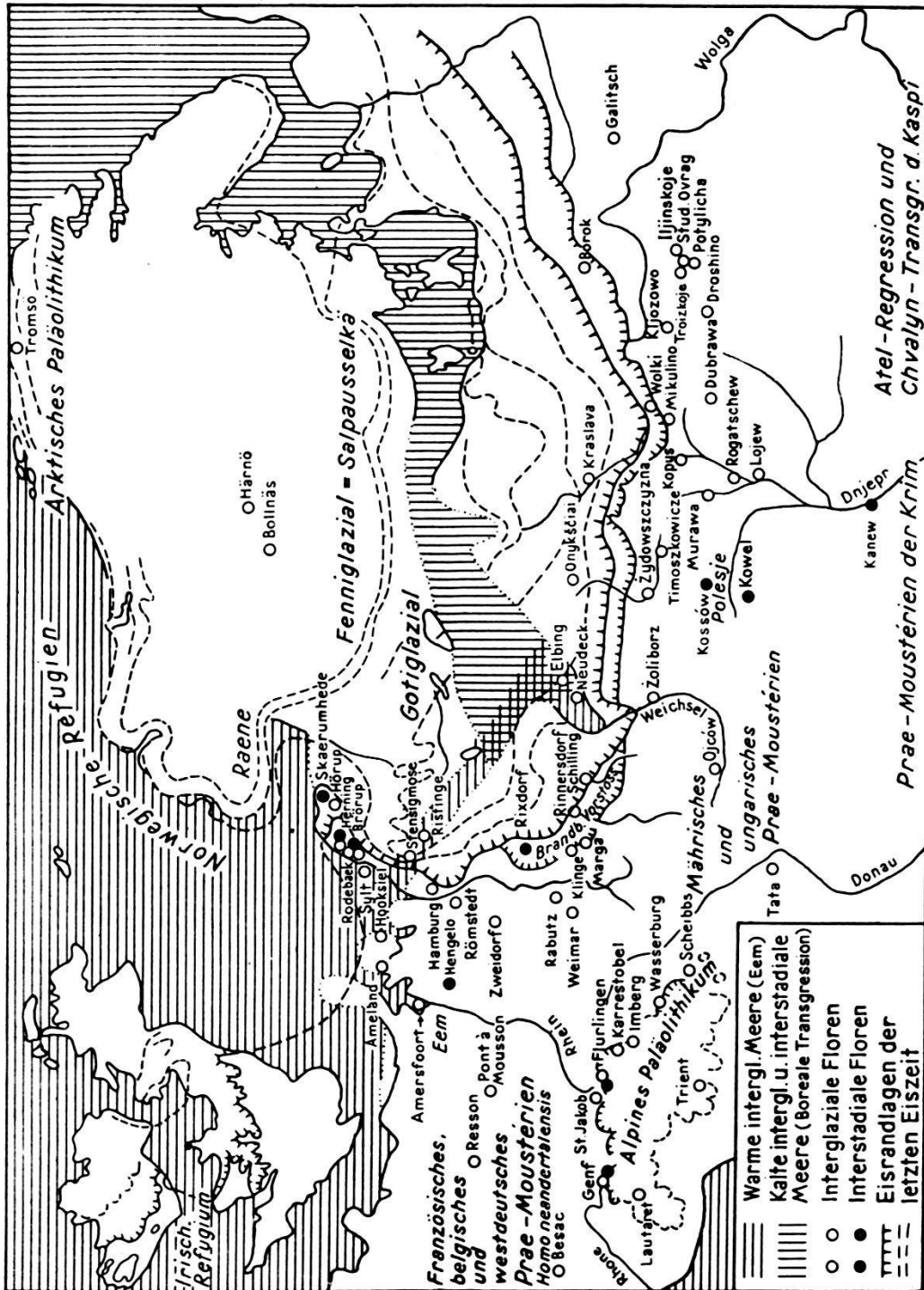


Fig. 5. Fossilfundorte und Transgressionen des E-Interglazials und Eisrandlagen der letzten Eiszeit.

Der Eichenmischwald erreicht regelmässig höhere Werte als im D-Interglazial: Jütland 61—75 gegenüber 46—48%, Lüneburger Heide 62 gegenüber 19—38%, Mark Brandenburg 72 gegenüber 20—30%, auch noch in Kostroma 51—56 und in Lojew 66%. Ähn-

nicht, wie KELLER glaubte, postglazial, sondern interglazial ist. Im übrigen liegen aus dem Alpengebiet noch zu wenig Interglazialdiagramme vor, als dass eine sichere Parallelisierung der meisten bisher vorliegenden Profile möglich wäre.

lich verhält sich die Hasel, die im Gegensatz zum Postglazial meist erst gleichzeitig mit dem Eichenmischwald kulminiert: Holland 60—62%, Jütland 133—233 gegenüber 10—49% im D-Interglazial, Lüneburger Heide bis 492 gegenüber 34, Mark 299 gegenüber 6—8, Lojew 237, Moskau 231,5 und noch um Kostroma 13—62%, nördlich bis Bollnäs in Schweden. Nur in Polen sinken die Maximalwerte vom D- zum E-Interglazial: Eichenmischwald von 50—84 auf 16—50%, Hasel von 90—389 auf 17—133%. *Alnus glutinosa* und Fichte reichten bis Bollnäs, Föhre und Flaumbirke bis Härnö, eine Erle bis Tromsö. Die alpine Waldgrenze dürfte nach der Lage der bewohnten Höhlen kaum tiefer gelegen sein als in der postglazialen Wärmezeit, also etwa 300—400 m über der heutigen.

Auch die wärmeliebenden Wasserpflanzen aus den Gattungen *Najas*, *Trapa*, *Aldrovanda* usw. und Sumpfpflanzen (z. B. *Carex Pseudocyperus*) weisen in den inter- und postglazialen Eichenmischwaldzeiten, die zweifellos die Wärmemaxima brachten, ganz ähnliche Maximalverbreitung auf; nur *Brasenia purpurea* und *Dulichium spathaceum* sind durch die letzte Eiszeit endgültig aus Europa vertrieben worden. Gleichzeitig mit ihnen erlöschen *Elephas antiquus* und *Rhinoceros Merckii* (beide in Mitteleuropa im Moustérien, im Mittelmeergebiet wohl erst im Aurignacien), ferner *Belgrandia germanica* und einige weitere Schnecken.

Der Mensch des E-Interglazials ist nach den übereinstimmenden Funden in Frankreich, Westdeutschland, Mähren und der Krim der *Homo neandertalensis*, seine Kulturstufe das Prae-Moustérien. Da ältere Kulturen nur westlich und südlich dieser Gebiete auftreten und weiter östlich nur jüngere, dürfte die Ausbreitung in dieser Zeit hauptsächlich in west-östlicher Richtung erfolgt sein. Das von NUMMEDAL im nördlichsten Skandinavien entdeckte „arktische Paläolithikum“ ist wohl, entgegen einer kürzlich von NORDHAGEN geäußerten Hypothese, jünger als der erste Vorstoss der letzten Eiszeit, der wohl, wie in Fig. 5 angedeutet ist, ganz Skandinavien überdeckt und alle Reste älterer Kulturen als der des Aurignacien vernichtet hat.

Es ist eine aus den Kalktuffen von Weimar und den marinen Profilen in Holstein, Dänemark und Westpreussen schon lange bekannte Tatsache, dass das „letzte Interglazial im weiteren Sinn“ durch eine kurze Phase mit abweichendem Klima in einen wärmeren und einen kühleren Abschnitt zerlegt wird. Auf Grund solcher Beobachtungen ist ja die Eem-Transgression wiederholt, so noch 1927 von BEURLIN, in das vorletzte Interglazial gestellt worden. Ich habe 1923 die beiden Abschnitte als Rabutzer und Rixdorfer Interglazial bezeichnet und bis 1930 den besonders eindrucksvoll 1928 von JESSEN und MILTHERS nachgewiesenen Kälteeinbruch zwischen beiden für die Wartheeiszeit gehalten. Nachdem aber diese, wie WIEGERS, PREMIK und PIECH und auch WOLDSTEDT gezeigt haben, nur eine letzte Phase der das D- und das E-Interglazial trennenden

Eiszeit ist, fällt jene Datierung dahin. Sie ist übrigens nicht nur von mir vertreten worden, denn es haben bereits 1903 PENCK, 1914—1920 BAYER und noch 1928 K. JESSEN das Moustérien mit der Risseiszeit, KILIAN 1911—1918 und MAYET 1915 mit dem „Neo-Riss“ parallelisiert. Nun haben aber schon 1908 M. BOULE, 1909 WIEGERS, 1916 OBERMAIER, 1919 SOERGEL erkannt und 1933 DUBOIS und STEHLIN durch ihre Untersuchung der Grotte de Cotencher endgültig bewiesen, dass das Moustérien mit dem ersten Vorstoss der letzten Eiszeit zusammenfällt. Ja R. R. SCHMIDT 1911/12, OBERMAIER 1916, BOULE 1923, NOVARESE 1927 u. a. wollten sogar nur diesen Vorstoss als Würmeiszeit gelten lassen und schon das Aurignacien zum Postglazial zählen! Ich muss mich nun endgültig der namentlich auch von SOERGEL, WIEGERS und WOLDSTEDT vertretenen Ansicht anschliessen, dass der Moustérienvorstoss bereits als erster Vorstoss der letzten Eiszeit und somit die kühle Rixdorfer- oder Aurignac-Schwankung als erstes Interstadial derselben zu bewerten ist.

V. Die letzte Eiszeit (Würm-Weichsel) (Taf. IV).

In der letzten und bei weitem längsten Eiszeit sind mindestens vier durch wärmere Interstadiale getrennte Vorstösse und eine grössere Zahl kleinerer Schwankungen zu unterscheiden:

1. Der Moustier-Vorstoss im Sinne BAYER's und SOERGEL's, welchen ich nunmehr mit der kalten Zone *k* von JESSEN und MILTHERS (Taf. III—VI) und in Übereinstimmung mit WOLDSTEDT mit dem Brandenburger Vorstoss der Weichseleiszeit identifiziere. Auch den von GRAHMANN der Wartheeiszeit zugeschriebenen Glazialtorf von Marga (Taf. III) halte ich für gleichaltrig. Wie in der Karte (Fig. 5, S. 17) angedeutet ist, reicht dieser Vorstoss auf weite Strecken, so wahrscheinlich in England, Norwegen und im nördlichen Jütland, sicher in der Mark Brandenburg und vielleicht auch östlich der Weichsel weiter als der folgende, der ihn jedoch im Elbe- und Weichseltal überholt. Ganz ebenso hat nach EBERL in den Nordalpen vom Glattgebiet bis zum Salzachgebiet der Hauptvorstoss der Würm-Vergletscherung (das Killwangen-Schaffhauser Stadium, Würm II EBERL's, Würm I der meisten Autoren) einen früheren Vorstoss (EBERL's Würm I) überholt, dessen Spuren kürzlich HUG auch ausserhalb der Endmoränen von Killwangen gefunden hat. Im Gegensatz zu EBERL und in Übereinstimmung mit BECK kann ich jedoch diesen ersten Vorstoss der letzten Eiszeit nicht mit dem Strahlungsminimum vor 116,000 Jahren, welchem wir die Risseiszeit zuschreiben, parallelisieren. Die Strahlungskurve weist nach diesem nur noch zwei stärkere Minima vor 72,000 und 22,300 Jahren auf, reicht somit, worauf schon KLUTE u. a. hingewiesen haben, nicht zur Erklärung aller jungpleistozänen Eisvorstösse aus. Vor

94,000 Jahren ist zwar ein schwächeres Minimum angedeutet, auf welches aber ein Phase mit stärkerer Strahlung als im vorhergehenden Interglazial folgt, während das E-Interglazial unzweifelhaft viel wärmer als das folgende Interstadial war (vgl. Taf. VII).

2. Die Aurignac-Schwankung. Sie fällt, wie auch WOLDSTEDT annimmt, zwischen die Brandenburger und die Frankfurt-Posener Phase der Weichsel-Vergletscherung und ist mit dem Rixdorfer Interglazial (WAHNSCHAFTE 1909, PAVLOV 1922, GAMS 1923), der Skaerumhede-Serie (A. JESSEN 1910) und den Zonen *l* und *m* (JESSEN und MILTHERS 1928, vgl. Taf. III) identisch. In dieser Zeit waren Eichenmischwaldelemente nachweisbar bis Holland (Lindenpollen im Aurignacien-Horizont von Oosterwolde nach BEIJERINCK), Jütland⁴⁾ und Grodno (Taf. III) verbreitet und es wäre denkbar, dass auch einige der nicht sicher datierten Alpenprofile (Taf. IV und VI) bis in dieses Interstadial hinabreichen. Gegenüber denjenigen Forschern, welche das Aurignacien auf Grund dieser weiten Verbreitung von Laubhölzern und auch Waldtieren in ein eigentliches Interglazial stellen wollen, sei betont, dass erstens die Zonen *l* und *m* über letztinterglazialen Profilen ausschliesslich ausserhalb den Moränen des Brandenburger-Vorstosses ungestört erhalten sind, dieser also nicht jünger sein kann als diese Profile des scheinbar zwei Interglaziale umspannenden „Herning-Typus“; dass zweitens die meisten Faunen des Aurignacien auf so niedrige Temperaturen weisen, dass einer ihrer besten Kenner, STEHLIN, im Aurignacien den Höhepunkt der letzten Eiszeit zu sehen glaubte, und die z. B. von ABSOLON ausgesprochene Ansicht, dass die Höhensiedlungen des alpinen Paläolithikums Aurignacien seien, völlig unmöglich erscheint; und dass drittens die dem Moustérien und Aurignacien entsprechenden Floren (z. B. die von Skaerumhede und Marga) ganz ähnlich wie die Faunen höchst eigentümliche Mischungen arktischer und atlantischer Arten aufweisen.

Für diese klimatischen Anomalien drängt sich mir folgende Erklärung auf: Während des E-Interglazials drangen das Eemmeer von Westen und die sicher zur Hauptsache gleichaltrige „boreale Transgression“ des Weissen Meers von Osten bis ins heutige Ostseebecken vor, wo sie sich, wie die Profile von Elbing u. a. beweisen, schliesslich vereinigten und somit Fennoskandien ganz vom Festland abschnitten (Fig. 5). Dadurch wurde sowohl die ozeanische wie die atmosphärische Zirkulation von Grund aus geändert und es kam, sei es infolge Ablenkung des Golfstroms, sei es infolge Verlegung der Zyklonenwege, zu einer Vergletscherung Fennoskandiens, deren Inlandeis sich rasch über das ganze Nordmeer südwärts vorschob. In der Umrahmung des zurückweichenden Eemmeers muss sich dieses aber auch noch im Aurignacien so stark bemerkbar ge-

⁴⁾ Vgl. auch das Profil von Hooksiel in Oldenburg (OVERBECK 1931).

macht haben, dass die erwähnten Laubwaldelemente von Holland bis Polen und in der Niederlausitz so atlantische Pflanzen wie *Myrica gale* und *Elisma natans* leben konnten.

In grösserer Entfernung von der Nordsee muss das Klima ausgesprochen kalt-kontinental gewesen sein; denn die Aurignacien-Faunen beweisen, dass in dieser Zeit die grosse Überflutung Europas durch eurosibirische Steppentiere einsetzte. Die meisten Steppennager (mit Ausnahme einiger Wühlmäuse u. a.), die Saiga-Antilope u. a. haben erst in dieser Zeit Deutschland, die Nordschweiz, Frankreich und Belgien erreicht. Andererseits aber haben sich nach ZEROW auch erst in dieser Zeit die Moosmoore von Kostjanetz und Lupynin bei Kanew am Dnjepr gebildet (Taf. III).

Die grossen Wanderungen dieser bewegten Zeit, in der nicht zuletzt auch der Aurignac-Mensch sich durch Südosteuropa bis ins Kaukasusgebiet und vielleicht eher von Nord-Fennoskandien als von Südasien bis Sibirien und China ausbreitete, stehen vielleicht in direktem Zusammenhang mit der borealen Transgression einerseits und der Austrocknung der aralo-kaspischen und pontisch-pannonischen Steppen andererseits.

Wieweit auch die in Taf. III—VI zusammengestellten, z. T. noch sehr fragmentarischen Pollendiagramme auch die Aurignac-Schwankung umfassen und wie deren Klima im Alpengebiet war, bedarf dringend weiterer Untersuchungen.

3. Die beiden Hauptvorstösse der letzten Eiszeit. Am Nordalpenrand liegen zwischen den äusseren (Gurten-Killwangen-Schaffhausen) und den inneren Jungmoränen (Muri-Zürich-Singen) mehrfache Zwischenmoränen. Das gleiche ist zwischen der Frankfurt-Posener Hauptphase der Weichseleiszeit und dem „Baltischen Vorstoss“ des Mecklenburgian (GEIKIE) oder Daniglazial (DE GEER) der Fall. Zwischen der eigentlichen „Würmeiszeit“ und der „Schlussvereisung“ im Sinne AMPFERER'S lassen sich, wie u. a. PENCK entgegen früheren Annahmen mehrfach betont hat, keine Interglazial-, sondern nur Interstadialbildungen mit subarktisch-subalpiner Flora und Fauna nachweisen, so in den Schieferkohlen von Niederweningen und des Signal de Bougy und den entsprechenden Interstadialbildungen in Dänemark, Masuren, Polesje, Böhmen usw., wo mehrere Bohrprofile vom Postglazial bis in solche Interstadiale hinunterreichen (Taf. IV). Leider ist m. W. in allen diesen Fällen noch keine Zuweisung zu bestimmten Moränen und damit keine sichere Parallelisierung möglich.

Sehr wahrscheinlich wird im ersten Hauptvorstoss das Aurignacien durch das Solutréen, im zweiten dieses durch das Magdalénien abgelöst. Das Klima beider war sicher im grössten Teil des extramediterranen Europa kalt-kontinental, trotz der geringeren Vergletscherung ähnlich dem der Sächsischen Eiszeit, was durch zahlreiche

Floren und Faunen bewiesen wird. Selbst im Pfälzer Bergland, etwa 475 km von den äussersten Jungmoränen entfernt, konnte FIRBAS (1934) eine gänzlich baumfreie Glazialflora nachweisen (Taf. IV).

4. Das Gotiglazial und Fenniglazial (Finiglazial). Diese vielfach bereits in „postglazialer Facies“ ausgebildeten letzten Abschnitte des Spätglazials sind im Alpengebiet, Jura, Schwarzwald, in der Pfalz, am Vogelsberg, in Nordböhmen, Polen, Norddeutschland, Dänemark, Südschweden, Finnland, Estland und Russland bereits durch zahlreiche Pollendiagramme, im Baltikum auch durch Diatomeendiagramme erfasst. Ich verweise auf die 18 Pollendiagramme, die ich 1930 zusammengestellt habe und insbesondere auf die angeführten und weitere demnächst erscheinende Arbeiten von FIRBAS und NORDHAGEN über das Spätglazial. Besonders wertvoll ist die erstmals durch FIRBAS mit Hilfe des Gräser- und Ericaceenpollens durchgeführte scharfe Abgrenzung der waldfreien Zeiten, die leider bisher nur für wenige Profile durchgeführt ist.

Viele Diagramme (Taf. V, VI) umfassen mindestens noch einen Teil der letzten grossen Kälterückschläge, welche den Gschnitz- und Daunmoränen der Alpen und den Fenniglazialmoränen Fennoskandiens (Salpausselkä-Raene) entsprechen, doch können leider bisher die einzelnen, oft sehr starken Ausschläge der Föhren-, Birken- und Weidenkurven trotz manchen Versuchen noch nicht sicher parallelisiert werden. Die klimatische Ausdeutung der Diagramme wird besonders dadurch erschwert, dass innerhalb jeder der drei Gattungen Arten von sehr verschiedenen Klimaansprüchen vertreten sind, die nach dem Pollen nicht oder (*Pinus* und *Betula*) doch nicht mit genügender Sicherheit unterschieden werden können, und dass weiter auch mit Weitflug-Auslese zu rechnen ist (vgl. FIRBAS 1934). Es ist daher auch schwer festzustellen, wie weit einzelne Diagramme bis in die gotiglazialen Schwankungen (Ammerseestadium und die früher als Bühlstadium und Achenschwankung bezeichneten Bildungen der Nordalpen und die verschiedenen Phasen des Baltischen Eissees im Norden) hinabreichen. Die wärmste dieser Schwankungen, die Allerödschwankung, geht wohl unmittelbar dem ersten fenniglazialen Vorstoss (Gschnitz I, Salpausselkä I) voraus. Wohl in dieser Zeit treten in mehreren Profilen aus den Nordalpen zusammen mit oft sehr vielen Algen und Wasserschnecken Pollen von Fichte, Lärche und Hasel, in Oberbayern, am Vogelsberg, in Böhmen und Südpolen (Taf. IV) auch bereits Elemente des Eichenmischwalds, im Polesje und in Ostpreussen (bei Allenstein nach brieflicher Mitteilung von H. GROSS) die Hagebuche auf.

Nach DE GEER's neuesten Konnexionen beginnt das Gotiglazial 7809, die letzte Varvenserie über der Allerödschwankung 6590 Jahre vor der Bipartition, somit um 13,800 und 12,580 v. Chr.

Die fenniglazialen Moränen sind nach der schwedischen und finnischen Geochronologie ohne grössere Schwankungen rasch hinter-

einander um etwa 8300—8100 v. Chr. gebildet worden, somit zur selben Zeit, in welcher nach MILANKOVICH die Sonnenstrahlung ihr letztes Maximum erreichte. Zu dieser sonderbaren Tatsache kommt die weitere, dass sich unmittelbar nach dem letzten Stadium (Daun, Salpausselkä III) die Hasel und mehrere wärmeliebende Sumpf- und Wasserpflanzen (so *Cladium*, *Carex Pseudocyperus*, *Najas flexilis*) explosionsartig, viel rascher als im D- und E-Interglazial und weit über ihr heutiges Areal ausbreiten, während die Ausbreitung der teils erst viel später blühreif werdenden, teils schwerfrüchtigen Laubbäume und Wasserpflanzen, wie der Ulmen, Linden und Eichen und der Wassernuss sehr viel langsamer erfolgt.

Diese Anomalien erkläre ich in Übereinstimmung mit HYYPÄ (1933) und SAURAMO (1934) und in Analogie zur Deutung des Moustier-Vorstosses folgendermassen: Der „Vorwinter“ des Moustérien und des interstadialen Yoldiameers und der „Nachwinter“ des späten Magdalénien und des spätglazialen Yoldiameers waren nicht durch Minima, sondern, wie übrigens schon 1904 PILGRIM für die Eiszeiten überhaupt angenommen und in der nachgelassenen Arbeit (1928) nochmals begründet und neuerdings SIMPSON eingehender dargelegt hat, durch Maxima der Sonnenstrahlung hervorgerufen. Infolge des raschen Abschmelzens der nordischen Gletscher traten eustatische Transgressionen der Nordmeere ein, durch welche die Zufuhr von warmem Meerwasser nach Skandinavien gebremst, aber die regenbringenden Westwinde verstärkt wurden. Solche Transgressionen haben im Lauf der letzten Eiszeit, von der Aurignacschwankung bis zum Fenniglazial in grösserer, noch nicht ganz feststehender Zahl stattgefunden, die letzte Verbindung zwischen Nord- und Ostsee über Ladoga und Onega mit dem Weissen Meer spätestens im Gotiglazial, dagegen nicht mehr, wie SAURAMO, MARKOW und PORETZKY wohl endgültig bewiesen haben, bei den letzten Yoldia-Transgressionen des Fenniglazials. Immerhin muss die damalige Abkühlung noch stark genug gewesen sein, um nochmals Vorstösse des fennoskandischen Inlandeises hervorzurufen und Fichten und Weissbirken zurückzudrängen.

Auf die Gletscher der mitteleuropäischen Gebirge lässt sich diese Erklärung natürlich nicht ohne weiteres übertragen; es scheint aber doch, dass die Gschnitz- und Daun-Stadien den fenniglazialen zeitlich genau entsprechen, und OBERDORFER konnte anhand von Linienprofilen durch den abgelassenen Schluchsee im Schwarzwald erheblich höhere Wasserstände und somit grössere Niederschlagsmengen zur Zeit dieser Stadien als während des vorangegangenen, relativ trockenen Interstadials nachweisen (vgl. Taf. IV, wo das reichliche Auftreten des Sanddorns, *Hippophae rhamnoides*, in den präborealen Trockenzeiten zu beachten ist).

Auf jeden Fall gibt das rasche, haltlose Zurückweichen der nordischen wie der Alpengletscher von den letzten Fenniglazial-

moränen und die gleichzeitige explosionsartige Ausbreitung der Hasel und anderer Laubhölzer im grössten Teil von West- und Mitteleuropa einen vorzüglichen Leithorizont, welcher das Pleistozän vom Holozän scheidet und in ähnlicher Schärfe dem D- und E-Interglazial, wie die mitgeteilten Diagramme (vgl. besonders Taf. V und VI) zeigen, fehlt, somit eine in den meisten Fällen eindeutige Unterscheidung von inter- und postglazialen Profilen gestattet. Daran ändert wenig, dass das Haselmaximum und die Ausbreitung des Eichenmischwaldes, wie FIRBAS mit Recht betont, nicht überall gleichaltrig sein können. Dass das Postglazial nicht erst, wie nach DE GEER'S Vorschlag noch immer wiederholt wird, mit der Bipartition des skandinavischen Inlandeises begonnen werden kann, die nachgewiesenermassen erst in einem spätern Abschnitt der Ancyluszeit, also bereits ganz in der postglazialen Wärmezeit, erfolgt ist, ist schon von den besten Kennern des baltischen Pleistozäns so oft dargelegt worden, dass die Unmöglichkeit dieser Abgrenzung wohl keiner weiteren Begründung mehr bedarf.

Das mit L. VON POST'S Zone IX beginnende Postglazial oder Holozän und seine weitere Gliederung soll hier nicht mehr besprochen werden, dagegen stelle ich in Taf. V—VII nochmals die Hauptergebnisse dieser Übersicht der Gliederung des Pleistozäns zusammen.

In Übereinstimmung mit P. BECK komme ich zu einer wesentlich kürzeren Dauer des Pleistozäns als KOEPPEN, SOERGEL, GRAHMANN, EBERL u. a. Während noch vor kurzem manche Autoren in Verlegenheit waren, wie sie einzelne Glaziale und Interglaziale mit den scheinbar allzu vielen Spitzen der Strahlungskurve parallelisieren sollten, und andere diese als Zeitmesser ganz verwerfen, komme ich gleich BECK zu dem Ergebnis, dass sie als solcher sehr wohl brauchbar ist. Sie hat aber nicht zu viele, sondern zu wenig Spitzen, und es müssen daher neben der Sonnenstrahlung noch andere Ursachen zur Erklärung der geologisch und paläontologisch nachgewiesenen Klimaschwankungen herangezogen werden. Insbesondere ist die von PILGRIM und SIMPSON vertretene Ansicht, dass Strahlungsmaxima Vergletscherungen erzeugen können, wenigstens für die ersten und letzten Vorstösse der letzten Eiszeit kaum von der Hand zu weisen.

Das Hauptergebnis ist aber, dass heute bereits alle Abschnitte des Pliozäns, Pleistozäns und Holozäns dank den Fortschritten vor allem der quantitativen Mikrofossilanalyse soweit paläontologisch und damit auch klimatologisch charakterisiert werden können, dass für einen solchen Hiatus, wie ihn die Dogmen vom pleistozänen Alter der Deckenschottereiszeiten und von Hunderttausende von Jahren umfassenden Interglazialen annehmen mussten, keinerlei Raum mehr bleibt.

Wie die Zusammenstellung auf den Taf. V und VI zeigt und im besonderen auch durch die in vielen Diagrammen der Taf. II

und III dargestellte Verbreitung wärmeliebender Wasserpflanzen bewiesen wird, lagen die Wärmemaxima des D- und des E-Interglazials bestimmt nicht unter dem der postglazialen Wärmezeit. Wenn wir den Mono- und Biglazialisten einräumen, dass wir nur Zeiten, die mindestens so warm waren wie die Gegenwart, als Interglaziale gelten lassen, müssen wir auch das C-Interglazial als solches anerkennen, wogegen die Aurignac-Schwankung (F nach BECK) als Interstadial zu bewerten ist. Ein weiteres Entgegenkommen ist nach dem heutigen Stand der Paläobotanik nicht mehr möglich.

Manuskript eingegangen am 29. Juni 1934.

Nachtrag.

Nachdem nunmehr auch aus Südeuropa einige Profile, die grössere Abschnitte des Pleistozäns erfassen, genauer paläontologisch und z. T. auch schon mikrostratigraphisch untersucht worden sind, müssen die bisherigen, zumeist rein typologischen Datierungen zahlreicher Faunen aus paläolithischen Kulturschichten revidiert werden.

So sind wohl die „amorphe Industrie“ und das „Acheuléen“ der Krimhöhlen, deren Fauna und Flora nach BONČ - OSMOLOVSKY und seinen Mitarbeitern durchaus dem letzten warmen Interglazial angehören, nicht mit den gleichnamigen älteren Kulturen in Westeuropa, sondern mit dem alpinen Paläolithikum (Prae-Moustérien) gleichaltrig. Weder auf der Krim noch in Italien sind bisher Artefakte des Solutréen und Magdalénien gefunden worden, wogegen dort solche von Aurignacien-Typen offenbar bis gegen Ende der letzten Eiszeit in Gebrauch waren, wie es anscheinend auch im nördlichen Fennoskandien der Fall war.

Die von G. A. BLANC sorgfältig untersuchte Schichtfolge der Grotta Romanelli an der apulischen Küste umfasst wohl das ausklingende D-Interglazial (Strandschotter mit *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, *Hippopotamus* u. a.), die Risszeit (untere Stalagmitenschicht mit Hase und Fuchs), das E-Interglazial (Roterde mit ähnlicher Fauna wie D, dazu die ersten Steppentiere) und die ganze letzte Eiszeit mit dem Moustier-Vorstoss (obere Stalagmitenschicht mit Steinbock), der Aurignacschwankung (brauner Löss mit kaltkontinentaler Fauna) und den Hauptvorstössen (Löss und Wüstensand mit kalter Fauna, u. a. *Alca impennis*).

Das von A. C. BLANC und M. MARCHETTI untersuchte 26 m tiefe Profil von Torre del Lago bei Pisa beginnt mit einem sicher glazialen Torf mit subalpiner Coniferenflora (unter den stark überwiegenden *Pinus*-Arten selbst *P. Cembra!*), die ich eher für saxonisch als für risszeitlich oder noch jünger halte. Darüber folgen Meeressande mit

südmediterraner Molluskenfauna (D und E?), grober Wüstensand mit Windkantern und Artefakten von Moustier- und Aurignac-Typ, fossilere Sande und postglazialer Torf mit Hirsch und Biber.

Eine Einreihung der warmen Faunen beider Profile in eine blosse Schwankung der letzten Eiszeit, wie sie von mehreren Autoren versucht worden ist, scheint mir ebenso unmöglich wie dasselbe bei den interglazialen Seeablagerungen Insubriens. Dafür, dass die Aufstauung des Figinotals nur durch einen Gletscher erfolgt sein kann und die Moräne im Hangenden der Tone von Noranco wirklich vom letzteiszeitlichen Addagletscher herrührt, ist auch ANNAHEIM den Beweis schuldig geblieben. Mikrofossilanalysen dieser wichtigen Profile stehen leider noch immer aus.

Mindestens ein warmes Interglazial scheint auch die 15 m tiefe Bohrung von Sisak an der Save zu umfassen, deren allerdings in zu grossen Abständen entnommene Sedimentproben ČERNJAVSKI und KIRILIN analysiert haben. Die tiefsten Proben enthalten Reste von Sphagnumtorf mit Ericaceen und einer der von Torre del Lago ähnlichen Coniferenflora, dürften also auch glazialen und eher alt- als mittelplozänen Alters sein.

Nachtrag eingegangen den 23. Februar 1935.

Literatur.

- ANNAHEIM, H. Quartäre Ablagerungen in der Umgebung Luganos. *Eclogae geol. Helv.* 27, 1934.
- ANTEVS, E. Maps of the pleistocene glaciations. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 40, 1929.
- BAAS, J. Eine fröhdiluviale Flora im Mainzer Becken. *Zeitschr. f. Botanik* 25, 1932.
- BAKKER, J. P. Einige Probleme der Morphologie und jüngsten geologischen Geschichte des Mainzer Beckens und seiner Umgebung. Diss. Utrecht 1930.
- BAYER, J. Der Mensch im Eiszeitalter. Leipzig und Wien 1927.
- BECK, P. Über das schweizerische und europäische Plozän und Pleistozän. *Eclog. geol. Helv.* 26 (1933), 1934.
- BEIJERINCK, W. und POPPING, H. J. Eene palaeolithische nederzetting aan het Kuinder-dal nabij Oosterwolde (Fr.). *Tijdschr. K. Nederl. Aardrijksk. Gen.* 1933.
- BERTSCH, FR. Eine neue Interglazialflora aus Süddeutschland. *Beih. Bot. Centralbl.* 49, 1932.
- BERTSCH, FR. Beitrag zur Kenntnis der spätglazialen Waldentwicklung im Alpenvorland. *Zeitschr. f. Gletscherk.* 20, 1932.
- BERTSCH, K. Eine fröhdiluviale Flora im Stuttgarter Tal. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 46, 1928.
- BERTSCH, K. Blütenstaubuntersuchungen im württembergischen Neckargebiet. *Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. Württ.* 83 (1929), 1930.
- BLANC, G. A. Grotta Romanelli. *Arch. p. l'Antropol. e la Etnol.* 50, 1920 und 58, 1930.

BLANC, A. C. Formazioni pleistoceniche nel sottosuolo della Versilia. P. V. Soc. Toscana sc. nat. 43, 1935.

BONČ-OSMOLOVSKY, G. A. Die Ergebnisse der Erforschung des Krim-Paläolithikums. Trans II. Intern. Conf. Ass. Quatern. Per. 5 (1934), 1935.

BOULE, M. Observations sur un silex taillé du Jura et sur la chronologie de M. Penck. L'Anthropologie 19, 1908.

ČERNJAVSKI, P. u. KIRILIN, G. Über die Flora der organogenen Sedimente der posttertiären Schichten bei Sisak. Bull. Serv. Géol. Yougosl. 3, 1934.

DALLA FIOR, G. Le argille interglaciali alle „Fornaci“ di Civezzano (Trento, Alt. 480 m.). Mem. Mus. Stor. nat. Venez. Trident. 1, Trento 1933.

DOKTUROWSKY, W. S. Die interglaziale Flora in Russland. Geol. Fören. Förh. 51, 1929.

DOKTUROWSKY, W. S. Neue Angaben über die interglaziale Flora in der USSR. Abh. Naturw. Ver. Bremen 28 (WEBER-Festschr.) 1932.

DOKTUROWSKY, W. S. Neue Beiträge zur Flora der inter- und postglazialen Ablagerungen der USSR. TUTKOWSKY-Festschrift der Ukrain. Akad., Kiew (1931), 1932.

DUBOIS, A., et STEHLIN, H. G. La grotte de Cotencher, station moustérienne. Mém. Soc. Paléontol. Suisse 52/53, 1933.

EBERL, B. Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg 1930.

FEURSTEIN, P. Geschichte des Viller Moores und des Seerosenweiher an den Lanser Köpfen bei Innsbruck. Beih. Bot. Cbl. 51, 1933.

FIRBAS, FR. Zur Waldentwicklung im Interglazial von Schladming an der Enns. Beih. Bot. Centralbl. 16, 1925.

FIRBAS, FR. Beiträge zur Kenntnis der Schieferkohlen des Innerts und der interglazialen Waldgeschichte der Ostalpen. Zeitschr. f. Gletscherk. 15, 1927.

FIRBAS, F. und GRAHMANN, R. Über jungdiluviale und alluviale Torflager in der Grube Marga bei Senftenberg (Niederlausitz). Abh. Sächs. Akad. 40, 1928.

FIRBAS, F. Über die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation walddloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse. Planta 22, 1934.

FIRBAS, F. Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Rheinpfalz. Beih. Bot. Cbl. 52, 1934.

FIRBAS, F. Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen 1934.

FLORSCHÜTZ, F. Palaeobotanisch onderzoek van jongpleistocene afzettingen in het oosten van Overijssel. Proc. Akad. Amsterdam. 37, 1934.

FREUDENBERG, W. Die Säugetiere des ältern Quartärs von Mitteleuropa. Geol. u. paläontol. Abh. N. F. 12, 1914.

GALENIEKS, P. The interglacial flora of Kraslava. Acta Horti bot. Univ. Latv. 1, Riga 1926.

GAMS, H. Die Bedeutung der Paläobotanik und Mikrostratigraphie für die Gliederung des mittel-, nord- und osteuropäischen Diluviums. Zeitschr. f. Gletscherkunde 18, 1930.

GAMS, H. Über einige Korrelationen und Altersbestimmungen im nord-, ost- und mitteleuropäischen Quartär. Tutkowsky-Gedächtnisschr. d. Ukrain. Akad. Kiew (1931), 1932.

DE GEER, G. Om grunderna för den senkvartära tidsindelningen. Geol. Fören. Förh. 34, 1912.

DE GEER, G. Förhistoriska tidsbestämningar. Ymer 1925.

DE GEER, G. Dating of the Gothiglacial ice-recession in Scandinavia. C. R. Réunion. Géol. int. Copenhagen (1928), 1930.

GEIKIE, J. The Great Ice Age. 1. Aufl. 1874, 3. 1894.

GEIKIE, J. Classification of European glacial deposits. Journ. of Geol. 3, 1895.

GIRMOUNSKY, A. M. Versuch einer vergleichenden Zusammenstellung der westeuropäischen, amerikanischen und russischen Schemen für die Gliederung der Quartärzeit. Zeitschr. f. Gletscherk. 19, 1931.

GIRMOUNSKY, A. M. Die Probleme der unteren Grenze des Anthropozoikums und einige andere Fragen der Synchronisation der anthropozoischen Ablagerungen. Trans. II. Intern. Conf. Ass. Quatern. Per. 1, 1932.

GISTL, R. Die letzte Interglazialzeit der Lüneburger Heide pollenanalytisch betrachtet. Bot. Archiv 21, 1928.

GRAHMANN, R. Diluvium und Pliozän in Nordwestsachsen. Abh. Sächs. Akad. 39, 1925.

GRAHMANN, R. Über die Ausdehnung der Vereisungen Norddeutschlands und ihre Einordnung in die Strahlungskurve. Ber. Sächs. Akad. 80, 1928.

GRAHMANN, R. Über die Grenzen der älteren Vereisungen Norddeutschlands. Transact. II. Int. Conf. Ass. Quatern. Per. 2, 1933.

GRAHMANN, R. Grundriss der Quartärgeologie Sachsens. Grundriss der Vorgeschichte Sachsens. Leipzig 1934.

HECK, H. L. Zur Fossilführung der Berliner Paludinschichten, ihrer Beschaffenheit und Verbreitung. Zeitschr. D. Geol. Ges. 82, 1930.

HYYPÄ, E. Das Klima und die Wälder der spätglazialen Zeit im Bereich der Karelischen Landenge. Acta Forest. Fenn. 39, 1933.

JARON, BR. Pollenanalytische Untersuchung des Interglazials von Zydowszczyzna bei Grodno in Polen. Roczn. Polsk. Tow. Geol. 1933.

JESSEN, K. Nematurella-Leret ved Gutbjerg og Gytjeblokken i Københavns Frihavn i pollenfloristisk Belysning. Medd. Dansk Geol. Foren 7, 1927.

JESSEN, K. Senkvartaere Studier fra Mors. Ibid. 1929.

JESSEN, K. a. MILLTHERS, V. Stratigraphical and paleontological studies of interglacial fresh-water deposits in Jütland and Northwest Germany. Danm. Geol. Unders. II, 48, 1928.

JESSEN, K. Interglacial fresh-water deposits in Jutland and Northwest Germany. C. R. Réunion. Geol. Int. Copenhagen (1928) 1930.

KEILHACK, K. Die Geikie'sche Gliederung der nordeuropäischen Glacialablagerungen. Jahrb. Preuss. geol. Landesanst. (1895), 1896.

KEILHACK, K. Die Stillstandslagen des letzten Inlandeises und die hydrographische Entwicklung des pommerschen Küstengebietes. Ebenda 19, 1899.

KELLER, P. Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 5, 1928.

KELLER, P. Untersuchung eines Torflagers am Zürichberg. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 78, 1933.

KIRCHHEIMER, FR. Das Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. Wetterauische Ges., Hanau 1934.

KOCH, H. Paläobotanische Untersuchungen einiger Moore des Münsterlandes. Beih. Bot. Cbl. 46, 1929.

KOEPPEN, W. und WEGENER, A. Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin 1924.

KORMOS, TH. Zahlreiche Arbeiten in Jahrb. Ungar. geol. Reichsanst. 1911—1916, Folia Zool. et Hydrobiol. 1932—1934 u. a.

KRÄUSEL, R. Das Alter der Frankfurter Klärbeckenflora. Senckenbergiana 13, 1931.

KULCZYNSKI, ST. Das boreale und arktisch-alpine Element in der mitteleuropäischen Flora. Bull. Acad. Polen. 1923.

KULCZYNSKI, ST. Stratygrafia torfowisk Polesia. Trav. du Bureau pour l'assèchement des marais de Polésie 1, 1930.

LIMANOWSKI, M. Les argiles à varves de Chelmno et la stratigraphie du diluvium de la Basse-Vistule. Spraw. Inst. Geol. Warschau 1922.

LUNDQVIST, G. Studier i Ölands myrmarker. Sver. Geol. Unders. 1929.

MARCHETTI, M. Una torba glaciale del Lago di Massaciuccoli. P. V. Soc. Toscana sc. nat. 43, 1934.

MARKOW, K. und PORETZKY, W. Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen über die Geschichte des Finnischen Meerbusens, Ladoga- und Onega-Sees. Beih. Bot. Cbl. 52, 1935.

MAYER-EYMAR, CH. Tableaux synchroniques des terrains tertiaires. Zürich 1856—1869.

MAYER-EYMAR, CH. Classification méthodique des terrains de sédiment. Zürich 1874.

MAYER-EYMAR, CH. Classification et terminologie internationales des étages naturels des terrains de sédiment. Zürich 1884.

MILANKOVITCH, M. Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen. In KOEPPEN und GEIGER, Handb. d. Klimatologie 1930.

MIRTSCHINK, G. F. Stratigraphie, Synchronisation und Verbreitung der Quartärablagerungen Europas. Trans. II. Int. Conf. Ass. Quatern. Per. 3, 1933.

NIKITIN, P. A. Pliozäne und quartäre Floren im Gebiet der Don-Vereisung. Vorl. Mitt. im Tagebl. d. Russ. Bot. Kongr. 1928 u. Thes. z. II. Quart. Konf. 1932 (russisch).

NIKITIN, P. A. Die Quartärfloren des unteren Wolgagebiets. Trav. Comm. Quat. 3, Leningrad 1933 (russisch).

NORDHAGEN, R. De senkvartaere klimavekslinger i Nordeuropa og deres betydning for kulturforskningen. Inst. f. sammenl. kulturforsk., Oslo 1933.

NORDMANN, V. La position stratigraphique des dépôts d'Eem. Danm. geol. Unders. 1928, kürzer auch in C. R. Réunion. geol. int. Copenhagen (1928) 1930.

NOVARESE, V. L'età delle filliti di Rè in Val Vigizzo (Ossola). Atti Acc. sc. Torino 57, 1927.

OBERDORFER, E. Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees (Schwarzwald). Ber. Naturf. Ges. Freiburg im Br. 31, 1931.

OSBORN, H. F. and REEDS, CH. A. Old and new standards of pleistocene division in relation to the prehistory of man in Europe. Bull. Geol. Soc. of America 33, 1922.

OVERBECK, F. Das Interglazial von Hooksiel. Mitt. Provinzialstelle Naturdenkmalpflege Hannover 3, 1931.

PAUL, H., und RUOFF, S. Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. Ber. Bayer. Bot. Ges. 19, 1927, und 20, 1932.

PENCK, A. Mehrere Beiträge in Sitzungsber. Preuss. Akad. 1922—1925.

PFAFFENBERG, K. Das Interglazial von Tidofeld (Jeverland in Oldenburg). Abh. Naturw. Ver. Bremen, 29, 1934.

PILGRIM, L. Versuch einer rechnerischen Behandlung der Eiszeit. Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturk. Württemb. 60, 1904.

PILGRIM, L. Die Berechnung der Eiszeiten auf astronomisch-physikalischer Grundlage. Ebenda 84, 1928.

VON POST, L. Ur de sydsvenska skogarnas regionala historia under postarktisk tid. Geol. Fören. Förh. 46, 1924.

VON POST, L. u. a. Gotlands Geologi. Sveriges Geologiska Undersökning 1925.

PREMIK, J. und PIECH, K. Zur Kenntnis des Diluviums im süd-westlichen Polen. Roczn. Polsk. Tow. Geol. 8, 1932.

RANIECKA, J. Pollenanalytische Untersuchungen des Interglazials von Zoliborz in Warschau. Acta Soc. Bot. Polon. 7, 1930.

REID, CL. and E. M. The Pliocene Floras of the Dutch-Prussian Border. Meded. Rijksopsp. v. delftstoffen 6, 1915.

RUDOLPH, K. Palaeobotanische Untersuchung der Ablagerungen des Reichenberger Braunkohlenbeckens. Mitt. Ver. Naturfr. Reichenberg 55, 1933.

SAURAMO, M. Zur spätquartären Geschichte der Ostsee. C. R. Soc. géol. de Finlande 8, 1934.

SCHAFER, FR. X. Geologie von Wien. Wien 1906.

SCHMITZ, H. Beiträge zur Waldgeschichte des Vogelsbergs. Planta 7, 1929.

SICKENBERG, O. Neue Ausgrabungen im Altpliozän von Hundsheim. Ver. Zool. Bot. Ges. Wien 83, 1933.

SIMPSON, G. C. Past Climates. The British Science Guild 1929.

SIMPSON, G. C. The Climate during the Pleistocene Period. Proc. R. Soc. Edinburgh 50, 1930.

- SOERGEL, W. Die diluvialen Säugetiere Badens. Mitt. Bad. Geol. Landesanst. 9, 1914.
- SOERGEL, W. Löss, Eiszeiten und Palaeolithische Kulturen. Jena 1919.
- SOERGEL, W. Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Fortschr. d. Geol. u. Paläontol. 13, 1925.
- SOERGEL, W. Das Alter des Sauerwasserkalks von Cannstatt. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein geol. Ver. 18, 1929.
- SPETHMANN, H. Die Einheit der alpinen Eiszeit. Langensalza 1934.
- STARK, P. und OVERBECK, F. Eine diluviale Flora von Johnsbach bei Wartha (Schlesien). Planta 17, 1932.
- STARK, P., FIRBAS, F. und OVERBECK, F. Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Rinnersdorf in der östlichen Mark Brandenburg. Abh. Nat. Ver. Bremen 28, 1932.
- SUKATSCHEW, W. N. Über das Vorkommen fossiler Glazialpflanzen am Flusse Irtysh im Gouv. Tobolsk in Sibirien. Bull. Acad. Petersb. 1910.
- SUKATSCHEW, W. N. Zur Flora der posttertiären Ablagerungen von Troitzkoje bei Moskau. C. R. Acad. USSR. 1928.
- SUKATSCHEW, W. N. Die phytopaläontologische Irtysh-Expedition. Exp. d. Akad. 1931, Leningrad 1932.
- SUKATSCHEW, W. N. Untersuchungen über die Quartärablagerungen des unteren Irtyschgebiets. Exped. d. Akad. 1932, Leningrad 1933.
- SUKATSCHEW, W. N. Untersuchung der Quartärablagerungen des Narym-Gebiets. Exped. d. Akad. 1933, Leningrad 1934 (wie vor. russ.).
- SZAFER, W. Über den Charakter der Flora und des Klimas der letzten Interglazialzeit bei Grodno in Polen. Bull. Acad. Polen 1925.
- SZAFER, W. Entwurf einer Stratigraphie des Polnischen Diluviums auf floristischer Grundlage. Roczn. Polsk. Tow. Geol. 5, 1928.
- SZAFER, W. i TRELA, J. Interglazial in Schilling bei Posen. Spraw. kom. Fizjograf. Polsk. Akad. 63, 1928.
- SZAFER, W. The oldest Interglacial in Poland. Bull. Acad. Polen 1931.
- SZAFER, W. Zur Auffassung der interglazialen Flora bei Grodno. Roczn. Polsk. Tow. Geol. 8, 1932.
- TIDELSKI, F. Untersuchungen über spät- und postglaziale Ablagerungen in Becken der kuppigen Grundmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins. Archiv f. Hydrobiol. 26, 1929.
- TOLMATSCHOFF, A. I. Die Flora des Mittelteils von Ost-Taimyr. Arb. d. Polarkomm. d. Akad., 8 und 13, Leningrad 1932 (russ.).
- TOLPA, St. Karst-Moore bei Rozana in Polesje. Acta Soc. Bot. Polon. 9, Suppl. 1932.
- TRELA, J. (siehe auch SZAFER). Pollen analysis of the interglacial formations in Olszewice. Spraw. Kom. Fizjogr. Polsk. Akad. 64, 1929, und 66, 1932.
- VERMEER-LOUMAN, G. G. On the occurrence of Interglacial (Risz-Würm) Peat in Holland. Proc. Akad. Amsterdam 37, 1934.
- VERMEER-LOUMAN, G. G. Pollen-analytisch onderzoek van den West-nederlandschen bodem. Diss. Amsterdam 1934.
- WEBER, C. A. Versuch eines Überblicks über die Vegetation der Diluvialzeit in den mittleren Regionen Europas. Naturw. Wochenschr. 1900.
- WEBER, C. A. Die Mammüflora von Borna. Ab. Naturw. Ver. Bremen 23, 1914.
- WEBER, C. A. Beiträge zur Kenntnis der mitteleuropäisch-glazialen Flora und der postglazialen Eichenflora im Ruhrgebiete. Ebenda 28, 1930.
- WIEGERS, FR. Die Gliederung des französischen Pliozäns und Pleistozäns. Zeitschr. d. Geol. Ges. 65, 1913.
- WIEGERS, FR. Diluvialprähistorie als geologische Wissenschaft. Abh. Preuss. Geol. Landesanst. 84, 1920.
- WIEGERS, FR. Über Gliederung und Alter des Magdeburger Diluviums und die Zahl der Eiszeiten in Norddeutschland. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. 50, 1929.

WOLDSTEDT, P. Die Parallelisierung des nordeuropäischen Diluviums mit dem anderer Vereisungsgebiete. Zeitschr. f. Gletscherk. 16, 1928.

WOLDSTEDT, P. Die Gliederung des nordeuropäischen Diluviums. C. R. Réun. géol. int. Copenhague (1928) 1930.

WOLDSTEDT, P. Das Eiszeitalter. Stuttgart 1929.

WOLDSTEDT, P. Über ein Interglazial bei Zweidorf (Braunschweig). Zeitschr. D. Geol. Ges. 82, 1930.

WOLDSTEDT, P. Einige Probleme des osteuropäischen Quartärs. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. 54, 1930.

WUEST, E. Untersuchungen über das Pliozän und das älteste Pleistozän Thüringens. Abh. Naturf. Ges. Halle 23, 1901.

ZEROW, D. K. Die fossilen Torflager des Dniprofergebiets. Die Quartärperiode 3 und 6, Kiew 1932/33.

Abgeschlossen den 23. Februar 1935.

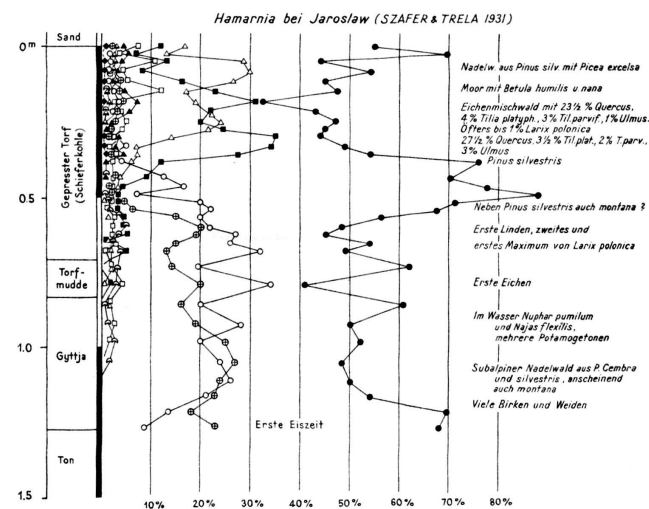
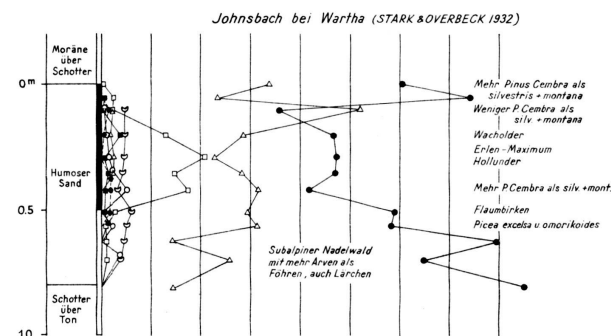
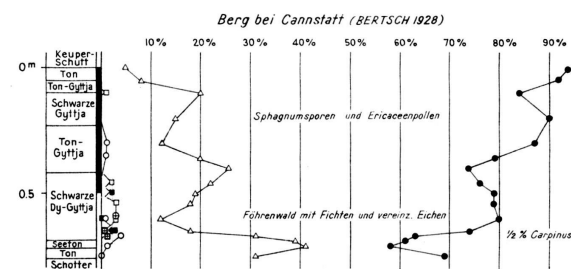
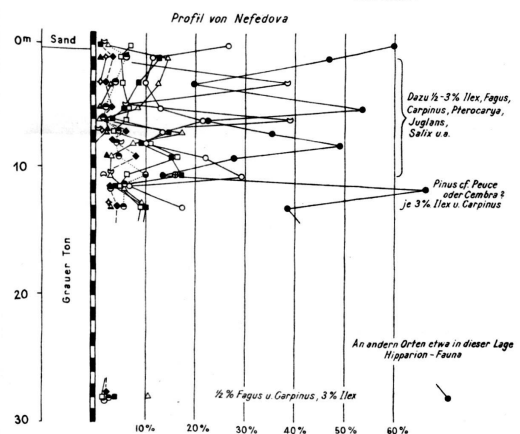
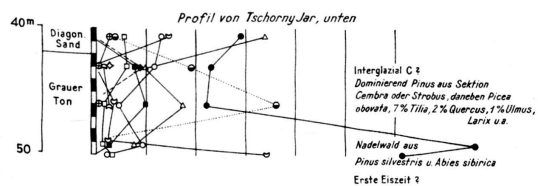
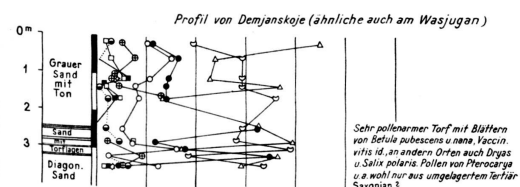
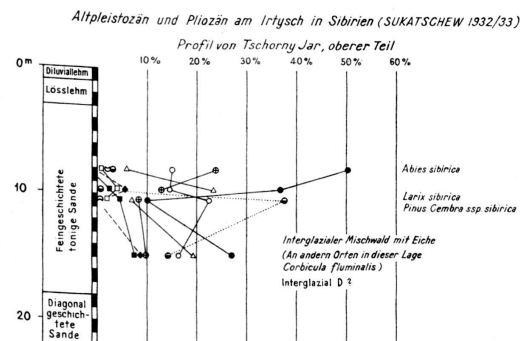
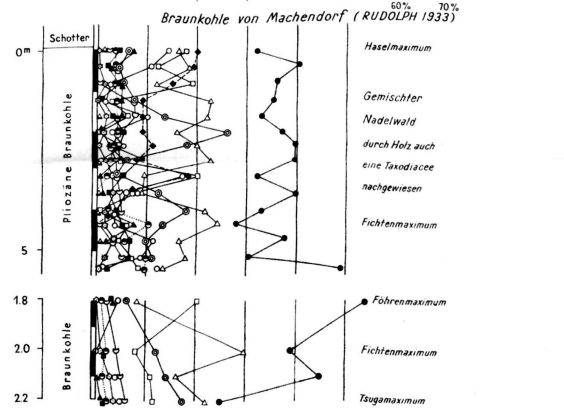
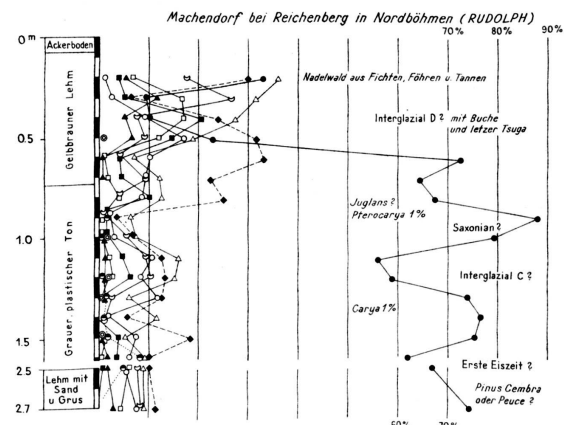
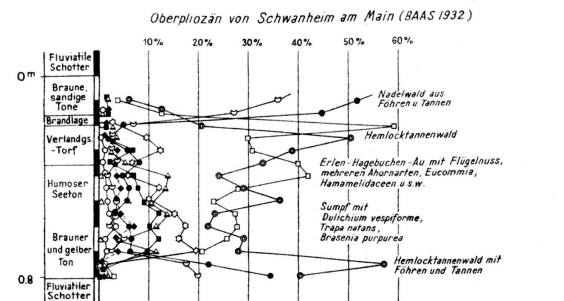
Während des Druckes erschienene wichtige Arbeiten:

EGLI, E. Der Lebensraum und die Lebensformen des Menschen der Wildkirchlistufe. Jahrb. St. Gall. natw. Ges. 67, 1935.

FIRBAS, F. Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. Biblioth. bot. 112, 1935.

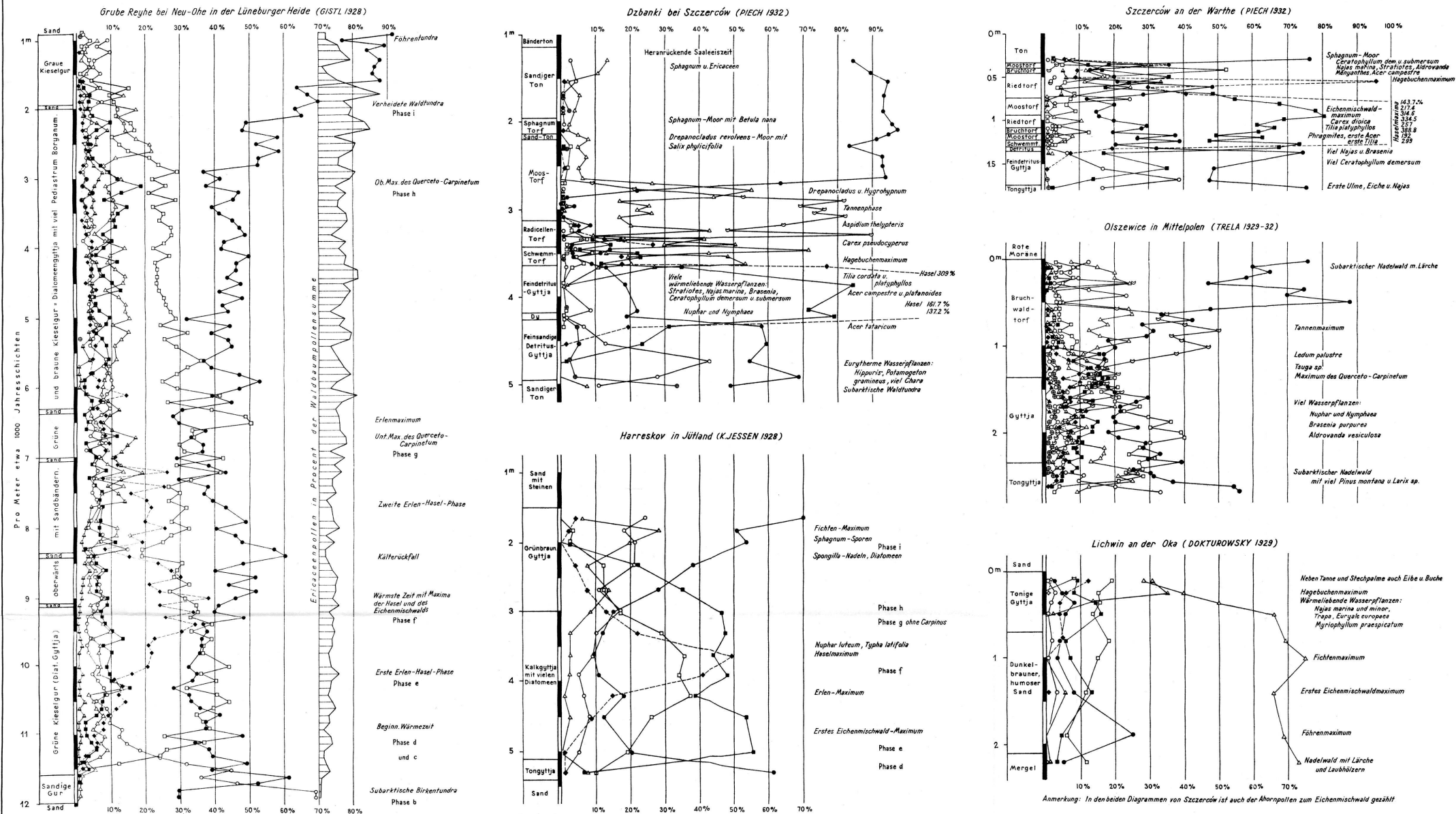
GALLWITZ, H. Das Pliocän von Oberau in Sachsen. Abh. natw. Ges. Isis Dresden, 1935.

Pollendiagramme pliozäner und altpleistozäner Profile

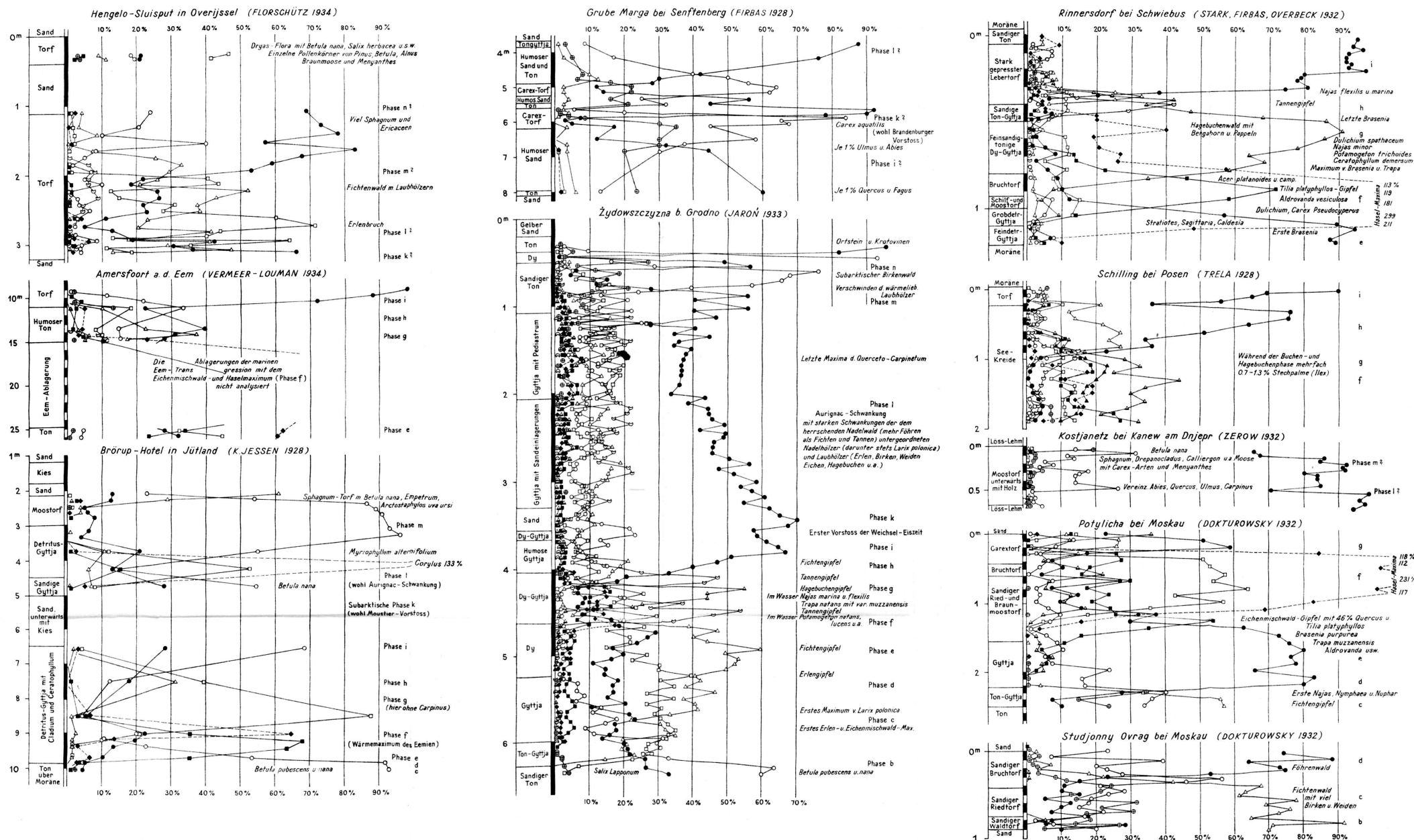
Legende zu den Tafeln I-IV
Pollensignaturen

- | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|--|
| Pinus (Föhren im Allgemeinen) | Larix (Lärchen) | Tsuga (Hemlocktanne) | Alnus (Erlen) | Pterocarya + Carya (Hickory) | Eichenmischwald (=Quercus + Tilia + Ulmus) |
| Pinus cf. Peuce u. Strobilus | Picea (Fichten) | Salix (Weiden) | Corylus (Hasel) | Fagus (Buchen) | |
| Pinus cf. Cembra (Arve) | Abies (Weisstannen) | Betula (Birken) | Pterocarya (Flügelnuss) | Carpinus (Hagebuche) | Ilex (Stechpalme) |

Pollendiagramme von Profilen des D-Interglazials

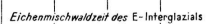
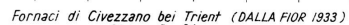
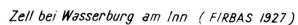
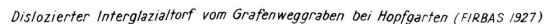
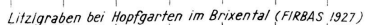
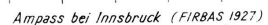


Pollendiagramme von Profilen des E-Interglazials und der Aurignac-Schwankung

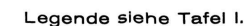
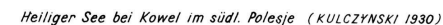
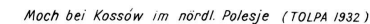
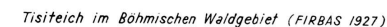
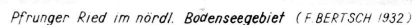


Legende siehe Tafel I.

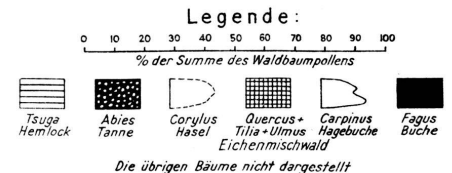
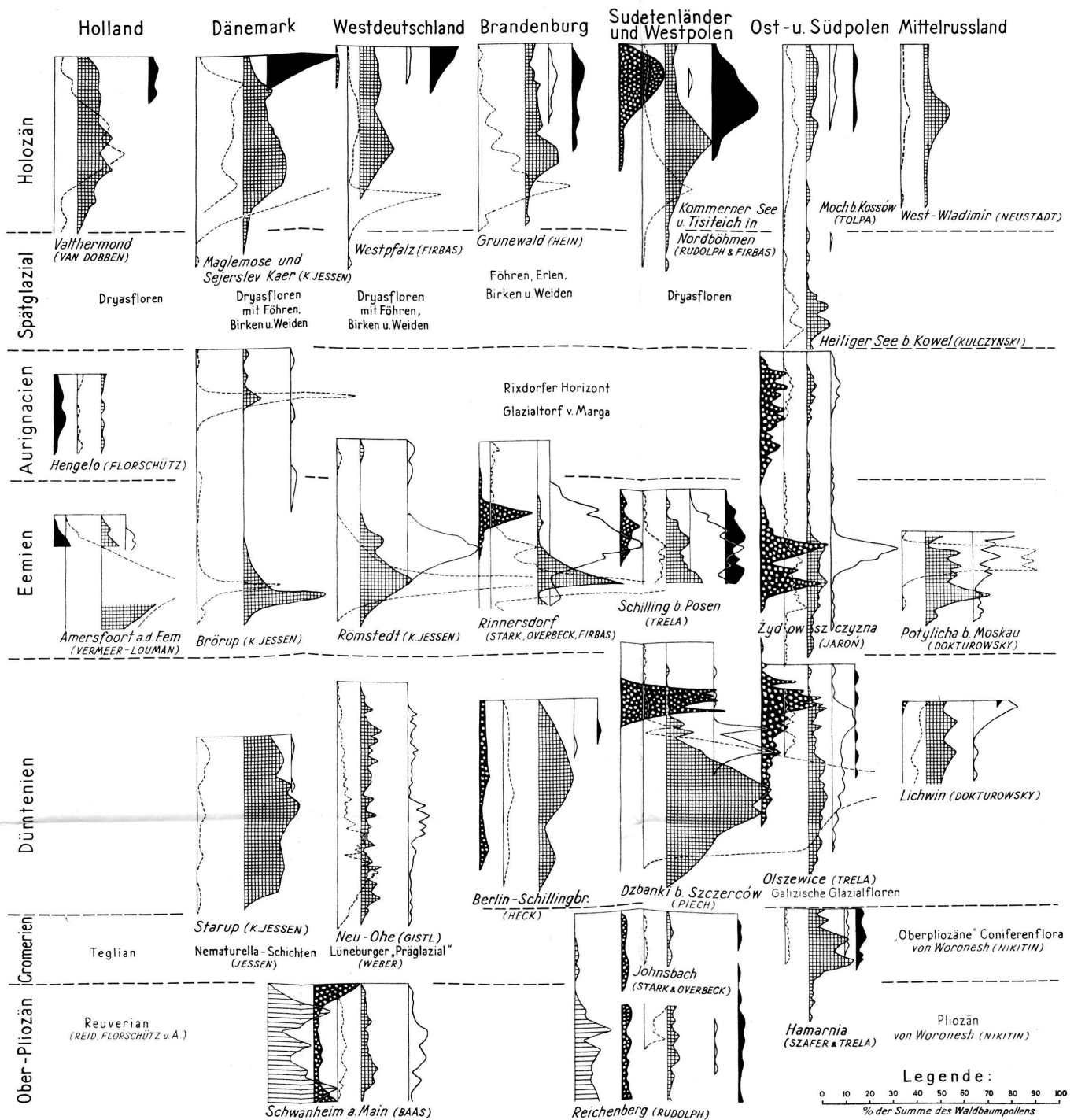
Zürichberg (P. KELLER 1933)



Fischbachdelta am Schluchsee im Schwarzwald (OBERDORFER 1931)



West-Ost-Reihe zerlegter Pollendiagramme



Nord-Süd-Reihe zerlegter Pollendiagramme

