

Neue Beiträge zur Vegetations- und Klimageschichte der nord- und mitteleuropäischen Interglaziale

Von H. GAMS, Innsbruck¹

Die Bedeutung der Paläobotanik und insbesondere der pflanzlichen Mikrofossilien für die Stratigraphie und Gliederung des Känozoikums wird immer noch zu wenig gewürdigt. Dem folgenden Bericht über einige neue Fortschritte schicke ich einige grundsätzliche Bemerkungen voraus.

Vom Standpunkt der gesamten Erd- und Lebensgeschichte haben diejenigen Forscher² recht, welche die herkömmliche Gliederung in Tertiär und Quartär und innerhalb dieses in Pleistozän oder Diluvium und Holozän oder Alluvium ganz aufgeben und das ganze Quartär mit dem jüngeren Tertiär als Neogen dem älteren Tertiär oder Paläogen gegenüberstellen wollen. Vom Standpunkt der Menschheits- und Haustiergeschichte wird man jedoch auch weiterhin die bis 1948 sehr verschieden vorgenommene Trennung in Jungtertiär und Quartär und in Eiszeitalter oder Pleistozän und Holozän beibehalten und dieses weiter in Spätglazial und Postglazial gliedern, obgleich das Postglazial weder länger noch wärmer als mindestens 3 Interglaziale des Pleistozäns ist. Auch die beim Quartärkongress von 1932 vereinbarte Gliederung des Pleistozäns in Alt-, Mittel- und Jungpleistozän und des Postglazials im engeren Sinn in Wärmezeit (Neothermal nach ANTEVS) und Nachwärmezeit wird immer ihre Berechtigung behalten. Mit der Annäherung an die «Geschichtliche Zeit» und Gegenwart schwillt ja die Zahl der erhalten gebliebenen und untersuchten fossilführenden Ablagerungen stark an. Beispielsweise sind in einigen Ländern besonders auf pflanzliche Mikrofossilien Ablagerungen aus verschiedenen Zeiten untersucht:

Eine allgemeingültige Abgrenzung dieser wie auch aller vorangegangenen Zeitabschnitte lässt sich nicht auf fazieller oder geomorphologischer, sondern nur auf paläontologischer Grundlage durchführen.

Seit den ersten, noch sehr unvollständigen Pollenanalysen interglazialer Ablagerungen (C. A. WEBER 1893-1904, HARTZ und STOLLER 1908-1911, GAMS und RYTZ 1918 u.a.) und den ersten Pollendiagrammen solcher, die in den Jahren 1928-1933 von den Niederlanden und Dänemark bis zu den Alpen und bis Russland veröffentlicht worden sind¹, ist deren Zahl vor allem in Nord-, aber auch in Mittel- und Osteuropa so angewachsen und die Untersuchungstechnik und Diagnostik so verfeinert worden, dass wir heute die Floren-, Vegetations- und Klimageschichte von den Britischen Inseln bis zum Ural und von Dänemark bis zu den Südalpen wesentlich besser kennen und auf Grund der Floren und Faunen vor allem die Interglaziale mit bedeutend grösserer Wahrscheinlichkeit parallelisieren und auch datieren können.

Festzustellen ist dabei zuerst, dass in keinem der europäischen, asiatischen und amerikanischen Vereisungsgebiete mehr als 3 wirklich warme Interglaziale und dazu noch 4-5 kühleren Aperizeiten von mehr interstadialen Charakter gefunden werden konnten und somit die Annahme von 9-14 Eiszeiten, die einige Geomorphologen vertreten, nicht zu Recht besteht. Während für die pleistozänen Eiszeiten die von PENCK und BRÜCKNER für die Alpen eingeführten Namen Günz, Mindel, Riss und Würm auch ausserhalb der Alpen immer allgemeiner verwendet werden, haben sich für die Interglaziale und Interstadiale erst wenige Namen allgemein eingebürgert.

Das *Altquartär* bzw. *Altpleistozän* beginnt sowohl nach PENCK und BRÜCKNER wie nach den Beschlüssen der Quartärkonferenz von 1932 und der Geologenkongresse von 1948 und 1952 mit einer starken, auch in den nie vergletscherten extratropischen Gebieten erkennbaren Abkühlung, infolge welcher der Bestand an *exotischen*, das heisst seither ausgestorbenen oder

	Alt- pleistozän (Günz bis Mindel)	Mittel- pleistozän		Jung- pleistozän Würm- Spätglazial
		älteres	jüngeres	
Im Alpengebiet . . .	1 (Leffe)	2-3	etwa 25	etwa 35
In Holland	3-6	4-8	etwa 20	etwa 30
In Dänemark	2-4	5-6	41	etwa 60
In Polen	1 (Mizerna)	11	17	etwa 70
Im europäischen Russl.	2-3	4	etwa 50	über 60

¹ Botanisches Institut der Universität Innsbruck.

² R. F. FLINT, *Glacial Geology and the Pleistocene Epoch* (New York 1947), 598 p.; *Eiszeitalter und Gegenwart* 3, 5 (1953).

¹ H. GAMS, Z. Gletscherk. 18, 279 (1930); Eclog. Geol. Helv. 28, 1 (1935); Int. Rev. Hydrobiol. und Hydrogr. 35, 611 (1937); Quartär 1, 75 (1938); Geol. Bavar. 19, 364 (1953). - W. P. GRITSCHUK, Transact. Inst. Geogr. Acad. Sci. USSR. 37, 249 (1946); 46, 6 (1950).

doch aus der ganzen weiteren Umgebung (Kontinent bzw. Floren- und Faunenreich) verschwundenen Arten sowohl in den nordeuropäischen Meeresfaunen wie in den europäischen Landfloren auf unter 1/4 des gesamten Artenbestandes absinkt. Gleichzeitig erscheinen in Europa zusammen mit den ersten echten Elefanten und Kamelen auch die ersten Vertreter der echten Hirsche, Rinder, Pferde, Hunde usw. und in Nordafrika die ersten Spuren menschlicher Tätigkeit («Sphaeroide» der «Pebble-Kultur»).

Im *Mittelpleistozän* sinkt der Anteil der Exoten, insbesondere der seither aus Europa verschwundenen «Tertiärarten» in den europäischen Landfloren auf unter 1/10, und im *Jungpleistozän* werden sie durch die heute vorherrschenden holarktischen Floren- und Faunenelemente ganz zurückgedrängt, im *Holozän* unter rasch zunehmender Beteiligung der sich ausbreitenden Menschen und ihrer Haustiere, zuletzt einige aus Ostasien und Amerika wieder eingeführt.

Aus der Fülle der heute aus allen nord- und mitteleuropäischen, mehreren süd- und osteuropäischen und auch aussereuropäischen Ländern vorliegenden Pollendiagramme greife ich 7 für die nord- und mitteleuropäische Vegetations- und Klimageschichte besonders bezeichnende Beispiele heraus und gebe sie in gegenüber den Originalarbeiten vereinheitlichter und etwas vereinfachter Form wieder. Um auch bei stärkerer Verkleinerung wesentliche Merkmale, wie den Anteil «exotischer» Gattungen, deutlich hervortreten zu lassen, wähle ich statt der üblichen, besonders für Postglazialprofile bestbewährten Kurvendarstellung des prozentuellen Anteils der Pollengattungen die heute besonders in den angloamerikanischen Arbeiten übliche Flächendarstellung.

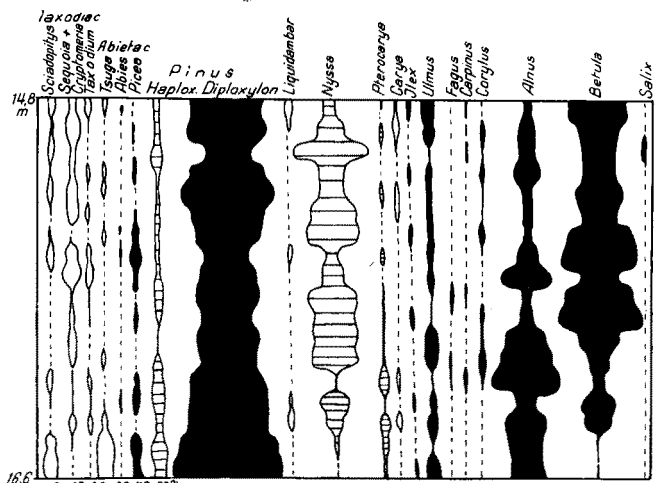


Fig. 1a. Pollendiagramm aus dem Oberpliozän (Reuverien) von Bel-feld in Südholland (nach FLORSCHÜTZ 1953¹).

Auch die neuesten Veröffentlichungen aus Holland¹ (siehe Fig. 1a und b) und Polen (siehe Fig. 3) bestätigen,

¹ M. VAN DER VLERK und F. FLORSCHÜTZ, Verh. K. Nederl. Akad. Wet. I 2, 58 S. (1953).

dass eine grosse Zahl von Familien und Gattungen, wie *Ginkgo*, die Koniferen *Sequoia*, *Taxodium*, *Podocarpus*, *Libocedrus* u. a., die besonders altertümlichen Laubhölzer *Cercidophyllum*, *Liriodendron*, *Cinnamomum*, *Eucommia*, *Hakea* als letzte Proteazee, alle Ebenales, *Alangium*, *Stuartia* als letzte Theazee, *Meliosma*, *Clerodendron* u. a., am Ende des Pliozäns aus Europa verschwunden sind. Der Einfluss der altpleistozänen Eiszeiten (G und M) und ihrer Interstadiale (A und C nach meiner Bezeichnung) auf den Artenbestand war weniger gross als der der folgenden Eiszeiten. Daher konnten sich bis ins erste warme Interglazial (B, siehe Fig. 1-3) mindestens vereinzelt die heute auf Ostasien beschränkten Koniferengattungen *Sciadopitys*, *Glyptostrobus* und *Pseudolarix* und die Laubholz-gattungen *Magnolia*, *Actinidia*, *Menispermum*, *Hamamelis*, *Corylopsis*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Phellodendron* u. a. halten.

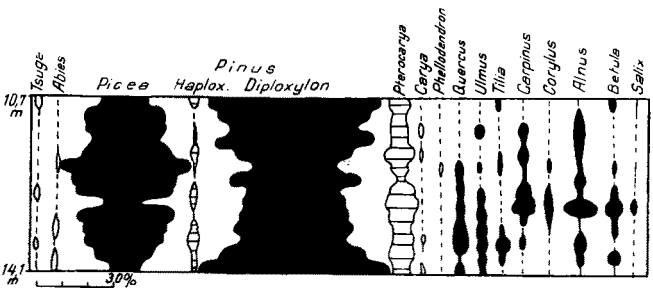


Fig. 1b. Pollendiagramm des B-Interglazials (Tiglien) der Grube Russel-Tiglia bei Tegelen in Südholland (nach FLORSCHÜTZ 1953¹).

Bis in die M-Eiszeit bzw. das höchst wahrscheinlich zwischen ihre beiden Vorstösse fallende, zu Unrecht vielfach für älter (sogar pliozän) oder jünger (D) gehaltene C-Interstadial (Cromerien) haben sich in Mitteleuropa gehalten die Koniferengattungen *Pseudotsuga*, *Keteleeria* und (bis in die Südalpen, siehe Fig. 3) *Cedrus* und die letzten Vertreter der heute auf Nordamerika beschränkten Juglandazeengattungen *Carya* (= *Hicorya*) und *Engelhardtia*; bis in das folgende, sehr viel längere und wärmere D-Interglazial die letzten europäischen Vertreter von *Tsuga* (Hemlock), *Zelcova* (Ulmazee), *Pterocarya* (Flügelnuss) sowie die seither aus Mitteleuropa verschwundene *Tilia tomentosa* (Silberlinde) und die Sumpf- und Wasserpflanzen *Azolla*, *Euryale* und *Decodon*; bis in das E-Interglazial *Thuja*, die Seerose *Brasenia*, die Cyperazee *Dulichium* und höchst wahrscheinlich auch das seither aus den Alpen und von den Britischen Inseln verschwundene *Rhododendron ponticum*. Ebenso wie innerhalb vieler Säugergattungen (*Elephas*, *Rhinoceros*, *Bos*, *Equus*, *Ursus* u. a.) hat sich auch innerhalb vieler Pflanzengattungen (*Azolla*, *Tsuga*, *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Fagus*, *Betula*, *Salix*, *Tilia*, *Vitis* u. a.) der Artenbestand im Verlauf des Quartärs verändert;

¹ M. VAN DER VLERK und F. FLORSCHÜTZ, Verh. K. Nederl. Akad. Wet. I 2, 58 (1953).

liche Nuss-Mischwälder wie heute in gewissen Gegenden Nordamerikas und Mittelasien bestanden haben müssen, wogegen die Fagazeen und Betulazeen, das heisst die Dominanten der heutigen Laubwälder, ihre Vorherrschaft erst im D-Interglazial, das heisst mit dem Mittelquartär antreten.

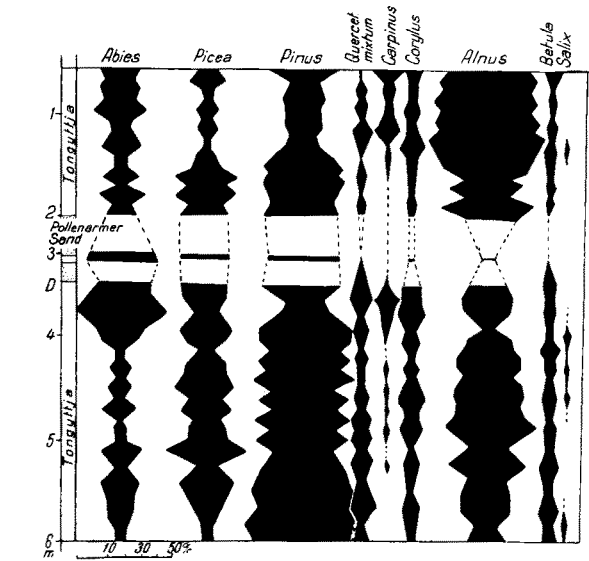


Fig. 4. Pollendiagramm des D-Interglazials (Needien) der Tongrube Ten Bokkel Wuinink bei Neede in Holland (nach FLORSCHÜTZ¹).

Sowohl die Säugerfauna wie das Pollendiagramm von Leffe in den Bergamaskeralpen (Fig. 2) sprechen entschieden gegen die von VENZO² und LONA vertretene Ansicht, dass erst die beiden oberen der dortigen Lignit- oder Schieferkohlenflöze der Günz-Eiszeit und die unteren einer mehrgliedrigen älteren Eiszeit (Donau-Eiszeit nach EBERL) entsprechen. Der Mergel zwischen beiden Eiszeiten enthält eine Flora und Fauna, die durchaus der von Tegelen (B, siehe Fig. 1 b) und Mizerna (Fig. 3) entspricht, wogegen der obere, für G-M (B) gehaltene Mergel mit seiner plötzlich einsetzenden Vorherrschaft des Eichenmischwalds nur D-interglazial, somit der noch jüngere Ferretto nicht M-, sondern nur R-, bzw. E-zeitlich sein kann. Auch die angebliche M-Moräne unter der Höttinger Brekzie dürfte eher R-zeitlich sein.

Das Klima der ersten Eiszeiten bis PW (vielleicht mit Ausnahme von M1) war sowohl nach den Pollendiagrammen wie nach den Faunen weniger kalt und kontinental als das der W-Eiszeit, deren weniger ausgedehnte Vergletscherung durch die Niederschlagsarmut ihres Kontinentalklimas zu erklären ist.

Das nach dem Cromer Foresbed benannte Cromerien (C) hat sowohl nach dem Pollendiagramm³ durchaus

¹ K. JESSEN und V. MILTHERS, Danmarks Geol. Unders. II 48, 380 S., 40 Taf. (1928).
² M. VAN DER VLERK und F. FLORSCHÜTZ, Verh. K. Nederl. Akad. Wet. I 2, 58 (1953).
³ P. W. THOMSON bei WOLDSTEDT, Norddeutschland im Eiszeitalter (Stuttgart 1950); Eiszeitalter und Gegenwart 1, 96 (1951).

interstadialen und nicht interglazialen oder gar präglazialen Charakter und ist wohl mit dem schwarzen Ton im oberen Teil des Profils von Leffe und den Maurer Sanden bei Heidelberg gleichaltig.

Negative Merkmale aller Interglaziale und Interstadiale von A bis D sind das Fehlen oder die Seltenheit von *Fagus* und das Fehlen so hoher Maxima der *Corylus*-Kurve, wie sie für die ersten Abschnitte des E-Interglazials (Fig. 6 und 7) und der postglazialen Wärmezeit so bezeichnend sind. Vielleicht war die Hasel vor dem E-Interglazial noch nicht durch frühblühende, sich rasch ausbreitende Sträucher, sondern nur durch Bäume vertreten. Ein positiver Unterschied des B- und D-Interglazials gegenüber allen späteren Warmzeiten ist die viel grössere Länge ihrer Warmzeiten, die anscheinend nur unbedeutende Klimaschwankungen aufgewiesen haben.

Aus dem Alpengebiet liegen mit Ausnahme des in Figur 2 wiedergegebenen Profils von Leffe noch keine Pollendiagramme aus diesen älteren Warmzeiten vor, da die vor längerer Zeit begonnenen Analysen des wohl schönsten und reichsten Interglazialprofils der Alpen bei Pianico-Sellere am Iseosee, dessen Alter noch unsicher ist, noch nicht abgeschlossen sind, die von mir früher für D-Interglazial gehaltenen Ablagerungen von Dürnten und Güntenstall wohl jünger sind und auch die reiche Sammlung LÜDIS von Schweizer Interglazialdiagrammen¹ auch nach seiner Auffassung keine so alten Profile enthält. Seine Angabe (S. 179), ich hätte die meisten Schieferkohlen der Schweiz zwischen R I und R II eingereiht, beruht auf einem Missverständnis,

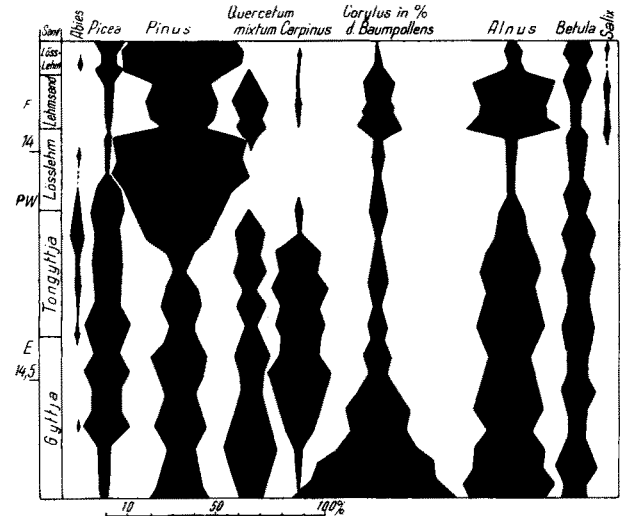


Fig. 5. Pollendiagramm des E- und F-Interglazials von Zwartewater bei Zwolle in Holland (nach FLORSCHÜTZ²).

da zwischen den beiden Vorstössen der Riss-Saale-Dnjepr-Eiszeit, deren zweiter den Moränenzug vom

¹ W. LÜDI, Veröff. Geobot. Inst. Rübel 27, 208 (1953). – H. REICH, Flora Allg. Bot. Ztg. 140, 386 (1953).
² M. VAN DER VLERK und F. FLORSCHÜTZ, Verh. K. Nederl. Akad. Wet. I 2, 58 (1953).

Fläming durch das Warthegebiet bis um Moskau hinterlassen hat, nirgends ein wirklich warmes Interglazial, sondern höchstens ein kürzeres Interstadial nachgewiesen werden konnte (so von KOLUMBE für Hemmoor in Sachsen¹), das wohl weniger warm als das C-Interstadial der M-Eiszeit gewesen ist. Der RS-II-Vorstoss ist von vielen Autoren mit dem PW-Vorstoss verwechselt worden, dessen Endmoränen anscheinend im Umkreis der Alpen und der nordischen Vereisung auf den meisten Strecken von denen der W-Eiszeit überfahren worden sind.

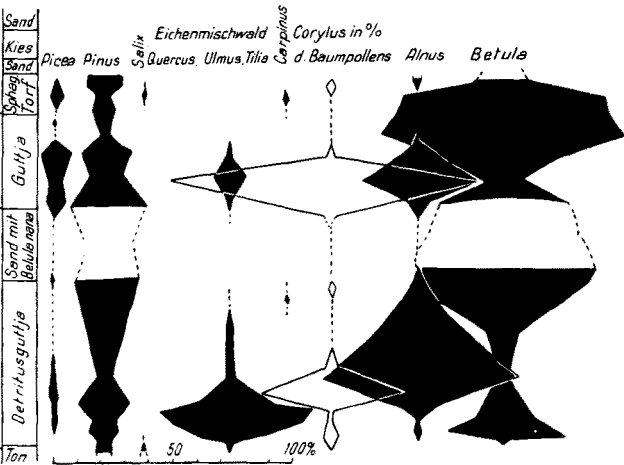


Fig. 6. Pollendiagramm des E- und F-Interglazials von Brörup in Jütland (nach K. JESSEN 1928).

Auf die bis heute sehr umstrittene Frage, welche Ablagerungen dem «letzten Interglazial» zuzuschreiben sind, geben die nun schon sehr zahlreichen Pollendiagramme aus Nordeuropa von den Britischen Inseln bis Polen und Russland eine eindeutige Antwort, wogegen aus dem Alpengebiet noch immer nicht genügend viele Untersuchungen vorliegen, um die dortigen Interglaziale mit ähnlicher Sicherheit untereinander und mit den nordischen parallelisieren zu können.

Ein Hauptergebnis ist neben der Feststellung einer sehr ähnlichen Waldentwicklung wie im Postglazial mit ähnlich hohen und kurzdauernden Haselmaxima die zuerst in Dänemark von JESSEN und MILTHERS² erkannte Zweiteiligkeit des «letzten» Interglazials, das heisst das Vorhandensein einer Glazialphase zwischen einer wärmeren (E) und einer weniger warmen und wohl auch etwas kürzeren Aperi-zeit (F, siehe Fig. 5 und 6). Dieser Glazialphase entsprechende Moränen (mehr Grund- als Endmoränen, da diese wohl zumeist später überfahren worden sind) sind aus vielen Vereisungsgebieten bekannt, aber meist irrtümlicherweise

¹ E. KOLUMBE, Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 21, 46 (1952), 22, 22 (1953) und 23, 103 (1954).

² K. JESSEN und V. MILTHERS, Danmarks Geol. Unders. II 48, 380 S., 40 Taf. (1928).

entweder der RS-Eiszeit bzw. ihrem Warthe-Vorstoss (als Riss III oder «Jung-Riss») oder einem ersten Vorstoss der W-Eiszeit (als Würm I) zugeschrieben worden, so auch früher von mir. Im ersten Fall ist das E-Interglazial entweder als D (Mindel-Riss bzw. Elster-Saale) oder als RS I/II und nur das F-Interglazial als R/W gedeutet worden; im zweiten Fall, den in Anlehnung an BAYER, SOERGEL u.a. auch ich¹ lange vertreten habe, das F-Interglazial als blosses Interstadial der letzten Eiszeit.

Heute scheint es mir am richtigsten, das «letzte Interglazial» in die beiden Interglaziale E (Eemien) und F zu zerlegen und die kurze, sie trennende Kaltzeit als eigene Eiszeit zu bewerten, die am besten als Prae-Würm (PW) bezeichnet wird (s. Tabelle). Dem E-Interglazial entspricht im Norden die Transgression des Eem-Meeres, durch die auch das Ostsee-Gebiet ein noch etwas milderes Klima als in der postglazialen Litorina-Zeit erhalten hat; dem F-Interglazial die Skaerumhede-Serie in Dänemark und der Rixdorfer Horizont bei Berlin. Beide Warmzeiten haben im Gegensatz zum D- und B-Interglazial nur eine einmalige, kurzdauernde Kulmination mit auffallenden Maxima aller wärmeliebenden Land- und Wasserpflanzen (siehe Fig. 6–7), die im E-Interglazial ähnlich wie im Postglazial in der ersten, im F-Interglazial mehr in der zweiten Hälfte liegen. Wie im D-Interglazial fehlt den meisten E- und vielen F-Diagrammen *Fagus*, wogegen *Carpinus* allgemein stärker als im Postglazial vertreten ist, somit die Hainbuche die Stelle der Rotbuche eingenommen hat. Gewisse Unterschiede zwischen den einzelnen Interglazialen und dem Postglazial ergeben sich auch in der Verbreitung der Weisstanne (*Abies*) und der Stechpalme (*Ilex*), die mehrmals weiter als im Postglazial verbreitet waren, beide im D-Interglazial bis Mittelrussland.

¹ H. GAMS, Z. Gletscherk. 18, 279 (1930); Eclog. Geol. Helv. 28, 1 (1935); Int. Rev. Hydrobiol. und Hydrogr. 35, 611 (1937); Quartär 1, 75 (1938); Geol. Bavar. 19, 364 (1953).

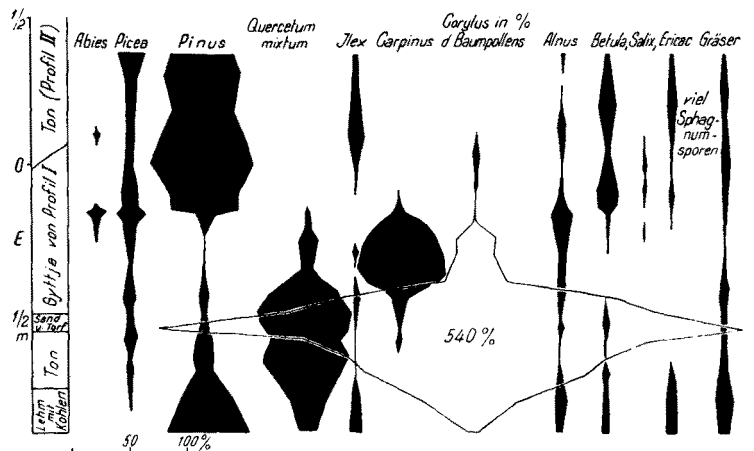


Fig. 7. Pollendiagramm des E-Interglazials von Wallensen in der Hilsmulde [nach I. RABIEN, Eiszeitalter und Gegenwart 3, 96 (1953)].

Die folgende Gliederung und Parallelisierung kann heute wohl als gut gesichert gelten.

Zeitskala und allgemeine Gliederung	Nordamerika, nach LEVERETT, FLINT u. a.	Atlantik und Mittelmeer, nach DEPÉRET, DUBOIS u. a.	Niederlande, nach VAN DER VLEK und FLORSCHÜTZ	Alpengebiet, nach PENCK und BRÜCKNER, P. BECK u. a.	Deutschland, nach KEILHACK, WOLDSTEDT, GRAHMANN u. a.	Polen, nach SZAFER u. a.	Russland, nach ARCHANGELSKY, MIRTSCHINK u. a.
0	Holozän						
100	W	Wisconsin	Monastirian	Tubantien	Weichsel-Eiszeit	Vistulien (Varsovien II)	Waldai-Eiszeit
	F	Peorian	Warmes Moustérien		Rixdorf-Horizont	Warmes Aurignacien	Boreale und
	PW	Iowan	Kaltes		Kaltes Moustérien	Kaltes Aurignacien	Chvalyn-Transgression
	E	Sangamon	Tyrrhénien	Eemien	Eem-Meer (Unstrut)	Masovien II	Atel Chosar
	RS II				Warthe (Fläming)		Moskauer Moräne
200	RS I		(Milazzien ?)	Drenthien	Saale-Eiszeit	Polonien (Varsovien I)	Dnjepr-Eiszeit
	D	Vermouth		Needien	Elster-Saale (Holsteinsee, Orla)	Masovien I	Lichvin-Interglazial (Paludinschichten)
	M II				Elster II		
	C			(Cromerien)	Sande von Maur		
	M I	Kansan		Taxandrien	Elster I	Cracovien	Lichvin-Eiszeit
300	B	Aftonian	Sicilien	Tiglien (Tegelen)	Tegelen = Ilm	Mizerna-Interglazial	Baku-Schichten
	G II						
	A		Calabrien = oberes Villafranchien	Praetighien = Amsteliën	Günz II		Apscheron
	G I	Nebraskan			Günz I (einschliesslich Donau ?)	Stettiner Moräne ?	Tschauda
			Unteres Villafranchien Piacentin = Plaisancien	Reuverien		Ober-Pliozän	
500							
Jahrtausende							

Eine ähnliche Zweiteilung des «letzten Interglazials» wie im Norden ist auch durch binnenländische Profile ausserhalb der Vereisungsgebiete bezeugt, so für die Weimarer Kalktuffe und viele Lössprofile mit 2 fossilen Böden, die bald als Schwarzerden, bald als Lehmzonen ausgebildet sind, von denen die Kremser wohl dem E- und die Göttweiger dem F-Interglazial entspricht¹.

Unter den Interglazialdiagrammen des Nordalpengebiets, deren sichere Einreihung bisher in den meisten Fällen noch nicht gelungen ist, gibt es nach der neuesten und grössten Zusammenstellung von LÜDI² ebenfalls solche mit 2 Wärmemaxima (Grandson, Gondiswil, Uznach, Sulzberg bei Wettingen neben solchen mit nur einem in der ersten Hälfte (Pont-La Ville, Mörschwil, Grossweil u.a.) und in der zweiten Hälfte (Cartigny, Wasserfluh, Gundelsei u.a.). Es ist daher wahrscheinlich, dass die Interglaziale der ersten Gruppe dem E und F, die der zweiten nur dem E und die der dritten nur dem F-Interglazial entsprechen, aus dem als dem jüngsten am meisten Ablagerungen erhalten geblieben sind.

Dem E- und nicht dem D-Interglazial möchte ich nunmehr auch alle alpinen Ablagerungen mit *Rhododendron ponticum* (Hötting, Pianico, Ré, Noranco bei

Lugano, Barraux in Savoyen) und ebenso die von JESSEN in Irland gefundenen zuschreiben; dagegen dem F-Interglazial ausser den in PENCKs letzten Arbeiten für R/W erklärten Terrassenschottern des Inn- und Salzachtals (Laufenschotter), die grosse Mehrzahl der jüngeren, vorwiegend nur Nadelholz führenden Schieferkohlen und weiter die meisten Höhlenbären-Schichten der Alpen-, Jura- und Appenninenhöhlen, somit mindestens den grössten Teil des «Alpinen Paläolithikums», das ja auch bald dem «Riss-Würm», bald der «Aurignac-Schwankung» oder sogar einer spätglazialen Schwankung zugeschrieben worden ist und offenbar mit dem «warmen Moustérien» der Franzosen und Italiener und dem «warmen Aurignacien» in Osteuropa gleichaltrig ist.

Bezüglich der wirklich spätglazialen Interstadiale, namentlich der Allerödschwankung, verweise ich auf meine kürzlich erschienenen Zusammenstellungen¹.

Summary

Report on recent research on the Quaternary development of flora, vegetation and climate in Northern and Central Europe with schematized diagrams from various papers by FLORSCHÜTZ, LONA, SZAFFER and others showing characteristic differences between the older and the newer Interglacials, designed by the present author.

¹ FR. BRANDTNER, Archaeol. Austr. 2, 5 (1949) und 5, 101 (1950). – A. PAPP und E. THENIUS, Sitz.-Ber. Öst. Akad. Wiss. Abt. I 153, 763 (1949). – R. LAIS, Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 41, 119 (1951).

² W. LÜDI, Veröff. Geobot. Inst. Rübel 27, 208 (1953). – H. REICH, Flora oder Allg. Bot. Ztg. 140, 386 (1953).

¹ H. GAMS, Z. Gletscherk. und Glazialgeol. 11, 162 (1950) und 2, 369 (1953); Anthropologie 56, 281 (1952). Weitere Berichte in Verh. Internat. Botan. Kongresse in Stockholm 1950 und Paris 1954.

Brèves communications - Kurze Mitteilungen Brevi comunicazioni - Brief Reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. – Für die kurzen Mitteilungen ist ausschliesslich der Autor verantwortlich. – Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. – The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Das mittlere Molekulargewicht der Sternmaterie

Der Theorie des Sternaufbaus wird u.a. die Zustandsgleichung der idealen Gase zugrunde gelegt. Die Anwendung dieses Gesetzes auch bis zu Dichten von 50 g/cm³ rechtfertigt man mit der starken Ionisierung der Sternmaterie. Die einzelnen Partikel – Ionen und Elektronen – besässen ein viel kleineres Volumen als die Atome; daher bleibe die Gasgleichung auch bei so hoher Konzentration der Materie gültig.

Wir nehmen der Einfachheit halber an, die Atome der Sternmaterie seien vollständig ionisiert und prüfen unter dieser Voraussetzung die Anwendbarkeit der Gasgleichung.

Wie wird diese hergeleitet? – In jedem Falle unter Voraussetzungen, die gegenüber den physikalischen Bedingungen im Sterninnern starke Vereinfachungen be-

deuten. Zum Beispiel wird angenommen, dass es sich um ein Partikelsystem in fest begrenztem, nach aussen abgeschlossenen Bereiche mit konstanter Temperatur handle.

Ferner sollen die Wechselwirkungskräfte zwischen den Partikeln entweder nur ganz kurze Reichweiten besitzen, so dass das einzelne Partikel im Zeitmittel sich nahezu kräftefrei bewegt; oder – allgemeiner – sie sollen wenigstens so beschaffen sein, dass Örter und Impulse je zweier Partikel nahezu unkorreliert sind.

In der ionisierten Sternmaterie treten nun starke elektrostatische Kräfte zwischen den Partikeln auf, insbesondere Anziehungskräfte zwischen den Atomkernen und den Elektronen, so dass sicherlich enge Korrelationen zwischen ihren Bewegungen existieren. Die Anwendbarkeit der Gasgleichung ist also nicht gesichert. Da man nichts Besseres hat, wird man sie hypothetisch beibehal-