

Gehen wir auf eine neue Eiszeit zu? **)

GERD LÜTTIG *)

Lecture, Pleistocene, interglacial environment, pollen analysis, temperature, climatic zonation, comparison, Eemian, Holsteinian, Holocene, extrapolation, glaciation

Themenstellung: In der öffentlichen Diskussion der Gegenwart tauchen in fast regelmäßigem Abstand Meldungen, auch solche von manipulativem Charakter aus der Ecke der Regenbogenpresse auf, in welchen der Menschheit das baldige Erscheinen einer neuen Eiszeit in Aussicht gestellt wird.

Man muß feststellen, daß der wissenschaftliche Gehalt derartiger Informationen äußerst dürftig ist und daß zur Beweisführung für diese Behauptung meist Prognosen herangezogen werden, die nur zum Teil auf einer diskussionswürdigen Basis stehen. Bekanntermaßen sind klimatologische Prognosen, die sich auf Beobachtungen über die geologische Gegenwart beziehen, wegen der Kürze der wissenschaftlich exakten Beobachtungsdauer bedenklich. Jedenfalls sind die Folgerungen meist schwererergewichtig als das Beobachtungsmaterial.

Für einen Quartärstratigraphen ist betrüblich festzustellen, daß sich — von wenigen Ausnahmen, z. B. dem INQUA Symposium in Uppsala im Jahre 1975 abgesehen — die Quartärforscher in dieser Frage nicht oder nur sehr undeutlich artikuliert haben. Dabei besitzen sie aufgrund ihrer Kenntnisse über Vegetations- und Klimageschichte sowie über die Chronologie der Interglazialzeiten das bestmögliche Beobachtungsmaterial. Man kann diese Kenntnis auf zyklustratigraphische Gesetzmäßigkeiten zurückführen, die für die Klimageschichte des Holozän wichtig sind und es erlauben, eine Vorausschau über die zukünftige Klimaentwicklung vorzunehmen. Der Autor regt an, diese Daten zu sichten und ihre Bedeutung für die Klimaentwicklung herauszustellen. Die Quartärforscher sollten sich deutlicher als bisher zu dieser für die gesamte Menschheit wichtigen Frage äußern.

[Is a New Ice Age Coming?]

Problem: In general discussions of our present day, mankind has been promised the occurrence of a new ice-age in

reports, even ones of a manipulative nature from the rainbow press, which have appeared at regular intervals.

It should be said that the scientific content of information like this is extremely scanty, and as arguments in favour of this statement, mostly on a very low scientific level, were consulted which are only in part founded enough to deserve discussion. As is known, climatological forecasts on the basis of existing observations over the past few hundred years are questionable because of the shortness of the scientifically exact length of observation. In any case, the conclusions usually carry more weight than the observation material.

A Quaternary stratigrapher will observe to his distress that, apart from a few exceptions such as in INQUA Symposium in Uppsala in 1975, the Quaternary researchers haven't expressed themselves at all or at least very indistinctly on this issue. Because of their knowledge of the history of vegetation and climate, they possess, however, the best possible observation material on the cyclostratigraphical laws from which deductions can be developed about the Holocene and its future climatic development, too. The author encourages that this data be examined and weighted so that the Quaternary researchers can express themselves more clearly than in the past about these issues so important for all of mankind.

1.

Aus der z. T. von Hysterie gekennzeichneten öffentlichen Diskussion über die Zukunft der Menschheit ragen einige Stimmen, meist aus der Presse, über die Entwicklung des Klimas heraus, oft wiederholen sie sich regel- oder unregelmäßig, meist nach Perioden außergewöhnlichen Wetters. Einige lauten so ähnlich wie

— „Blitzzeit steht bevor.“

— „Sorgenvoll bestätigen Klimaforscher, eine neue Eiszeit könne in 2.000 oder 3.000 Jahren eintreffen.“

*) Anschrift des Autors: Prof. Dr. G. LÜTTIG, Ordinarius für Angewandte Geologie an der Universität Erlangen-Nürnberg, Schloßgarten 5, D — 8520 Erlangen.

**) Veränderte Fassung eines Vortrages bei der DEUQUA-Tagung in Zürich am 03. 09. 1982.

- „Dieses ist um so mehr wahrscheinlich, als die zunehmende Luftverschmutzung das Weltwetter in einen unstabilen klimatischen Zustand stößt.“

Und an diese Luftverschmutzungs-These schließt sich die das andere Extrem voraussagende Interpretation an:

- „Die zunehmende Energieerzeugung führt zu einer Überhitzung der Erde.“
- „Die Wirkung dieser Wärmesteigerung ist bereits an einer Dezimierung der arktischen Eisdecke abzulesen.“
- „Der erhöhte Ausstoß von CO₂ schafft einen Treibhauseffekt und eine anthropogene Wärmeperiode mit unübersehbaren Folgen (z. B. Meeresspiegelanstieg und damit verbundene Überflutungen).“

Nicht übersehen werden soll, daß es auch unter den Journalisten Stimmen, wie z. B. die von HEINZ PANZRAM (1975) gibt bzw. gab, die derartigem Unfug entgegenstehen.

2.

Sinn dieser Darlegung ist nicht, in diese z. T. dilettantische Diskussion einzutreten. In der Gewißheit, daß wissenschaftlich vollkommen und exakt belegte, d. h. über die Äußerung von Meinungen hinausgehende Beobachtungen weder über die Ursachen der Eiszeiten noch über das Maß der Beteiligung geogener, d. h. natürlicher, und anthropogener Ursachen am Klimagang in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft in genügender Anzahl und Dichte bereitstehen, soll vielmehr versucht werden, die wirklich sachverständigen Fachgenossen, die im Gegensatz zu dem praktische Quartärgeologie betreibenden Autor in der Lage sind, dem Forschungsproblem der Klimaprognostik auf quartärstratigraphischer Basis nachzugehen, zu einer stärkeren Beteiligung an der öffentlichen Diskussion anzuregen.

Es geht darum, eine Aufwertung der Stimmen der Quartärstratigraphen gegenüber den öffentlich besonders aktiv tätigen Publizisten und Forschern, die vorwiegend klimatologisch argumentieren, zu erreichen, weil nun einmal unbestritten ist, daß die Klimatologie auf einer äußerst schmalen, da (in exakter Weise) nicht weit genug zurückreichenden Beobachtungsbasis operiert. Die ältesten statistisch gut auswertbaren Wetterbeobachtungen beginnen erst im letzten Jahrhundert. Was an Versuchen der Beschreibung des Klimas vor dem 19. Jahrhundert vorliegt, ist sehr verdienstvoll, aber, wie die betreffenden Autoren auch

betonen, in bezug auf die Beobachtungsdichte eben nicht verlässlich genug.

Wir können weder erwarten, daß uns mit völliger Verlässlichkeit gesagt wird, wie das Wetter morgen oder übermorgen sein wird, wir können auch nicht damit rechnen, daß uns das Klima der nächsten Jahrhunderte exakt vorausbestimmt wird.

Mit dieser Äußerung sollen die Paläoklimatologen weder diskriminiert noch entmutigt werden, und es soll auch festgehalten werden, daß die Quartärstratigraphen, vor allem die Vegetationsgeschichtler, aus ihren biostratigraphischen, z. T. auch nur biofaziellen Daten keine absoluten Angaben über das Klima gewinnen, sondern daß sie aus den zurückliegenden Abschnitten des Quartärs neben dem jüngsten, rund 50.000 Jahre umfassenden Teil desselben relativ genau und chronologisch wirklich exakt nur den geochronologisch auswertbaren Teil von Thermomeren (i. S. von LÜTTIG 1965) erfassen. Dazu sind als Beobachtungsmaterial Sedimente notwendig, welche Jahres-schichtung erkennen lassen. Auf der anderen Seite liefern vegetationsfazielle Erkenntnisse nur Rückschlüsse auf die zur betreffenden Zeit herrschenden Temperaturverhältnisse; aus ihnen können aber nicht die tatsächlichen Temperaturen direkt abgelesen werden.

3.

Für die folgende Betrachtung müssen daher Prämissen eingeführt werden:

Das Quartär genannte System der Erdgeschichte (zur stratigraphie-philosophischen Begründung, weshalb das Quartär ein System sein soll, vgl. LÜTTIG 1958, 1960, 1964) ist durch eine zyклоstratigraphische, auf Klimaschwankungen beruhende Abfolge von relativ kalten (Kryomere 1. Ordnung = Glaziale) und warmen Perioden (Thermomere 1. Ordnung = Interglaziale) gekennzeichnet. Ja, sein Beginn soll ident mit dem Zeitpunkt sein, an welchem die Verwendbarkeit dieses zyκλο-klimastratigraphischen Prinzips beginnt.

- a) Nach der russischen Klimaphilosophie des Quartärs (vgl. SUBAKOW 1962, 1963, 1968; KRASNOW 1961, 1962 u. a.) ist das Quartär rhythmischen Ereignissen unterworfen, daher der Ausdruck Rhythmostratigraphie. Da die Interglaziale, v. a. was die Vegetationsgeschichte anbelangt, aber deutlich aus zyklisch angeordneten Abschnitten bestehen, sollte besser von einer Zyκλοstratigraphie gesprochen werden.
- b) Die zur Einteilung benutzten Zyklen unterscheiden sich, worauf v. a. SUBAKOW hingewiesen hat,

in ihrer Intensität, Dauer und ihrem Ausschlag in solche unterschiedlicher Ordnung, was bei der Definition von Thermomeren, sprich Interglazialen, Interstadialen etc. und der entsprechenden Kryomere, z. B. nach der Vereisungskurve i. S. von WOLDSTEDT (1958, 1960, 1962) benutzt werden kann (vgl. LÜTTIG 1964). Das heißt, in den großen Klimaschwankungen verbergen sich kleinere, in diesen noch kleinere, so daß die bei flüchtiger Betrachtung in große Maxima und Minima gliederbare Klimakurve des Quartärs in Wirklichkeit durch kleinere Schwankungen untergliedert ist.

- c) Die bei der Definition der Grenze Tertiär/Quartär Pate stehende Auffassung, der Beginn des Quartärs sei durch das (relativ plötzliche) Hereinbrechen einer Kaltzeit gekennzeichnet (das erste Kryomer am Beginn des 1. quartären Klimazyklus), gilt inzwischen als überholt, im wesentlichen durch die Beobachtungen in der Antarktis. Außerdem ist in dem älteren Abschnitt des Pleistozäns, dem Paläo- oder Eopleistozän, die Klimakurve durch noch weniger deutliche Ausschläge zur kryomeren Seite gekennzeichnet, d. h. sanfter; das Klima war insgesamt wärmer als im eigentlichen Pleistozän, dem Eu- oder Neopleistozän, in welchem die Unterschiede zwischen Kryomer und Thermomer durch einen „wildern“ Kurs der Klimakurve zu beschreiben sind.

Nach heutiger Ansicht beginnt die Wirksamkeit des klimastratigraphischen Prinzips, wenigstens in der Antarktis, bereits an der Grenze Eozän/Oligozän (vor ca. 38 Mio. a) mit einem Kryomer, ein zweites ist deutlich im Mittelmiozän (vor ca. 18 Mio. a) zu erkennen (KENNETT 1977). An der Grenze zwischen Miozän/Pliozän ist ein Höhepunkt antarktischer Vergletscherung mit dem Queen-Maud-Kryomer (4,2 Mio. a) zu erkennen. Die Nordpolar-Eiskappe begann sich vor ca. 3 Mio. a zu entwickeln, und in dem Zeitraum zwischen 2 Mio. und 0,75 Mio. a vor heute sind ca. 10—12 Kryomere 1. Ordnung, nach 750.000 weitere 8 Kryomere (wohl 1. und 2. Ordnung) unterzubringen.

Diese der Mehrzahl der Quartärstratigraphen bekannten Beobachtungen anzuführen, ist zum Verständnis der folgenden Bemerkungen notwendig.

4.

Die der paläoklimatischen Beobachtung, wenigstens bezüglich der Dauer, relativ exakt, wegen des Klimaganges weniger gut direkt zugänglichen Abschnitte des Quartärs, die Thermomere 1. bis 3. Ordnung und der durch die Warvenchronologie der Schule GERARD

DE GEERS (1908, 1912ff.) bekannt gemachte Teil des Spät-Weichselglazials sind nur kleine Teile des Quartärs; außerdem scheinen die biostratigraphisch untersuchbaren Teile desselben von relativ kurzer Dauer gewesen zu sein. Das heißt, daß die Glaziale wesentlich länger erscheinen als die Interglaziale. So wurde für das Eem-Interglazial nach geochronologischen Bestimmungen eine Dauer von rd. 10.000—15.000 Jahren ermittelt, während das folgende Weichsel-Glazial auf die drei- bis fünffache Zeit geschätzt wird. Unbestritten ist aber zweierlei:

- a) Die Jahreszählung des Eem-Interglazials und des auf das Weichsel-Glazial folgenden Spät- und Post-Glazials gehört zu den genauesten Bestimmungen, über die Stratigraphie und Chronologie überhaupt verfügen.
- b) Die Zeitbestimmung für das Weichsel-Glazial ist ungenau, da sein Beginn außerhalb der Reichweite der (keine absolute Chronologie schaffenden) ¹⁴C-Altersdatierung liegt. Nur das Weichsel-Hochglazial, ein Kryomer 2. Ordnung, ist mit 25.000—12.000 v. Chr. relativ genau bestimmt.

Im Lichte der zylostratigraphischen Betrachtungsweise kann das Thermomer Eem als ein relativ klarer und in seiner Untergrenze deutlicher positiver Ausschlag der Klimakurve gelten, auf den mit dem Frühweichsel nach dem Wendepunkt der Klimakurve ein undeutlicher, durch Thermomere 2. und 3. Ordnung (Amersfoort-Interstadial etc.) unterbrochener, zur kalten Seite absteigender Ast der Klimakurve folgt, bevor diese mit dem Beginn des Weichsel-Hoch-Kryomers deutlich abfällt.

Diese deutliche Parallele zum Eopleistozän/Eu-pleistozän scheint auch für ältere Eiszeiten zu gelten. Dabei muß zweierlei in Rechnung gestellt werden:

- c) Vereinbarungsgemäß werden von Vegetationsgeschichtlern wie Quartärstratigraphen der Beginn der Wiederbewaldung (Beginn der geschlossenen Pollenkurve der Waldbäume im Sinne von FIRBAS 1949) und das Ende der Bewaldung als Grenze Glazial/Interglazial/Glazial aufgefaßt.
- d) Es dürfte, z. B. auch nach den Untersuchungen von ZAGWIJN, (1963, 1974) außer Frage stehen, daß diese biofazielle Grenze auch dem Teil der Klimakurve entspricht, welcher durch einen Wendepunkt derselben gekennzeichnet ist. Das bedeutet, daß das vegetationsgeschichtliche Einteilungsprinzip dem auf der Konstruktion der Vereisungskurve beruhenden zylostratigraphischen Prinzip zum Zwecke der Einteilung der Kryomere und Thermomere im Sinne von LÜTTIG (1965) entspricht.

5.

An dieser Stelle ist notwendig, zur Beweiskraft der biofaziellen Interpretationen der Vegetationsgeschichtler Stellung zu nehmen. Bekanntermaßen ist es der Vegetationsgeschichte durch den Nachweis von Vegetationssukzessionen, die sich in Pollenzonen im Sediment ausdrücken, nicht möglich, den Klimagang am betreffenden Ort exakt zu rekonstruieren. Aus dem betreffenden Pollenbild ist, wie von den Paläobotanikern uneingeschränkt zugestanden wird, nicht die wahre Vegetation am Fundort zu erkennen; durch unterschiedliche Pollenproduktion und die Transportauslese, auch durch diagenetische Veränderungen entsteht ein verfälschter Eindruck. Zum zweiten hat auch keiner der Vertreter dieser hervorragenden Hilfswissenschaft der Erdgeschichtler je behauptet, daß die Vegetationsentwicklung die Klimakurve genau abbildet; sie hinkt stattdessen etwas nach. Unbestritten sind aber diese Ungenauigkeiten so unerheblich, daß der ansonsten mit relativ grobem Handwerk umgehende Stratigraph die von der Vegetationsgeschichte gelieferten Beobachtungen als das Beste und Feinste hinnehmen kann, was ihm zur Rekonstruktion des Paläoklimas zur Verfügung steht.

6.

Zu den Beobachtungen über den Klimagang in den Thermomeren, v. a. der jungquartären, kommen aus geschichtlichen Aufzeichnungen rührende Fakten über den Klimagang des Holozäns hinzu. Sie stam-

men aus den Teilen unseres Beobachtungsgebietes, welche auch in einem Thermomer wie dem Postglazial noch glaziäre Fazies aufweisen. Dazu zählen v. a. die Alpen und ihre Umgebung mit ihren holozänen Vergletscherungen. Als Beginn der exakten Instrumenten-Beobachtung kann das Jahr 1781 gelten (GREBE 1957, GISLER & SCHUEPP 1982), die Angaben vor diesem Zeitpunkt müssen als weniger verlässlich gelten. Nach den Beobachtungen zahlreicher Autoren, von denen u. a. CAMPER-SCHOLLENBERGER & SUTER (1980), FLOHN (1949), FRENZEL (1977), GAMPER (1982), GAMPER & SUIER (1982), HOLZHAUSER (1982), KASSER (1981), ROETHLISBERGER (1976), SCHNEEBELI (1976), ZOLLER (1977) genannt werden sollen, ist es möglich, eine Temperaturkurve für dieses Faziesgebiet zu rekonstruieren. Sie dürfte der von ARCHER, LÜTTIG & SNEZHKO (1987) publizierten entsprechen (Abb. 1).

Diese genannten, unbestreitbar wertvollen Beobachtungen reichen — wie die umfangreiche Literatur über die Gebiete außerhalb der Alpen, die hier auch nicht andeutungsweise wiedergegeben werden kann, vgl. z. B. LAMB & JOHNSON 1955, KARLEN 1982 — jedoch nicht aus, auf die Frage nach der Beurteilung der Tendenz des neuzeitlichen Klimas eine klare Antwort zu vermitteln. Die im Alpengebiet beobachteten, zur Aufstellung einer Klimakurve verwertbaren Gletscherschwankungen sind sehr lokale, auf Klimazyklen kleinster Ordnung (und vorerst solche unbestimmter Tendenz) beruhende Ereignisse; Gletschervorstöße bedeuten keinesfalls einen Hinweis auf das Nahen einer großen Eiszeit, ebensowenig wie Rück-

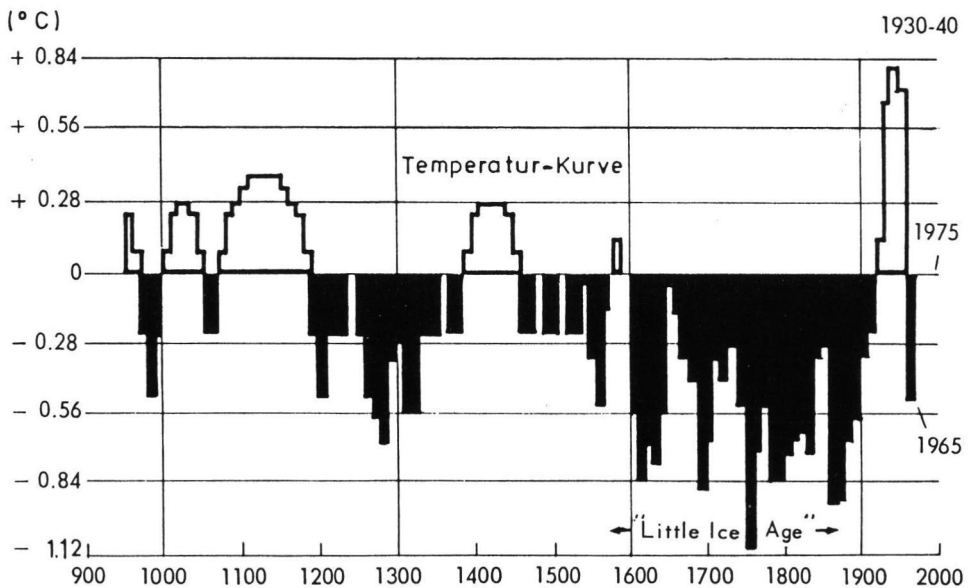


Abb. 1: Temperaturkurve der geologischen Gegenwart (aus ARCHER, LÜTTIG & SNEZHKO 1987).

züge darauf hinweisen, daß nun das Tertiärklima wieder über uns hereinbricht.

Diese Erkenntnis ist so banal wie altbekannt; sie ständig zu wiederholen, sollten die Quartärforscher aber nicht müde werden.

7.

Worauf der Autor nach dieser notwendigerweise etwas ausführlichen Schilderung des Wissensgebäudes hinaus will, ist folgendes: Innerhalb der zyklisch aufgebauten Interglaziale kennen wir eine an verschiedenen Orten regelmäßig wiederkehrende, als die Basis aller unserer Versuche zur stratigraphischen Korrelation benutzte Folge von Pollenzonen. Sie erlaubt in Mitteleuropa eindeutig, thermomere Schichten des Eem als solche aufgrund der Pollenzonierung anzusprechen und z. B. vom vorhergehenden Holstein-Interglazial zu unterscheiden.

Die seit der Entwicklung der ersten Vorstellungen über die Waldgeschichte des jüngeren Quartärs durch STEENSTRUP (1842) und dem Beginn des Einsatzes der Pollenanalyse in der europäischen Quartärstratigraphie durch ein Heer verdienstvoller Paläobotaniker, beginnend mit C. A. WEBER (1891, 1893, 1905, 1911), L. VON POST (1909 u. f.) und weitergehend über IVERSEN (1941 u. f.) bis hin zu FIRBAS (1949) und seine Schüler und von anderen beschriebenen Abschnitte der Vegetationsgeschichte sind nun auch in ihrer Dauer durch geochronologische Untersuchungen genauer beschrieben. Hierzu sind als ältere Arbeiten u. a. die von GISTL (1928), VON DEWALL (1929) in der

Kieselgur von Oberohe-Unterlöß durchgeführten und die neueren Zählungen von MÜLLER (1974 a, b, 1979) in der gleichen Lagerstätte, an der eeminterglazialen Kieselgur von Bispingen und am Rhume-Interglazial von Bilshausen (LÜTTIG & REIN 1954; LÜTTIG 1958) und von K. J. MEYER (1974) am Holstein-Interglazial von Hetendorf, ebenso wie die wichtigen Untersuchungen von GEYH, MERKT & MÜLLER (1972) am Schleinsee zu nennen.

Nach MÜLLER (1979 und schriftlichen Mitteilungen von 1983; die Dauer der Zone VI c ist, vom genannten Autor geschätzt, möglicherweise eher zu lang als zu kurz) hatten danach die Pollenzonen des Eem-Interglazials am Fundort Bispingen (Niedersachsen) folgende Zeitdauer (Tab. 1).

Die geochronologische Zählung des Holstein-Interglazials von Hetendorf (K. J. MEYER 1974) und Munster-Breloh (MÜLLER 1974a) ergab (z. T. korrigiert nach mündlicher Aussprache und z. T. gemittelt) das in Tab. 2 wiedergegebene Diagramm.

Für das in den Cromer-Komplex zu stellende Rhume-Interglazial von Bilshausen (Unter-Eichsfeld) zählte MÜLLER (1965, nach mündlichen Auskünften korrigiert; v. a. ist in der Eichen-Tannen-Hainbuchen-Zeit wegen einer Schichtenverdoppelung eine Korrektur um — 1500a anzubringen) die in Tab. 3 wiedergegebene Zonierung.

Nun soll der Versuch unternommen werden, die Zeitdauer der Pollenzonen der drei wichtigen pleistozänen Thermomere unseres Raumes miteinander zu

Tab. 1: Pollenzonen des Eem-Interglazials, ihre Zeitdauer und Anteil der einzelnen Pollenzonen an der Gesamtdauer des Interglazials im Profil von Bispingen nach H. MÜLLER (1974b)

| | | | |
|-------|--------------------------------------|---------|---------|
| VI c | NBP-reiche Birken-Kiefern-Zeit | ? 500 | 4,3 % |
| VI b | mäßig NBP-reiche Birken-Kiefern-Zeit | 2.000 a | 17,4 % |
| VI a | Fichten-Kiefern-Zeit | 2.000 a | 17,4 % |
| V b | Kiefern-Fichten-Tannen-Zeit | 2.000 a | 17,4 % |
| V a | Kiefern-Fichten-Hainbuchen-Zeit | 2.000 a | 17,4 % |
| IV | Hainbuchenzeit | 4.000 | 34,8 % |
| III c | Linden-Ulmen-Hasel-Zeit | 1.100 | 9,6 % |
| III b | Haselzeit | 700 | 6,1 % |
| III a | EMW-Hasel-Zeit | 450 | 3,9 % |
| II b | Kiefern-EMW-Zeit | 450 | 3,9 % |
| II a | Kiefern-Birken-Zeit | 200 | 1,7 % |
| I | Birkenzeit | 100 | 0,9 % |
| | | 11.500 | = 100 % |

Tab. 2: Vegetationsgeschichtliches Schema der Holstein-Interglaziale von Hetendorf und Munster-Breloh nach K. J. MEYER (1974) und H. MÜLLER (1974 a)

| | | | |
|-------|--|---------|---------|
| XVIII | Zweite Nachschwankung *) | | |
| XVII | Zweite Heidephase *) | | |
| XVI | Birken-Erlen-Eichen-Kiefern-Phase, Erste Nachschwankung | 1.500 a | 8,8 % |
| XV | Erste Heide-Phase | | |
| XIV | Kiefernzeit | | |
| XIII | Zeit des Eichen- und Erlen-Rückganges | 1.200 | 7,1 % |
| XII | Eichen-Tannen-(Kiefern-Erlen-)Zeit | 4.500 | 26,5 % |
| XI | Jüngerer Birken-Kiefern-Vorstoß | 400 | 2,3 % |
| X | Hainbuchen-(Erlen-Kiefern-)Zeit | 1.700 | 10,0 % |
| IX | Hasel-Fichten-(Erlen-Kiefern-)Zeit | 1.100 | 6,4 % |
| VIII | Älterer Birken-Kiefern-Vorstoß | 300 | 1,8 % |
| VII | Eiben-Hasel-Fichten-(Kiefern-Erlen-)Zeit | 2.600 | 15,3 % |
| VI | Fichten-Erlen-(Kiefern-Birken-)Zeit | 1.000 | 5,9 % |
| V | Ulmen-Kiefern-Birken-Zeit | 1.000 | 5,9 % |
| IV | Kiefern-Birken-Zeit | 600 | 3,5 % |
| III | Birken-Kiefern-Zeit | 500 | 2,9 % |
| II | Birken-Zeit | 300 | 1,8 % |
| I | Frühe Wiederbewaldungsphase | 300 | 1,8 % |
| | | 17.000 | = 100 % |

*) Zonen XVII und XVIII sind möglicherweise als Störungen im Schichtverband zu erklären.

Tab. 3: Pollenzonen (und ihre Zeitdauer) des Rhume-Interglazials von Bilshausen nach H. MÜLLER, 1965, Pollenzonen-Numerierung vom Verfasser hinzugefügt

| | | | |
|------|------------------------------------|---------|---------|
| | Tundrenzeit | 650 a | |
| X | Fichten-Birken-Kiefern-Zeit | 2.200 a | 7,9 % |
| IX | Fichten-Zeit | 1.100 a | 3,6 % |
| VIII | Eichen-Tannen-Hainbuchen-Zeit | 6.300 a | 22,6 % |
| VII | Tannen-Hainbuchen-EMW-Zeit | 1.200 a | 4,3 % |
| VI | EMW-Zeit | 1.800 a | 6,5 % |
| V | Birken-Kiefern-Vorstoß | 400 a | 1,4 % |
| IV | Fichten-Tannen-EMW-Zeit | 4.000 a | 14,3 % |
| III | Jüngere Ulmen-Fichten-Kiefern-Zeit | 6.000 a | 21,5 % |
| II | Ältere Ulmen-Fichten-Kiefern-Zeit | 4.500 a | 16,1 % |
| I | Frühe Wiederbewaldungszeit | ? 500 a | 1,8 % |
| | | 27.900 | = 100 % |
| | Waldfreie Zeit | 650 | |

vergleichen. Dazu ist hilfreich, die von IVERSEN (1941) entwickelte Vorstellung einer auf die Vegetation rückwirkenden Bodenstandort-Entwicklung mit heranzuziehen. Bekanntlich hat IVERSEN als erster auf eine — wiederum zyklische — Gesetzmäßigkeit hingewiesen: Die Interglaziale fangen bei ansteigenden Temperaturen mit einer *protokraten* Klimaperiode an, die den frühen Waldphasen, meist durch Birken und Kiefern repräsentiert, entspricht und während der die Böden, meist aus den (kalkreichen) Moränen der voraufgegangenen Eiszeit bestehend, noch ein starkes Nährstoffangebot vermittelten. Während der weitergehenden thermomeren Entwicklung in der *mesokraten* Periode machten die anspruchsvoller werdenden Vegetationssukzessionen von diesem Angebot gebrauch. Schattige Wälder entwickelten sich. In der späteren *telokraten* Periode war der Kalkgehalt weitgehend aufgebraucht, Podsole entstanden, abnehmend schattige Wälder entwickelten sich. Die Klimaverschlechterung am Ende des Interglazials, *kryokraten* Periode genannt, brachte auch eine einschneidende Verschlechterung sowohl des Bodenstandortes als auch einen Wechsel in eine offene aktisch-alpine Vegetation, bis Kongelifraktion und Bodenfließen der Waldflora ein Ende setzten.

Diese zyklische Entwicklung ist an allen interglazialen Vegetationssukzessionen abzulesen: Zunächst erfolgt die schüchterne Birken-Kiefern-Ausbreitung, dann mit Hasel und/oder Eichenmischwald (mit Ulme und Linde) und/oder Fichte und/oder Hainbuche die mesokrate Gruppe, die — zeitlich gesehen — etwa in der Mitte der Warmzeiten von der durch die Zunahme des Einflusses von Tanne und Fichte, Buche und Hainbuche geprägten telokraten Sippe abgelöst wird, bis schließlich wieder die kryokrate Vegetation das Landschaftsbild beherrscht.

Die Korrelation der einzelnen Pollenzonen der Interglaziale wird nun etwas durch die Bezeichnung, z. T. auch durch die unterschiedliche Numerierung der Pollenzonen erschwert, deswegen bereitet dem Betrachter der aus Abb. 2 vorgenommene Korrelationsversuch zunächst einiges Kopfzerbrechen. Wie ist z. B. Pollenzone IV des Eem, die Hainbuchenzone, mit den in ähnlicher Zeithöhe liegenden Hasel-Erlen-Fichten-Kiefern-Abschnitten des Holstein und der Eichenmischwald- und Tannen-Hainbuchen-EMW der Rhume-Warmzeit zu korrelieren? Hier sollte man sich nicht von den das Schubfachdenken befördernden Bezeichnungsweisen irritieren lassen, die die prozentualen Pollengehalte der einzelnen Waldbäume verschleiern. Außerdem ist zweifellos an den drei Standorten, von denen die Diagramme stammen, eine lokalfazielle, v. a. durch die Böden (Bispingen: Kalkreiche Saale-Grundmoräne; Oberohe: Kalkfreie

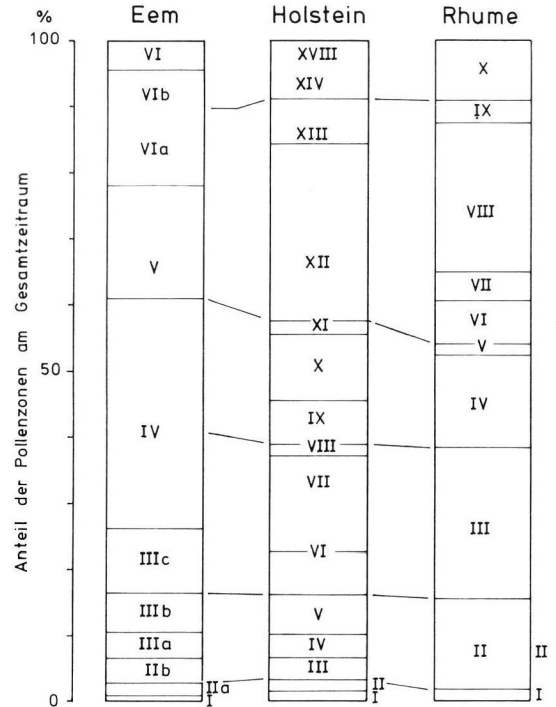


Abb. 2: Korrelationsversuch der Pollenzonen in den drei geochronologisch eingeschätzten Interglazialen nach Tab. 1—3.

Schmelzwasser- und Beckensande in Grundwassernähe; Bilshausen: Hügelland mit zweifelsfrei auch damals vorhandenen Lössen über dem Buntsandstein) bedingte Prägung zu erkennen. Das gilt mit Sicherheit für die Erle im Holstein-Diagramm und für Tanne, Ulme und Linde in Bilshausen. Außerdem wurde bereits darauf hingewiesen, daß im Hangenteil des Holstein-Profiles möglicherweise eine Verzerrung durch Lagerungsstörungen vorliegt.

Daher erscheint der unter Berücksichtigung der realen Pollendiagramme in Abb. 2 vorgenommene Korrelationsversuch statthaft.

Es ergibt eine sehr ähnliche Zeitdauer der vergleichbaren Pollenzonen innerhalb der Interglaziale, eine Regelmäßigkeit, welche zweifelsfrei von Bedeutung ist.

Das kommt auch in dem Zeitvergleich der einzelnen Phasen im Sinne von IVERSEN in Abb. 3 zum Ausdruck.

Natürlich sollte man bei solchen Darstellungen bedenken, daß sie Hilfsmittel für den menschlichen Verstand sind, welche es ihm erleichtern, Zusammenhänge im Geschehen der Natur zu begreifen. Allein, die Natur ist im Prinzip nicht durch diese kategorische

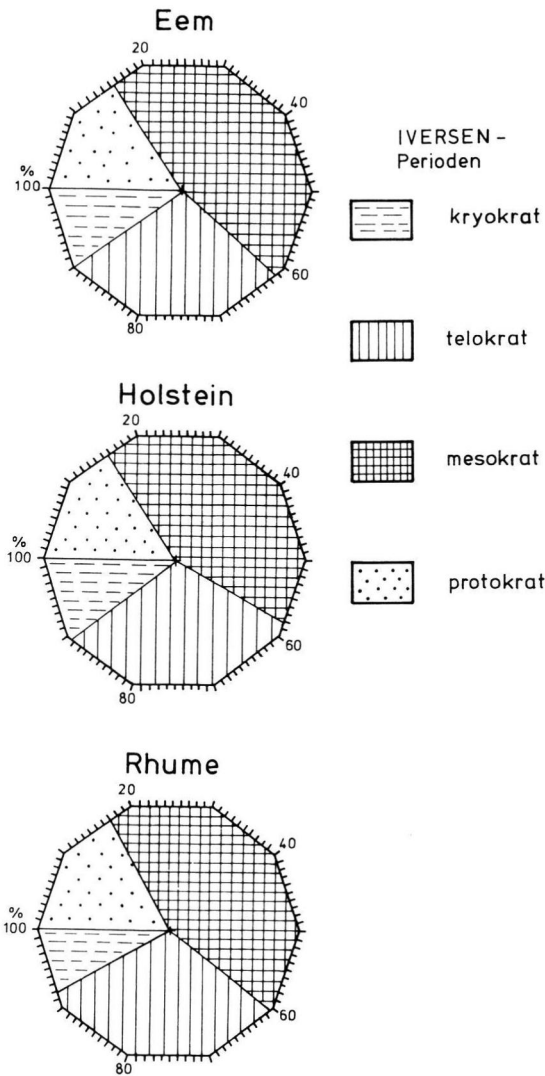


Abb. 3: Zeitvergleich der Dauer der einzelnen IVERSEN-Perioden in den drei Interglazialen gemäß Tab. 1—3.

Denkweise zu erfassen; ihre Vorgänge sind fließend. Mit dieser Einschränkung wird dem Leser die Betrachtung von Abb. 3 empfohlen, wohlgedenkt: Sie ist ein Denkhilfsmittel.

9.

Nun geht es darum, diese für die pleistozänen Thermomere festgestellte Ähnlichkeit in der Chronologie der Vegetationszonen des Holozäns wiederzufinden. Wie Tab. 2 aber zeigt, leben wir noch in einer Periode, die wir mit der telokraten Phase im Sinne von IVERSEN vergleichen können.

Pollenzonen VIII und IX müßten, unterläge der Klimagang des Holozäns der gleichen Regel wie der der pleistozänen Thermomere, längst beendet sein. Das heißt, wie auch Abb. 4 verdeutlicht, daß die telokrate Periode zu lange dauert.

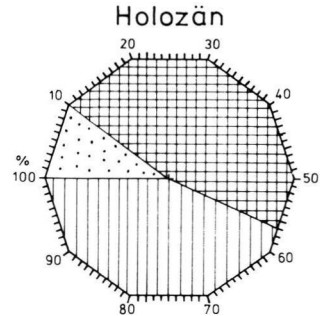


Abb. 4: IVERSEN-Zonen des Holozäns in der Darstellungsweise von Abb. 3.

Berechnet man das Verhältnis der einzelnen IVERSEN-Perioden der Interglaziale und vergleicht es danach mit dem für das Holozän, so kommt man zu dem Schluß, daß die telokrate Periode des Holozäns bereits seit etwa 1.500 Jahren hätte beendet sein müssen. Wir müßten danach schon längst in der kryokraten Periode leben.

Aus dieser Beobachtung kann man die Folgerungen 2—4 ziehen, wenn man nicht entsprechend Deutung 1 eine andere Erklärung sucht:

Deutung 1: Die Gleichartigkeit der Zeitanteile in den pleistozänen Thermomeren ist eine Fiktion; sie sind nicht vergleichbar, wie schon aus ihrer von der ältesten zur jüngsten abnehmenden Gesamtdauer ersichtlich ist. Die Ähnlichkeit der prozentualen Vertretung der Vegetationsperiode ist eine Zufälligkeit, wird durch die geringe Anzahl der untersuchten Thermomere vorgetäuscht. Hätten wir noch für mehrere ältere Thermomere oder gleichalte Ablagerungen an anderen Orten geochronologische Daten, so kämen möglicherweise doch Unterschiede heraus.

Deutung 2: Das Holozän ist ein Ausnahmefall; die Verlängerung der letzten Pollenzone hat bisher noch nicht bekannte, wahrscheinliche aber durch weitere Nachforschungen erklärable Ursachen. Trotzdem ist an der Gültigkeit des zykloragischen Prinzips nicht zu zweifeln, d. h. die kryokrate Periode kommt doch bald, evtl. relativ plötzlich, ähnlich wie das WOILLARD (1979) für das letzte Interglazial in NE-Frankreich vermutete.

Tab. 4: Zeitdauer der Vegetationszonen im Holozän Mitteleuropas und prozentuale Beteiligung derselben am zeitlichen Gesamtumfang

| Nr. der Pollenzone (nach JVERSEN) | BLYTT-SERNANDER- Periode | Vegetations- Fazies | Dauer | % -Satz |
|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------|---------|
| IX | Subatlanticum | Kulturforsten | 1 500 | 27 |
| | | Buchenzeit — 500 | | |
| VIII | Subboreal | Buchen- Eichenzeit — 1700 | 1 200 | 16 |
| | | EMW | 4 300 | 32 |
| VI—VII | Atlanticum | — 6000 | | |
| V | Boreal | Hasel — 6800 | 800 | 15 |
| | | Hasel-Kiefern — 7800 | 1 000 | |
| IV | Präboreal | Birken-Kiefern — 8150 | 350 | 10 |
| | | | | |
| I—III | Spät-Weichselglazial | | | |

Deutung 3: Die Überlänge der letzten Pollenzone geht auf ein Aussetzen des zyклоstratigraphischen Prinzips zurück; durch bisher nicht geklärte Umstände erfolgt ein Übergang aus dem Glazial-Interglazial-Zyklus in eine Klimaperiode, die ähnlich wie im Eopleistozän durch sanfteren Gang der Klimakurve gekennzeichnet ist oder

Deutung 4: Das Eiszeitalter ist beendet.

Der Autor ist der Ansicht, daß Deutungen 3 und 4 den größten Wahrscheinlichkeitsgrad besitzen.

10.

Ohne einen Beitrag dazu leisten zu wollen, ist der Autor der Ansicht, daß die Beantwortung dieser offenen Fragen vor allem deswegen erschwert wird, weil wir über die **Ursachen** der Eiszeit noch im Unklaren sind. Über diesen Mangel helfen die bisherigen Erklärungsversuche nicht hinweg.

11. Schriftenverzeichnis

- ARCHER, A. A., LÜTTIG, G. W. & SNEZHKO, I. I. (1987): Man's Dependence on the Earth. — 227 p.; Stuttgart (Schweizerbart).
- DEWALL, H. W. VON (1929): Geologisch-biologische Studie über die Kieselgurlager der Lüneburger Heide. — Jb. preuß. geol. L. A. f. 1928, 49, 2: 641—684; XLI-XLIV, 4 Abb.; Berlin.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Bd. Allgemeine Waldgeschichte. — 480 S., 163 Abb.; Jena (Fischer).
- GAMPERT, M. & SUTER, J. (1982): Postglaziale Klimageschichte der Schweizer Alpen. — Geogr. helvet. 1982, 2: 105—114; Zürich.
- GEER, G. DE (1908): On late Quaternary time and climate. — Geol. Fören. Stockh. Förh. 30, 7: 459—464; Stockholm.
- (1912a): Geochronologie der letzten 12 000 Jahre. — Geol. Rdsch. 3: 457—471, 3 Fig.; Leipzig.

- GEYH, M. A., MERKT, J. & MÜLLER, H. (1971): Sediment-, Pollen- und Isotopenanalysen an jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im zentralen Teil des Schleiensees. — *Arch. Hydrobiol.* **69**, 3: 366—399, 10 Abb.; Stuttgart.
- GISLER, O. & SCHÜEPP, M. (1982): Die Bearbeitung alter Klimareihen. — *Phys. Geogr.* **1**: 9—24; Zürich.
- GISTL, R. (1928): Das letzte Interglazial in der Lüneburger Heide, pollenanalytisch betrachtet. — *Botan. Archiv* **21**: 648—710; Leipzig.
- GREBE, H. (1957): Temperaturverhältnisse des Observatoriums Hohenpeißenberg. — *Ber. dt. Wetterdienst* **36**: 12—39; Bad Kissingen.
- HOLZHAUSER, H. (1982): Neuzeitliche Gletscherschwankungen. — *Geogr. helvet.* **1982**, 2: 115—124; Zürich.
- IVERSEN, J. (1941): Landnam i Danmarks Stenalder. — *Danm. geol. Undersøg.* (II) **66**: 7—68, I—IX; Kopenhagen.
- IVERSEN, J. (1964): Repressive vegetational succession in the Post-Glacial. — *Journ. Ecol.* **52** (Suppl.): 59—70.
- IVERSEN, J. & FAEGRI, K. (1964): Textbook of pollen analysis. — 2nd. ed., 237 p.; København.
- KENNETT, J. P. (1977): Cenozoic evolution of Antarctic glaciation etc. — *J. geophys. Res.* **82**, 27: 3843—3860; Washington.
- KARLÉN, W. (1982): Holocene Glacier Fluctuation in Scandinavia. — *Striae* **18**: 26—34; Uppsala.
- KRASNOW, I. (1961): [Gegenwärtiger Zustand und weitere Aufgaben der Kartierung und Entwicklung einer stratigraphischen Nomenklatur der Quartärablagerungen der UdSSR.] — *Material. sověc. izučeníju četvertičn. Period.* **1**: 89—98, 1 Tab.; Moskau.
- (1962): [Grundprobleme der stratigraphischen Gliederung des Anthropogensystems, Projekt einer stratigraphischen Klassifizierung, Terminologie und Einheitsskala des Anthropogens.] — *Informat. Sborn.* **58**: 37—61, 5 Tab.; Leningrad.
- LAMB, H. H. & JOHNSON, A. I. (1959): Climatic variation and observed changes in the general circulation. — *Geogr. Ann.* **41**: 94—134; Stockholm.
- LÜTTIG, G. (1958d): Eiszeit-Stadium-Phase-Staffel. Eine nomenklatorische Betrachtung. — *Geol. Jb.* **76**: 235—260; Hannover.
- (1960e): Vorschläge für eine geochronologische Gliederung des Holozäns in Europa. — *Eisz. & Gegenw.* **11**: 51—63; Öhringen/Württ. **15**. 8. 1960.
- (1964c): Prinzipielles zur Quartär-Stratigraphie. — *Geol. Jb.* **82**: 177—202, 1 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- (1965b): Interglacial and Interstadial Periods. — *Journ. Geol.* **73**, 4: 579—591, 4 Abb.; Chicago.
- MEYER, K.-J. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holstein-zeitlichen Kieselgur von Hetendorf. — *Geol. Jb. (A)* **21**: 87—105, 2 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- MÜLLER, H. (1965): Eine pollenanalytische Neubearbeitung des Interglazial-Profiles von Bilshausen (Unter-Eichsfeld). — *Geol. Jb.* **83**: 327—352, 5 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- (1974a): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holstein-zeitlichen Kieselgur von Munster-Breloh. — *Geol. Jb. (A)* **21**: 107—140, 10 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- (1974b): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der eem-zeitlichen Kieselgur von Bispingen/Luhe. — *Geol. Jb. (A)* **21**: 149—169, 5 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- (1979): Climatic changes during the last three interglacials. — *Developm. atmosph. Sci.* **10**, 29—41; Amsterdam.
- PANZRAM, H. (1975): Wann und wie endet die gegenwärtige Zwischeneiszeit? — *Naturw. Rdsch.* **28**, 3: 87—88; Stuttgart.
- POST, L. VON (1909): Stratigraphische Studien über einige Torfmoore in Närke. — *Geol. Fören. Stockh. Förh.* **31** (7): 629—706, 14 Fig., Taf. 23—24; Stockholm.
- STEENSTRUP, J. (1842): Geognostik-geologisk Undersøgelse at Skovmoserne Vidnesdam-og Lilleløse i det nordlige Sjælland. — *K. dansk. Vid. Selsk. nat. math. Afd. Afhandl.* **9**: 17—120; Kjøbenhavn.
- SUBAKOW, W. A. (1962): [Stratigraphische Gliederung der Quartärablagerungen und ihre Stellung im stratigraphischen Einheitsschema.] — *Informacionnyi Sbornik* **58**: 7—35, 2 Tab.,
- (1968): Der Klimarhythmus in 370 000 Jahren und seine Bedeutung für die Geochronologie und Stratigraphie des Pleistozäns und Oberpliozäns. — *Dokl. sov. geol. Problemy* **6—13a**: 141—148, 1 Taf.; Moskau.
- (1983): Problems of geological synchronization in climostratigraphy. — *Sovjet. Geol.* **8**: 49—65; Moskau.
- SUGGATE, R. P. (1965a): The definition of "Interglacial". — *Journ. Geol.* **73**, 4: 619—626; Chicago.
- WEBER, C. A. (1891): Über zwei Torflager im Bett des Nordostsee kanals bei Grünenthal. — *N. Jb. Min.* 1891, II: 62—85, 1 Abb.; Stuttgart.
- (1893a): Über die diluviale Vegetation von Klinge in Brandenburg und über ihre Herkunft. — *Beibl. botan. Jb.* **30**: 1—20; Leipzig.
- (1905): Die Geschichte der Pflanzenwelt des norddeutschen Tieflandes seit der Tertiärzeit. — *Wiss. Ergebn. intern. botan. Kongr. Wien 1905*, 98—116; Jena.
- (1911): Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit? — *Zs. deutsch. geol. Ges.* **62**: 143—162; Berlin.

- WELTEN, M. (1952): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals sowie die frühgeschichtliche und historische Wald- und Weiderodung auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. — Veröff. d. geobot. Instit. d. ETH Stiftung, 26: 1—135; Zürich.
- WOILLARD, G. (1979): Abrupt end of the last interglacial s. s. in north-east France. — *Nature* 281, 5732: 558—562; Washington.
- WOLDSTEDT, P. (1958): Eine neue Kurve der Würm-Eiszeit. — *Eisz. u. Gegenw.* 9: 151—154; Öhringen.
- (1962): Über die Gliederung des Quartärs und Pleistozäns. — *Eisz. & Gegenw.* 13: 115—124; Öhringen/Württ. 1. 9. 1962.
- WOLDSTEDT, P. (1966): Der Ablauf des Eiszeitalters. — *Eisz. & Gegenw.* 17: 153—158; Öhringen/Württ. 15. 12. 1966.
- ZAGWIJN, W. (1963a): Pleistocene stratigraphy in the Netherlands, based on changes in vegetation and climate. — *Verh. Kon. nederl. geol. mijnbouw. Genootsch. geol. Ser.* 21, 2: 173—196; 's Cravenhage.
- (1974a): The palaeogeographic evolution of the Netherlands during the Quaternary. — *Geol en Mijnb.* 53, 6: 369—385; 's Cravenhage.

Manuskript eingegangen am 21. 8. 1987.