

Der Ablauf des Eiszeitalters

Von PAUL WOLDSTEDT, Bonn

Mit 1 Tafel und 1 Abbildung im Text

Zusammenfassung. Es wird eine schematische Kurve für das ganze Eiszeitalter, zunächst für Mitteleuropa, gezeichnet. Sie gilt aber auch für die ganze übrige Welt. Sie ist keine maßstabgerechte Temperaturkurve; dafür reichen die Daten noch nicht aus. Die Einteilung geschieht so, daß drei Abschnitte unterschieden werden (Alt-, Mittel- und Jungquartär), die jedesmal aus zwei Zyklen (Kalt- und Warmzeit) bestehen. Das Altquartär umfaßt dabei wahrscheinlich noch einen weiteren Zyklus, der ebenfalls aus einer Kalt- und einer Warmzeit von geringerem Ausmaß besteht.

Der Umfang der Kaltzeiten scheint im Laufe der Entwicklung zuzunehmen und sein Maximum in der Mindel- oder Riß-Eiszeit zu erreichen. Die Zahlen, die nach der K/Ar-Methode für die menschliche Entwicklung angegeben werden, sind in ihrer jetzigen Größenordnung schwer in der Kurve unterzubringen.

Abstract. A tentative curve for the whole Ice age or Quaternary is given, especially for Europe. The Quaternary consists of 6—7 cycles beginning each time with a cold phase and ending with a warm one. Three subdivisions can be distinguished: The Lower Quaternary comprehends the Praetiglian cold phase, the Tiglian warm phase, the Eburonian cold phase and the Waalian warm phase. Probably there is still another cycle before them of a pluvial-interpluvial character. The Medial Quaternary embraces the Günz Glaciation, the Cromerian Interglacial, the Mindel Glaciation, which probably is twofold, and the Holstein-Interglacial. The Upper Quaternary comprehends the Riss Glaciation, which also is twofold, the Eem-Interglacial, the Würm Glaciation and the Postglacial or Holocene. The latter cannot have the status of a formation, but only of a subdivision of the Würm cycle.

It seems that the cold phases increase in intensity in the course of the Ice age and reach their maximum in the Mindel or Riss glaciations. The figures given by the K/Ar method for the human evolution can hardly be inserted in this curve.

Die beigegebene Tafel 1 zeigt den Ablauf des Eiszeitalters, und zwar in schematischer Form zunächst für Mitteleuropa. Wir werden später sehen, daß dieses Schema auch für die ganze übrige Welt gilt.

Die Würm (= Weichsel)-Eiszeit kennen wir am besten. Wir wissen, daß sie durch mindestens drei Interstadiale untergliedert war und daß sie vielleicht 60 000 Jahre gedauert hat. Ihr Aufbau ist asymmetrisch, insofern als dieser vielleicht 50 000 Jahre bis zu seinem Maximum gebraucht hat und nur wenig mehr als 10 000 Jahre für den Abbau. Die vorhergehende Eem-Interglazialzeit mag etwa 30 000 Jahre gedauert haben.

Für den Aufbau der früheren Eiszeiten ist ein ähnliches Schema angenommen worden: langsamer, durch Interstadiale unterbrochener Aufbau, verhältnismäßig rascher Abbau. Dabei ergibt sich für die Saale (= Riß)-Eiszeit eine Doppelung dieses Schemas. Einem zweimaligen langsameren Aufbau folgt ein zweimaliger schneller Abbau. Dazwischen liegt das Großinterstadial von Quakenbrück (KOPP & WOLDSTEDT 1965). Das Holstein-Interstadial ist nach neueren Untersuchungen, hauptsächlich von tschechischen Forschern (vgl. bes. MACOUN, ŠIBRAVA, TYRÁČEK & KNEBLOVÁ-VODIČKOVÁ 1965), zweigeteilt durch eine kalte Phase. Die bisher bekannten Pollendiagramme der Holstein-Interglazialzeit sollen im ersten Abschnitt liegen.

Die vor der Holstein-Interglazialzeit liegende Elster (= Mindel)-Eiszeit scheint ebenfalls zweigeteilt zu sein (vgl. u. a. KURTÉN 1960). In dem Großinterstadial zwischen den beiden Teilen liegt die Travertinbildung von Vertesszöllös in Ungarn (KRETZOI & VÉRTES 1965). Aber auch z. B. die Winter-Hill-Terrasse bei London (WOOLDRIDGE 1938) wird man in diesen Zeitraum zu verlegen haben, ebenso wie die Hochterrasse der Somme (BREUIL & KOSLOWSKI 1931). Das Groß-Interstadial wird hier im Westen recht warm

gewesen sein. Das Interglazial von Cromer, das vor der Elster-Eiszeit liegt, ist ebenfalls durch eine kalte Phase zweigeteilt. Wohin die bisherigen Pollendiagramme (Cromer, Westerhoven, Bilshausen usw.) gehören, ist noch unsicher. Die davor liegende Günz (= Menapium)-Kaltzeit ist als einheitlich angenommen worden, obwohl wir dies, streng genommen, nicht wissen.

Die Waal-Interglazialzeit, die die Günz-Eiszeit von der vorhergehenden Donau (= Eburonium)-Eiszeit trennt, ist durch pollenanalytische Untersuchungen von H. ZAGWIJN (1960) insoweit bekannt, als sie ebenfalls durch eine kalte Phase unterteilt ist. Es folgt die Donau-Kaltzeit und davor die Tiglium (= Tegelen)-Interglazialzeit. Auch hier können wir einen Anhalt für die Gliederung aus den ZAGWIJN'schen Pollendiagrammen gewinnen. Schließlich trennt diese Interglazialzeit die Praetiglium (= Biber)-Kaltzeit von der Reuverstufe, die bereits ins Oberpliozän gestellt wird.

Hiermit ist in Holland die quartäre Schichtenfolge abgeschlossen. Aber es ist wahrscheinlich, daß an der Basis des Tigliums oder des Prätigliums eine Diskordanz vorhanden ist und daß davor noch eine Reihe von Faunen-Vorkommen liegen, die wahrscheinlich ebenfalls ins Quartär gehören. Sie werden als „Villafranchium-Faunen“ bezeichnet (VIRET 1954, KURTÉN 1963) und sind im allgemeinen durch das Zusammenvorkommen von *Elephas meridionalis* (unter Einschluß von *E. planifrons*) und *Mastodon* (*Anancus*) *arvernensis* (gelegentlich *M. borsoni*) gekennzeichnet. Zum Teil scheinen sie noch in den bisher betrachteten Raum des Tigliums und Prätigliums zu gehören. So tritt die Fauna von Leffe im unteren Teil des Tigliums auf.

Es ist wahrscheinlich, daß die Fauna von Saint-Vallier in den als Prätiglium (= Biber) bezeichneten Abschnitt gehört. In diesem wurde ein Löß gebildet, der später verhärtet wurde („Loess durci“; vgl. VIRET 1954). Er läßt zwei bis drei durch wärmere Abschnitte getrennte Phasen erkennen (BOURDIER 1961; BRUNNACKER 1966). Es ist bisher nicht sicher, ob die Fauna einheitlich ist oder aus verschiedenen Abschnitten stammt. Jedenfalls aber scheint sie ins Prätiglium zu gehören. Davor aber sind noch einige Faunen vorhanden, wie *Pardines*, *Roccaneyra*, *Étouaires* und andere, die ebenfalls von KURTÉN (1963) noch ins Quartär gestellt werden (vgl. auch BOUT 1960). Die beiden zuerstgenannten Faunen sollen „Interpluvialfaunen“ sein, *Étouaires* dagegen eine „Pluvialfauna“. Davor kämen wir endgültig ins Pliozän.

Die Kurve ist, das sei ausdrücklich hervorgehoben, keine Temperaturkurve. Eine solche ist sie höchstens für die Interglazialzeiten. In den Glazialzeiten soll auch die Ausdehnung der Inlandeise angedeutet werden, die sich durch Summierung der kalten Phasen bei den einzelnen Glazialen ergibt. Es ist nicht ohne weiteres sicher, daß der größten Ausdehnung eines Inlandeises allgemein auch die größte Kälte entspricht.

Unsere Darstellung ist auch nicht maßstabsgerecht. Sie mag etwa bis zum Cromer einigermaßen zutreffen. Vorher ist sie völlig willkürlich. Wahrscheinlich sind die Zeiträume, je älter sie werden, umso mehr verkürzt dargestellt. Das gilt besonders für den ältesten Abschnitt, vom Prätiglium ab rückwärts.

Es fragt sich nun: wie soll man den ganzen in dieser Kurve dargestellten Komplex gliedern? Eine Einteilung wie bisher in Ältestpleistozän (bis zum Beginn des Günz), Altpleistozän (Günz, Cromer und Mindel), Mittelpleistozän (Holstein und Riß) und Jungpleistozän (Eem und Würm) ist unlogisch und entspricht nicht dem heutigen Stand der Kenntnisse. Es sind die Begriffe „Alt“, „Mittel“ und „Jung“ neu zu definieren. Die ganze Kurve fängt mit einer Kaltzeit (bzw. „Pluvialzeit“) an, der jedesmal eine Warmzeit folgt. Sie besteht also aus einer Reihe von Zyklen, die aus Kaltzeit und Warmzeit bestehen. Es ist logisch, auch die Unterabschnitte mit einer Kaltzeit zu beginnen und mit einer Warmzeit enden zu lassen.

Zu derselben Einteilung kommt man aus anderen Überlegungen. Wenn man, wie in Nordamerika, mehrere Grundmoränen mit ihren charakteristischen Verwitterungsdecken

(„Gumbotils“) übereinander hat, dann wird man die Hauptgrenzen an die Oberkante der Verwitterungsdecken legen, nicht an die Unterkante. Denn dies ist erst eine Grenze 2. Ordnung. a, b und c (Abb. 1) seien die Grundmoränen des Kansans, Illinoians und Wisconsin mit ihren charakteristischen Verwitterungsdecken a_1 (Yarmouth), b_1 (Sangamon) und c_1 (Postglazialzeit), wie sie gelegentlich in Bohrungen übereinander angetroffen werden. Es ist klar, daß man die geologischen Grenzen 1. Ordnung oberhalb von a_1 und b_1 legen wird. Die Unterkanten von a_1 , b_1 und c_1 sind erst Grenzen 2. Ordnung. In Mitteleuropa hat man vielfach die Grenzen an die Unterkante der Interglaziale gelegt — ich selber habe dies auch getan — und Interglazialzeit und nächstes Glazial als einen zusammengehörigen Zyklus betrachtet. Aber zweifellos ist es richtiger, den Zyklus mit einem Glazial zu beginnen und mit einem Interglazial enden zu lassen.

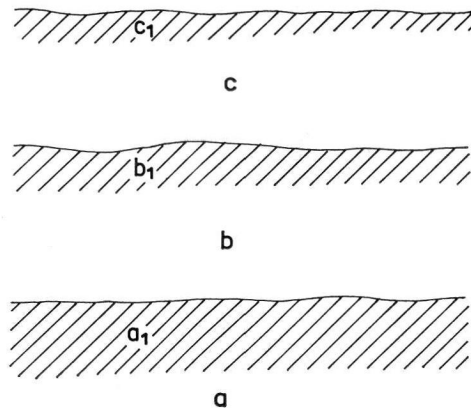


Abb. 1. Schematisches Profil durch die drei Grundmoränen des Kansans (a), des Illinoians (b) und des Wisconsin (c) mit ihren Verwitterungsdecken (a_1 , b_1 und c_1).

Wir lassen also das Jungquartär¹⁾ mit dem Beginn der Saale (= Riß)-Eiszeit anfangen. Es gehören dazu die Drenthe- und Warthe-Vereisung, die Eem-Interglazialzeit, die Würm-Eiszeit und die Postglazialzeit. Letztere kann nicht den Rang einer besonderen Formation beanspruchen — ein Standpunkt, den ich noch 1962 vertreten habe, den ich aber jetzt aufgeben muß —, sondern hat als zur Würm-Eiszeit gehörige Warmzeit höchstens den Rang einer Unterstufe.

Das Mittelquartär beginnt mit der Günz-Eiszeit und enthält Günz-Eiszeit, Cromer-Interglazialzeit, die beiden Mindel-Eiszeiten samt dem dazwischen liegenden Interstadial und die Holstein-Interglazialzeit. Das Altquartär enthält zunächst auch zwei Eiszeiten und zwei Interglazialzeiten, das Prätiglium (Biber), das Tiglium, die Donau-Eiszeit und die Waal-Interglazialzeit. Davor liegt mindestens eine Schwankung, die aus einer Pluvial- und einer Interpluvialzeit besteht und aus der wir die obengenannten Faunen haben.

Es enthält dabei das Altquartär in der Hauptsache den *Elephas* (*Archidiskodon*) *meridionalis* unter Einschluß des *E. planifrons*, von dem nicht feststeht, wie weit er in Mitteleuropa vertreten ist. Im ältesten Altquartär treten außerdem noch *Zygodon borsoni*, *Tapirus* und *Hipparion* als tertiäre Nachzügler auf. *Anancus arvernensis* ist sogar im größten Teil des Altquartärs noch vertreten. Das Mittelquartär wird durch *Elephas antiquus* charakterisiert. Es tritt zwar im Cromer-Interglazial auch noch *Archidiskodon*

¹⁾ Es sei dabei ausdrücklich hervorgehoben, daß „Pleistozän“ als Synonym für „Quartär“ anzusehen ist.

meridionalis auf. Aber er ist als Nachzügler des Altquartärs zu betrachten. Mit der Riß-Eiszeit tritt dann zuerst *Elephas primigenius* auf und geht bis ans Ende der Würm-Eiszeit. Zwar tritt auch wieder in der Eem-Interglazialzeit noch *E. antiquus* auf; aber auch er ist als ein Nachzügler aus der Holstein-Interglazialzeit zu betrachten. —

Das Alter der menschlichen Kulturen ist etwa vom Beginn der Mindel-Eiszeit an bekannt. Hier finden wir die ersten rohen Faustkeile („Chelléen“, „Abbevillien“). Die Winter-Hill-Terrasse bei London mit ihren etwas besseren Faustkeilen und die Hochterrasse der Somme wird man, ebenso wie das Vorkommen von Vertesszöllös, wie schon gesagt wurde, etwa in das große Interstadial Mindel I/Mindel II zu legen haben. Von der Holstein-Interglazialzeit ab werden die Faustkeile als „Acheuléen“ bezeichnet. Richtiger ist es, die ganze Folge als „Acheuléen“ zu bezeichnen, wie es z. B. BIBERSON (1962) tut. In der 2. Hälfte der Eem-Interglazialzeit tritt dann das Mousterium auf, das seinerseits etwa in der Mitte der Würm-Eiszeit vom Jüngerem Paläolithikum mit dem *Homo sapiens fossilis* abgelöst wird.

Auch die Stellung der fossilen Menschenreste ist in diesem Abschnitt einigermaßen bekannt. Swanscombe gehört in das Ende der Holstein-Interglazialzeit, Steinheim in deren Mitte. Wohin der *Sinanthropus* gehört, ist noch etwas unsicher. Während KAHLKE (1963) ihn in den Beginn der Holstein-Interglazialzeit stellt, halten KRETZOI & VERTES (1965) ihn für älter. Vielleicht ist er auch in das Interstadial Mindel I/Mindel II zu stellen. *Pithecanthropus erectus* gehört in den Beginn der Mindel-Eiszeit, eventuell auch Mauer mit dem „*Homo heidelbergensis*“. Ungefähr an dieser Stelle wurde auch der *Atlantropus* von ARAMBOURG (1955, 1956) gefunden mit seinen den Faustkeilen schon nahekommenen Sphäroiden.

Eine K/Ar-Bestimmung ergab für den *Pithecanthropus* ein Alter von 550 000 Jahren (VON KOENIGSWALD 1962). Er gehört, ebenso wie der Beginn der Faustkeilkulturen, an den Beginn der Mindel-Eiszeit. Wenn wir den Beginn des Faustkeils auf 500 000 bis 600 000 Jahre festsetzen, dürfte das ungefähr richtig sein. Davor liegen dann nach BIBERSON (1962) die Geröllkulturen, zunächst der Abschnitt der „Taille bidirectionelle“, d. h. der Abschnitt, in dem die Gerölle von zwei Seiten her bearbeitet wurden. BIBERSON nimmt für diese Zeit das Cromer-Interglazial und das Günzglazial in Anspruch. Für den Zeitraum der „Taille unidirectionelle“, der vorhergegangen sein soll, nimmt BIBERSON die Waal- und Eburon-Zeit an, so daß also die ältesten Geröllkulturen etwa vom Ende des Tigliums stammen würden. Es ist aber natürlich möglich, daß wir hier mit viel längeren Zeiträumen zu rechnen haben.

Wir kämen also für den Beginn des Mittelquartärs auf etwa 700 000 Jahre. Waal und Eburon sind vielleicht nochmal 100 000 Jahre lang. Welche Zeit wir für das Tiglium und Prätiglium zu rechnen haben, ist völlig unsicher — vielleicht 100 000 bis 200 000 Jahre. Wir kämen dann für den Beginn des Prätigliums auf etwa 800 000 — 900 000 Jahre. Noch unsicherer werden die Zahlen für den Raum des Interpluvials von Pardines und das Pluvial von Étouaires. Möglicherweise muß man hier noch mindestens 100 000 Jahre dazu rechnen, so daß man für den gesamten Zeitraum auf eine Million Jahre käme. Aber nehmen wir selbst $1\frac{1}{4}$ Millionen Jahre an — wo soll man aber Werte von $1\frac{3}{4}$ Millionen Jahren unterbringen, wie sie auf Grund von K/Ar-Bestimmungen für den „*Homo habilis*“ angegeben werden? Sie sind in der hier angegebenen Kurve nicht unterzubringen. D. h. entweder ist unsere Kurve zu kurz — oder der Wert von $1\frac{3}{4}$ —2 Millionen für die Menschheitsentwicklung ist zu groß.

Am ehesten ist noch anzunehmen, daß die bisherigen K/Ar-Bestimmungen nicht zuverlässig sind. Sie sind offenbar in ihrem Wert sehr ungleich. Manche sind sicher richtig. Eine Reihe von Bestimmungen aber sind mit Sicherheit falsch, so die für die Stillbay- und Proto-Stillbay-Kulturen in Südafrika. So sind hier noch weitere Bestimmungen abzuwarten.

Noch auf einen anderen Punkt aber müssen wir hier kurz eingehen. Wir können ähnliche Kurven für andere Gebiete zeichnen und zwar sowohl für die Südhalbkugel wie für die Tropen. Sie zeigen grundsätzlich das gleiche Bild. Eine Kurve für das Wanganui-Gebiet in Neuseeland (FLEMING 1953, 1956) zeigt in ihrem letzten Teil (Würm-Eiszeit und Postglazialzeit) eine absolute Übereinstimmung mit der europäischen und keine Phasenverschiebung um ca. 10 000 Jahre, wie sie nach der MILANKOVITCH-Kurve vorhanden sein müßte (und wie sie scheinbar vorhanden sind, wenn man die Kurven der Erdbestrahlung in recht kleinem Maßstabe zeichnet).

Nun wird neuerdings angenommen (EMILIANI & GEISS 1959, EMILIANI 1966), es seien im wesentlichen die Strahlungsdefizite, die die höheren Breiten der Nordhalbkugel nach MILANKOVITCH erleiden, die für die ganze Erde die Eiszeiten hervorrufen sollen. Es wird dabei ein Zyklus von etwa 40 000 Jahren angenommen. Das wäre etwa der Zyklus, in dem die Schiefe der Ekliptik schwanken soll. Ist die Schiefe der Ekliptik klein, dann bekommen zwar die höheren Breiten weniger Strahlung, die Tropische Zone dafür aber mehr. Die Eiszeiten müßten sich dann in den Tropen geringer ausgewirkt haben. Davon kann aber keine Rede sein, wie die ins einzelne gehenden Untersuchungen von VAN DER HAMMEN & GONZALEZ (1960, 1964) und von VAN ZINDEREN BAKKER (1962) zeigen. Es sei dabei ganz abgesehen von der Frage, ob überhaupt so geringfügige Strahlungsdefizite, wie sie in 65° NBr. von Zeit zu Zeit auftreten, geeignet sind, auf der ganzen Erde gleichzeitig eine Eiszeit hervorrufen.

Die Kurve zeigt ein langsames Ansteigen der Intensität des Ausschages, d. h. eine Zunahme der Kälte der „Eiszeiten“. Erst sind es nur Unterschiede in der Pluvialität, ohne daß es zu ausgeprägten Eiszeiten käme. Solche treten erst im Mittel- und Jungquartär auf. Das Maximum scheint in den Mindel- und Riß-Eiszeiten vorhanden zu sein. Die Würm-eiszeit scheint schon wieder etwas geringer zu sein. Es ist möglich, daß wir im ganzen Eiszeitalter das Maximum überschritten haben, daß aber noch mehrere Eiszeiten mit abnehmender Intensität folgen werden.

Schriften-Nachweis

- ARAMBOURG, C.: Une découverte récente en paléontologie humaine, l'*Atlanthropus* de Ternifine (Algérie). *Quaternaria* 2, 5-13, Roma 1955. - - Une 3-ème mandibule d'*„Atlanthropus“* découverte à Ternifine. *Ibid.* 3, 1-4, Roma 1956.
- BIBERSON, P.: L'évolution du Paléolithique Marocain dans le cadre du Pleistocène Atlantique. *Quaternaria* 6, 177-205, Roma 1962.
- BOURDIER, F.: Le Bassin du Rhône au Quaternaire. Thèse, 2 Bde., Paris 1961.
- BOUT, P.: Le Villafranchien du Velay. 344 S., Le Puy 1960.
- BREUIL, H. & KOSLOWSKI, L.: Étude de stratigraphie paléolithique dans le Nord de la France. *L'Anthrop.* 41, 449-488, Paris 1931.
- BRUNNACKER, K.: Vortrag auf der Tagung der „Deutschen Quartärvereinigung“, August 1966.
- EMILIANI, C.: Paleotemperature analysis of Caribbian cores P 6304-8 and P 6304-9. *J. Geol.* 74, 109-126, Chicago 1966.
- EMILIANI, C. & GEISS, J.: On glaciations and their causes. *Geol. Rdsch.* 46 (1957), 576-601, Stuttgart 1959.
- EVERNDEN, J. F. & CURTIS, G. H.: The Potassium-Argon dating of Late Cenozoic rocks in East Africa and Italy. *Current Anthrop.* 6, 343-385, Chicago 1965.
- FLEMING, C. A.: The geology of Wanganui Subdivision. New Zealand Geol. Survey, Bull. N. S. 52, Wellington 1953. - - Quaternary Geochronology in New Zealand. Act. IV. Congr. Inqua 925-930, Roma 1956.
- HAMMEN, Th. VAN DER, & GONZALEZ, E.: Holocene and Late Glacial climate and vegetation of Paramo de Palacio (Eastern Cordillera, Columbia, South America). *Geologie en Mijnb.* 39, 737-745, 1960. - - A pollen diagram from the Quaternary of the Sabana de Bogotá (Colombia). *Ibid.* 43, 113-117, 1964.
- KAHLKE, H.-D.: Zur chronologischen Stellung der Choukoutien-Kultur. *Alt-Thüringen* 6, 22-41, Weimar 1963.

- KOENIGSWALD, G. H. R. VON: Das absolute Alter des *Pithecanthropus erectus* DUBOIS. Evolution und Hominisation (Festschr. G. HEBERER), 112-119, Stuttgart 1962.
- KOPP, E. & WOLDSTEDT, P.: Über den Charakter der Wärmezeit zwischen Drenthe- und Warthe-Stadial in Norddeutschland. Eisz. u. Gegenw. **16**, 37-46, Öhringen 1965.
- KRETZOI, M. & VÉRTES, L.: Upper Biharian (Intermindel) Pebble-industry occupation site in Western Hungary. Current Anthrop. **6**, 74-87, Chicago 1965.
- KURTÉN, Björn: Chronology and faunal evolution of the earlier European glaciations. Soc. Sci. Fenn., Comment. Biol. **21**, 5, 62 S., Helsingfors 1960. - - Villafranchian faunal evolution. Ibid. **26**, 3, 18 S., 1963.
- MACOUN, J., ŠIBRAVA, V., TYRÁČEK, J. & KNEBLOVÁ-VODIČKOVA, V.: Kvartér Ostravska a Moravské brány. 341 S., Praha 1965.
- VIRET, J.: Le loess à bancs durcis de Saint-Vallier (Drôme) et sa faune de mammifères villafranchiens. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, **4**, Lyon 1954.
- WOOLDRIDGE, S. W.: The glaciation of the London Basin. Quart. J. geol. Soc. **94**, 627-667, London 1938.
- ZAGWIJN, W. H.: Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene vegetation in the Netherlands. Proefschrift Leiden 1960.
- ZINDEREN BAKKER, E. M. VAN: Cherangani Hills, Kenya, radiocarbon date. Current Anthrop. **3**, S. 228, Chicago 1962. - - A pollen diagram from Equatorial Africa, Cherangani, Kenya. Geol. en Mijnb. **43**, 123-128, 1964.

Manusk. eingeg. 15. 10. 1966.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. P. Woldstedt, 53 Bonn, Am Buchenhang 12.