

## Der gegenwärtige Stand der Geochronologie des Spätpleistozäns in Mittel- und Westeuropa

von *Hugo Gross, Bamberg*

Von den festländischen Ablagerungen hat bekanntlich der äolische Löß am augenfälligsten den Klimawandel des Eiszeitalters in großen Zügen registriert (1): der gelbliche primär kalkhaltige Löß ist in den kaltariden Stadialen abgelagert; in den subarktischen bis kühl-temperierten semihumiden Interstadialen und den warm-temperierten sehr humiden Interglazialen wurde die Bildung und Ablagerung von Löß lange unterbrochen und auf der jeweiligen Landoberfläche durch verschieden starke Verwitterung ein interstadialer bzw. interglazialer fossiler Boden erzeugt, der im darauf folgenden Stadial durch Löß begraben wurde. Die vorwiegende Hanglage des Lösses erleichterte aber oft Denudation und Umlagerung durch Hangabspülung und Solifluktion, so daß auch die jüngsten Lößprofile längst nicht immer vollständig sind, am ehesten noch in besonders ariden Gebieten wie im östlichen Niederösterreich.

Das dortige klassische spätpleistozäne Löß-Profil (2) hat folgenden Aufbau (nach dem Vorbild von V. Ložek: arabische Ziffern für unverwitterte stadiale Schichten, römische für die begrabenen Böden; J. L. = Jüngerer Löß):

1. J. L. IIb (oder III) von W III mit rezenter Verwitterungsrinde,
- I. interstadialer Paudorfer Boden von W II/III, Verwitterungsrinde von J. L. II,
2. J. L. IIa (oder II) von W II,
- II. interstadialer Göttweiger Boden von W I/II (3) mit Verwitterungsrinde von J. L. I,
3. J. L. I von W I,
- III. letztinterglazialer Kremser Boden von R/W = Eem, Verwitterungsrinde des Älteren Lösses nach Riß/Saale II.

Die Abkürzungen W I–III von Soergel bezeichnen die Hauptphasen der Bildung und Ablagerung von Löß in der letzten Eiszeit (W = Weichsel, Würm), aber seine Konnektierung dieser Phasen mit Moränen und den drei letzten Kältezacken der Sonnenstrahlungskurve von Milankovitch müssen auf Grund moderner Datierungen seit langem abgelehnt werden. Der letztinterglaziale Boden III ist durch das Vorkommen der letzten Banatica-Fauna (Äquivalent der letzten Antiquus-Fauna) gekennzeichnet (4), ebenso durch das Fehlen von Celtis-Steinkernen. Selbstverständlich hat Soergel mit seinem W I eine Frühweichsel-(Frühwürm-)Phase und nicht ein Spätsaale-(Spätriß-)Stadial gemeint; er hat sein W I nur deswegen mit den Warthe-Moränen konnektiert, weil sie damals und noch jahrelang später von der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin der Weichsel-Eiszeit zugewiesen waren.

Ein geologischer Beweis (auf Grund der Terrassenmorphologie) für die Richtigkeit der obigen Löß-Chronologie war bisher in Niederösterreich, wo so viele Löß-Profile von F. Brandtner (5) und J. Fink (6) untersucht worden sind, in der entscheidenden trockenen Lößlandschaft (im Osten) nicht möglich und im Übergangsbereich zur feuchten Lößlandschaft fraglich geworden, nachdem dafür Willendorf (7) ausgefallen und Wieandstal (8) unsicher geworden ist.

Daher ist von größter Wichtigkeit, daß erstmalig eine zuverlässige terrassenmorphologische Datierung von Lößpaketen in dem thüringischen Becken, das klimatisch (in Bezug auf Aridität und Wärme) mit dem kontinentaleren östlichen Niederösterreich vergleichbar ist, und seinem humideren Randgebiet durch Verknüpfung von 2 saaleiszeitlichen Hochterrassen-Stufen (Mittelterrasse I von Frühsaale = Drenthe und Mittelterrasse II von Spätsaale = Warthe) mit glazigenen Bildungen der Saale-Eiszeit durch die Geologen R. Ruske und M. Wünsche (9) sowie K. P. Unger und D. Rau (10) möglich gemacht worden ist. Letztere fanden: auf der höheren (also älteren) Mittelterrasse I liegt in der Ziegeleigrube von Kahla ein Lößpaket mit drei pedologisch deutlich verschiedenartigen fossilen Böden: unten der eemzeitliche Kremser, darüber der Göttweiger und dann als jüngster der durch Vergleyung undeutlich gemachte Paudorfer Boden. Auf der unteren (also jüngeren) Mittelterrasse II der Ziegeleigrube Körner bei Mühlhausen liegen eemzeitliche fossilführende fluviatile Sedimente (in gleicher terrassenmorphologischer Situation wie die eemzeitlichen Travertine von Weimar) und darüber ein Lößpaket mit dem Göttweiger und Paudorfer Boden, also weichseleiszeitlicher Löß! Folglich: der Göttweiger fossile Boden ist nicht eemzeitlich, sondern die Bildung eines weichseleiszeitlichen Interstadials, die obige Löß-Chronologie von Soergel (ohne seine Konnektierungen mit Moränen und Strahlungskurve) richtig, und Löß eines bestimmten Stadials wird nur auf Bildungen (Terrassen und Moränen) eines älteren Stadials, auf fossilen Böden oder älteren Bildungen abgelagert.

Schon A. Penck und E. Brückner (11) haben oft darauf hingewiesen, daß auf der Niederterrasse und Moräne von (Haupt-)Würm kein (Haupt-)Würmlöß in primärer Lagerung vorkommt. Daß die für das weichseleiszeitliche Periglazial in Thüringen gemachten lößchronologischen Befunde auch für das würmeiszeitliche gelten, geht aus den Untersuchungen von K. Brunnacker (12) im Regensburger Trockengebiet mit 2 rißeiszeitlichen Hochterrassen-Stufen hervor: auf der höheren Hochterrassen-Stufe 3, auf der tieferen nur 2 fossile Böden, nur ist sein „R/W“ das Göttweiger Interstadial und sein „Altriß/Jungriß-Interglazial“ das R/W-Interglazial. Auf Rißmoräne mit Verwitterungsrinde (R/W!) fand E. Brückner (13) östlich von Tittmoning bei Aschau, Feldkirchen und Gampern im Gebiet des würmeiszeitlichen Salzach-Gletschers Löß, der großenteils von (Haupt-)Würm-Moräne dicht innerhalb der äußersten Jungendmoräne bedeckt war. Noch länger bekannt ist zwischen Riß- und Würm-Moräne dicht außerhalb der äußersten Jungendmoräne der Löß bei Bianne östlich von Lyon (14), den Penck in seinen Endabschnitt Prae-Würm des R/W-Interglazials gestellt hat. Da diese Zeit aber nach unseren heutigen Kenntnissen sehr humide war (Hauptbildungszeit der Schieferkohlen!), kann Pencks „Prae-Würm-Zeit“ nur die Hauptbildungs und -ablage-

rungszeit des Jüngeren Lösses I von W I (Früh- oder Altwürm) sein; die diesem Löß zeitlich entsprechende Moräne muß erfahrungsgemäß recht weit entfernt abgelagert sein, und zwar innerhalb der Alpen, denn tiefe Aufschlüsse zeigen weder im oberen Isar-Tal (15), noch im Brunnbach-Seitental der Salzach (16), noch im bayerischen Alpenvorland unter der Hauptwürm-Moräne mit Vorstoß-Schotter eine ältere Würm-Moräne. Die genannten Löß-Vorkommen zwischen Riß- und Würm-Moräne beweisen also ebenfalls eine Zweiteilung der Würm-Eiszeit.

Im Gegensatz zu F. Brandtner (3) hält J. Fink seit langem die „Verlehmungszone“ seines Stillfried A-Komplexes, der mit dem Fellabrunner Komplex fossiler Böden des W I/II-Interstadials von F. Brandtner identisch ist, für letztinterglazial (R/W) und das darauf liegende Paket geringmächtiger wechsellagernder Löß- und Schwarzerde-Zonen für Frühwürm mit kleinen Wärme-Oszillationen. J. Fink (17) begründet seine Zuweisung der Göttweiger „Verlehmungszone“ zum R/W mit dem Hinweis, daß diese auf der Hochterrasse (Riß) liege. J. Fink nimmt aber nur eine rißeiszeitliche Hochterrassenstufe an. Auf sie kann aber kein Rißlöß gefallen sein, aus dem eine letztinterglaziale „Verlehmungszone“ entstanden sein müßte. Da der Löß im Hohlweg von Göttweig-Furth (locus typicus!) nur zwei „Verlehmungszonen“ (die Göttweiger und Paudorfer) aufweist wie die tiefere Hochterrassenstufe in Thüringen und im Regensburger Trokenengebiet, kann die Göttweiger „Verlehmungszone“ auch am locus typicus doch nur aus Jüngeren Löß I von W I im Interstadial W I/II entstanden sein. Interessant ist, daß E. W. Guenther (18) mit seiner feinstratigraphischen Lößuntersuchungs-Methode, die leider keine Unterscheidung von interstadialen und interglazialen Böden im Löß ermöglicht, im Stillfried A-Komplex (mit 7 Schichten!) in Stillfried a. d. March nur zwei Böden feststellen konnte!

Die hartnäckigen Versuche von J. Fink (19), mit allen Mitteln zu beweisen, daß die Göttweiger „Verlehmungszone“ im R/W (Eem) entstanden sei, gehen auf den ebenfalls Wiener Urgeschichtler J. Bayer (20) zurück, der aus dem R/W-Interglazial, das merklich länger als das Postglazial und merklich wärmer und humider als das postglaziale Klima-Optimum war, die „Aurignac-Schwankung“ gemacht hat, in die er die Göttweiger „Verlehmungszone“ stellte. Nun sind nur im Jüngeren Löß IIa + IIb (= II + III) über ihr jungpaläolithische und nur im Jüngeren Löß I unter ihr mittelpaläolithische (typische Moustérien-)Kulturhinterlassenschaften gefunden worden. P. Woldstedt (21) und F. Brandtner (22) u. a. haben darauf eindringlich hingewiesen, daß bei den zahllosen Ausgrabungen spätpleistozäner Kulturschichten niemals zwischen Jung- und Mittelpaläolithikum ein Interglazial festgestellt worden ist. Auch dieses entscheidende Argument ist von J. Fink und seinen Anhängern (zu denen seit 1962 auch bedauerlicherweise P. Woldstedt gehört), die es natürlich nicht widerlegen können, einfach ignoriert worden.

Aber auch namhafte tschechische Forscher wie J. Kukla, V. Ložek und Q. Záruba (23) haben das genannte Argument nicht beachtet; sie fassen seit 1959 ihre Bodenkomplexe

<sup>1</sup> Nach F. Brandtner eigentlich nur eine Entkalkungszone.

(PK) III (Eem, R/W, mit voll entwickeltem Lessivé-Boden und letzter Banatica-Fauna in ihrem Verband + W I) und II (Göttweiger Interstadial + W II), weil sie mehrfach in Böhmen (z. B. in Sedlec) und Mähren (z. B. in Unter-Wisternitz) ausnahmsweise nur durch eine sehr dünne Lößlage von einander getrennt sind, zu einem Komplex zusammen, den sie mit dem österreichischen Stillfried A-Komplex identifizieren: die Göttweiger „Verlehmungszone“ soll das R/W, die 2–3 Humuszonen auf ihr das Göttweiger Interstadial und die dünne trennende Lößlage Jüngerer Löß I von W I sein. Da aber ihr Pedokomplex II aus 2–3 Humuszonen und einer basalen primär entkalkten, aber nicht vollkommen lessivierten „Verlehmungszone“ (aus W I-Löß) besteht, ist er schon für sich allein der österreichische Fellabrunn-(Stillfried A-)Komplex. Die sehr geringe Mächtigkeit ihres W I-Lösses ist (wie auch die thüringischen Löß-Profile zeigen) eine Ausnahme, die auf Denudation beruhen muß, denn W I (Altweichsel, Altwürm) muß eine recht lange Dauer gehabt haben, da sich in dieser Zeit aus dem eemzeitlichen Prä- und Altmoustérien (z. B. der Weimarer Travertine) das Moustérien typique entwickelt hat und in die erste Hälfte von W I (Soergel) zwei Interstadiale fallen. Daher stellen B. Klíma, J. Kukla, V. Ložek und Hl. de Vries (24) auf Grund ihrer sehr eingehenden Untersuchung der Lößprofile der Ziegelei Unter-Wisternitz folgerichtig den Jüngerer Löß I von W I der österreichischen Profile ins jüngere Riß, begehen damit aber den Fehler, daß sie zwischen Jung- und Mittelpaläolithikum (Moustérien) ein Interglazial annehmen.

Aus dieser Sackgasse kann uns nur die C<sup>14</sup>-Datierung heraushelfen. Da das älteste C<sup>14</sup>-Datum (25) 67 000 v. h. ist (gemessen für das erste Interstadial der Wisconsin-Eiszeit) und C<sup>14</sup>-Daten älter als 53 000 v. h. bekanntlich Minimumdaten sind, muß das Ende von R/W, also der Beginn der letzten Eiszeit bei mindestens 75 000 v. h. liegen; nach der Pa<sup>231</sup>/Th<sup>230</sup>-Messung spätpleistozäner Tiefsee-Bohrkerne (26) ist die Zeitstellung ca. 85 000 v. h. anzunehmen. Das „kalte“ Moustérien von Lebenstedt hat das endgültige C<sup>14</sup>-Datum Gro-2083: 55 000 ± 1000 v. h., ist also würmeiszeitlich!

Nach F. Brandtner (27) liegt in Österreich das Aurignacien knapp über seinem Fellabrunner Bodenkomplex des W I/II-Interstadials; die Kulturschichten Willendorf II, 4 bzw. 5 haben ein C<sup>14</sup>-Alter von 31 840 ± 250 (Aurignacien) bzw. 32 000 ± 3000 Gravettien dicht über 4. Der Fellabrunner Bodenkomplex in Oberfellabrunn ist von Hl. de Vries (28) mit der C<sup>14</sup>-Methode durchdatiert worden. Für die obere (aus den beiden letzten verschmolzene) Humuszone maß er ein Alter von ca. 37 600, für die unterste von ca. 42 000 C<sup>14</sup>-Jahren; die Göttweiger „Verlehmungszone“ konnte nicht datiert werden, da sie zu wenig Humus enthielt, obwohl ihr die unterste Humuszone unmittelbar auflag. Brandtner (29) schätzt das Alter der jüngsten (dritten) Humuszone auf ca. 34 000 Jahre. Aber für die Zeit von ca. 34 000 bis mindestens ca. 30 500 v. h. ist noch ein interstadielles Klima erwiesen (H. L. Movius 30), teils auf Grund der Höhenlage so datierter Schichten (z. B. Olschewien in der Potočka-Höhle in 1700 m ü. d. M.), teils auf Grund einer interstadialen Mischfauna wie in Willendorf II, 4 um 32 000 v. h., ein C<sup>14</sup>-Datum, das in Oberfellabrunn für die basale Schicht (Probe 3) des Jüngerer Lösses II gemessen worden ist, die also noch genügend Humus enthielt (Löß-Steppe!). Das

Interstadial W I/II endete also mindestens 2000 Jahre nach der Ausbildung des Fella-brunn-(Stillfried A-)Komplexes, eine hinsichtlich der Löß-Stratigraphie unbequeme Tatsache, die man aber wohl oder übel in Kauf nehmen muß, da die Gliederung des Pleistozäns nur auf paläoklimatologischer Grundlage ausgeführt werden kann und muß.

1959 hat nun Hl. de Vries (31) erstmals eine sehr wichtige Holzkohle-Probe nach F. Brandtner (32) aus dem basalen Teil der stark denudierten Göttweiger „Verlehmungszone“ im Löß-Profil von Senftenberg (Niederösterreich), die nach der bisher üblichen Vorbehandlung mit stark verdünnter Natronlauge das C<sup>14</sup>-Datum 48 300 + 2000 v. h. geliefert hatte, viel schärfer chemisch vorbehandelt und für sie ein Alter von mehr als 54 000 Jahren erhalten. Er hat 1959 eine Probe aus der oberen Humuszzone von Oberfellabrunn mit konzentrierterer NaOH-Lösung vorbehandelt, wodurch sie ca. 4400 Jahre älter wurde; er erklärt das folgendermaßen (33):

„Das war wohl merkwürdig. Nun war die Extraktion ein bißchen anders gemacht (größere Konzentration der Lauge wie auch für Unterwisternitz). Dadurch ging weniger Löß in kolloidale Lösung. Dieser Löß bindet Fulvosäuren, wenn Säure zugefügt wird, um Humus zu präzipitieren. Zusammengefaßt: In der ersten Messung waren Fulvosäuren zum Humus gemischt, später nicht. Nun habe ich die Extraktion wiederholt und die Fulvosäuren separat gemessen. Alter der Fulvosäuren ist 32 000, also bestimmt jünger als der Humus. Die Fulvosäuren sind teilweise Dekompositionsprodukte der rezenten Wurzeln, wodurch das jüngere Alter erklärt wird. Das Alter von 48 000 des Humus ist gewiß auch noch zu jung. Für Unterwisternitz werde ich jetzt auch die Fulvosäuren messen.“ (N. B.: dazu ist es nicht mehr gekommen.)

Wenn die Fulvosäuren von Oberfellabrunn 32 000 Jahre alt waren, können sie natürlich nicht von rezenten Wurzeln stammen, gemeint sind sicher jüngere Wurzeln! Nach dem Bodenkundler A. Stebutt (34) sind die Fulvosäuren im Humus Produkte einer höheren Stufe der Zersetzung organischer Substanz und wie die Huminsäuren des Humus in Natronlauge löslich, aber aus dieser Lösung nicht wie die Huminsäuren durch Säuren ausfällbar. Wie Hl. de Vries sie trotzdem abscheiden und mit der C<sup>14</sup>-Methode datieren konnte, hat er leider nicht angegeben. Solange die stets „älter“ machende Wirkung dieser neuen Art der Vorbehandlung nicht an Humusproben und prä-historischen Holzkohleproben von bekanntem Alter (etwa aus dem Alleröd) geklärt ist, muß man die C<sup>14</sup>-Daten vorziehen, die nach der bisher üblichen Art der Vorbehandlung (mit stark verdünnter Natronlauge) gemessen sind<sup>3</sup>. Das wahre (genaue) Alter der mit dieser Methode datierten Proben kennen wir leider nicht, sondern nur den Zeitraum, in dem es liegen soll. Aber auch die neue Art der Proben-Vorbehandlung ändert nichts am mittelwürmzeitlichen Alter des Fellabrunner Bodenkomplexes in Oberfellabrunn; da seine obere Humuszzone dadurch nicht älter als 55 000 C<sup>14</sup>-Jahre geworden ist, kann sie nicht aus dem langen Brörup-Loopstedt-Interstadial stammen, das nach der C<sup>14</sup>-Datierung um 59 000 v. h., nach der Protoaktinium-Methode um 70 000 v. h.

<sup>2</sup> Für die Horizontierung einer Probe für die C<sup>14</sup>-Messung ist nur der Sammler maßgebend, in diesem Falle also F. Brandtner und nicht trotz wiederholter Aufklärung sein Kollege J. Fink!

<sup>3</sup> Bis Probe Gro-2091 im November 1959.

liegt; folglich kann dann auch die Göttweiger „Verlehmungszone“ nicht eemzeitlich (ca. 105 000–85 000 v. h.) sein. Die neue Würmeiszeit von K. Brunnacker (35) ist also wieder falsch definiert.

Mit Hilfe starker Natronlauge wurde auch am berühmten stratigraphisch und archäologisch vorbildlich von B. Klíma, J. Kukla und V. Ložek untersuchten Löß der Ziegelei Unterwisternitz die klassische spätpleistozäne Löß-Chronologie im Sinne von Soergel scheinbar widerlegt. Im Hauptprofil (36) wurden 7 Schichten durch C<sup>14</sup>-Messung in Groningen datiert. Für die Paudorfer Bodenbildung (mit Gravettien) wurden die C<sup>14</sup>-Daten 28 100 ± 380 und 28 900 ± 300 v. h. gemessen, während früher (nach Vorbehandlung der Proben mit sehr verdünnter Natronlauge) das Datum 25 600 ± 170 v. h. (37), im nahen Pollau 24 800 ± 150 v. h. gemessen war. Nimmt man als besseres C<sup>14</sup>-Datum das neue [ca. 30 000 wie auch für Stillfried B nach J. Fink (38)], so bleibt äußerst wenig Zeit für die Bildung und Ablagerung des Jüngeren Löß II von WII übrig, der in Aggsbach allerdings fast fehlt, aber im nahen Willendorf und Göttweig mehrere Meter mächtig ist. Die C<sup>14</sup>-Daten zwischen 34 000 und 30 000 v. h., die größtenteils an Holzkohle gemessen sind, die nicht mehr vorhanden ist, können nicht mehr mit der neuen Art der chemischen Vorbehandlung der Proben nachgeprüft werden; diese muß daher abgelehnt werden. C<sup>14</sup>-Daten sind nur dann mit einander vergleichbar, wenn sie nach gleicher Proben-Vorbehandlung gemessen wurden; es muß auch die Stratigraphie und die relative Chronologie berücksichtigt werden.

Der untere 4 m mächtige dreifache Humusboden-Komplex, der sich auf dem Abhang zu einem einzigen vereinigt, ist in Unterwisternitz von F. Brandtner (39) für seinen Fellabrunner, von J. Fink (40) für seinen Stillfried A-Komplex gehalten worden, ebenso von den genannten tschechischen Forschern. Für diese Parallelisierung sprach letzteren auch die Auffindung eines Abschlags aus einem Material, das nach B. Klíma für die ältere Phase des mährischen Aurignacien so bezeichnend ist, in einem Niveau, das dem Horizont 10,5 m im Hauptprofil etwa 0,70 m über dem obersten mehr als 55 000 C<sup>14</sup>-Jahre alten Humusboden des angeblichen Stillfried A entsprechen soll, also in ähnlicher Situation wie das Aurignacien in Willendorf. Der Fundhorizont liegt aber 1,30 m unter einer mehr als 52 000 C<sup>14</sup>-Jahre alten Schicht, während das älteste mährische Jungpaläolithikum nach K. Valoch (41) ca. 33 000 C<sup>14</sup>-Jahre alt ist. Dieser Abschlag spricht daher (wie die Verteilung der 7 C<sup>14</sup>-Daten im Hauptprofil) dafür, daß dieser Löß, wie früher schon verschiedene Forscher festgestellt hatten, stark verrutscht und umgelagert ist. Der oberste und der unterste Humusboden des angeblichen Stillfried A von Unterwisternitz sind älter als 55 000 C<sup>14</sup>-Jahre; im Verband des untersten sind von V. Ložek Reste einer interglazialen Schneckenfauna gefunden, seine Verlehmungszone ist ein voll entwickeltes Lessivé nach J. Kukla, der unterste Boden ist also tatsächlich letztinterglazial. Da die beiden anderen auch älter als 55 000 Jahre sind, können sie nicht mit den beiden Humuszonen von Oberfellabrunn parallelisiert werden (s. oben), sie sind am ehesten die beiden ersten Würm-Interstadiale. Es fehlt hier also offenbar der wahre österreichische Fellabrunn-(Stillfried A-)Komplex, das Lößpaket mit ihm ist höchst wahrscheinlich in der recht humiden Zeit am Schluß seiner

Bildung abgerutscht. Leider ist also dieses Profil nicht ein Eckpfeiler der spätpleistozänen Stratigraphie Mitteleuropas.

Das einzige mir bekannte vollständige sicher spätpleistozäne Löß-Profil haben G. Haase und H. Richter (42) von der Steilküste des Schwarzen Meeres, 2,5 km nördlich vom Hafen von Constanza, beschrieben: auf einem älteren Löß, der beim letztinterglazialen Höchststand des Meeresspiegels (+ 1–6 m) umlagert worden ist<sup>4</sup>, liegt ein fast 25 m mächtiges Lößprofil mit einem meist dreigeteilten 4,5 m mächtigen alten Bodenkomplex B<sub>D</sub>, der daher in die zweite Hälfte des R/W gestellt wird. Nach der Beschreibung ist aber m. E. nur sein unterster mächtigster Teilboden aus extremem Rotlehm letztinterglazial, das Übrige ist Altwürm-Löß mit dem ersten (aus Lehm) und dem zweiten (aus Rotlehm) Interstadial. 5 m höher liegt ein 2 m mächtiger doppelter Bodenkomplex B<sub>C</sub>, der mit der Göttweiger Bodenbildung parallelisiert wird, weiter 6 m höher ein ebenfalls doppelter Bodenkomplex B<sub>B</sub>, der mit dem Paudorfer Boden parallelisiert wird, und nach weiteren 6 m eine 0,5 m mächtige jüngere Bodenbildung B<sub>A</sub>. Die Autoren, die diese Parallelisierungen als vorläufige Arbeitshypothese bezeichnen, betonen die verblüffende Übereinstimmung mit niederösterreichischen Lößprofilen.

In West- und Mitteleuropa ist im Jüngeren Löß I an mehreren Stellen nach K. Valoch und F. Bordes (43) eine interstadiale Lehmschicht gefunden worden, die vermutlich ins Brörup-Loopstedt-Interstadial gestellt wird. Zwei derartige Lehmschichten im Jüngeren Löß I hat F. Brandtner (44) im Lößprofil von Senftenberg festgestellt, sie vermutlich mit den beiden ersten Interstadialen der Letzten Eiszeit parallelisiert, trotzdem aber mit seinem letztinterglazialen Kremser Boden zum Kremser Bodenkomplex des R/W (Eem) zusammengefaßt. Das ist zweifellos unzulässig, da das Eem-Interglazial nach W. H. Zagwijn (45) am locus typicus keinen Wechsel von kühlen und warmen Oszillationen in seiner zweiten Hälfte erkennen läßt; das ist bei der Parallelisierung der spätpleistozänen Paläotemperatur-Kurve von C. Emiliani (46) mit dem von F. Brandtner l. c. interpretierten Lößprofil von Senftenberg zu beachten.

Zu dem Komplex mittelwürmzeitlicher fossiler Böden im Löß dürfte als ältester wohl der Erkelenzer Boden im Niederrhein-Gebiet gehören, für den nach W. Paas (47) in Groningen (ohne Angabe der Konzentration der benutzten Natronlauge) die C<sup>14</sup>-Daten Gro-2675: 48 500 ± 1600 und Gro-2677: 50 000 ± 2000 v. h. ermittelt sind (nicht über 30 000, wie W. Paas meint, sondern über 53 000 Jahre alte C<sup>14</sup>-Daten sind Minimumdaten!). Es liegen also zwischen rund 50 000 und 31 000 v. h. im Löß einige interstadiale Böden, die mit Schichten eines kälteren Klimas wechsellagern; daher ist es besser, nicht von einem Göttweiger Interstadial, sondern von einem Göttweiger Interstadial-Komplex zu sprechen (48) oder von einem Göttweiger oder Mittelwürm-Interpleniglazial (zwischen den beiden langen hochglazialen Stadien im Alt- und Hauptwürm).

Es gibt also bisher keinen einwandfreien wissenschaftlichen Beweis dafür, daß die

<sup>4</sup> Nach briefl. Angabe von Herrn Dr. H. Richter; er teilte mir ferner mit, daß nach neuester Ansicht sowjetischer Geologen die Transgression (Karangat-Stadium) im M/R erfolgt sein soll, wogegen aber m. E. ihr sehr geringer Betrag spricht.

auf Soergels bereinigte und ergänzte Interpretation des spätpleistozänen Lößprofils zurückgehende Geochronologie des Spätpleistozäns falsch ist. P. Woldstedt (49) hat nicht bedacht, daß die Zuweisung der Göttweiger „Verlehmungszone“ des Fellabrunn-(Stillfried A-)Komplexes zum R/W-Interglazial zu seinen zweifellos richtigen Argumenten in Eiszeitalter und Gegenwart 7, 1956, S. 79–81, in krassem Widerspruch steht, denn wenn die Göttweiger „Verlehmungszone“ ins R/W gestellt wird, rückt das Moustérien typique ins Spättriß und wird vom Jungpaläolithikum durch ein Interglazial getrennt.

Da die „Vollgliederung“ (die inzwischen eine Großgliederung geworden ist) des Spätpleistozäns von W. Soergel selbstverständlich paläoklimatologisch begründet ist, hat er ausdrücklich ihre Anwendbarkeit auch auf die übrigen spätpleistozänen Bildungen mit paläoklimatischem Aussagewert (Terrassen, Moränen, Höhlensedimente u. a.) für gegeben erachtet, was manchen Quartärforschern unbekannt geblieben zu sein scheint. Für ihre Konnektierung mit der Löß-Stratigraphie und -Chronologie ist natürlich die relative Chronologie (also die Stratigraphie), der gleiche paläoklimatische Aussagewert und die C<sup>14</sup>-Datierung (nach Vorbehandlung der Proben mit verdünnter Natronlauge wie vor November 1959) maßgebend.

In den posteemzeitlichen Sedimenten von Abris und Höhlen, die vom spätpleistozänen Menschen begangen worden sind, hat die Sedimentanalyse (50), verbunden mit archäologischer, paläofaunistischer und paläofloristischer Untersuchung, z. B. von L. F. Zotz und Mitarbeiter in den Weinberg-Höhlen (51), ergeben, daß auf das Micoquien und Moustérien eine Periode folgte, deren Klima nicht durchgehend hochglazial, wenn auch kühl war, wofür die Beimischung von Frostbruchschutt in der Hauptfundsicht der Höhlenbärenknochen spricht; die umstrittene ca. 20 cm mächtige Höhlenlehmschicht in diesem Schichtstoß stammt wahrscheinlich aus der Zeit von (mindestens) 34 000 bis 32 000 v. h. wie das Châtelperronien in Frankreich und das Aurignacien und Olschewien im östlichen Mitteleuropa, während in Frankreich nach H. L. Movius (52) die Begleitfauna des Aurignacien I für ein viel kälteres Klima um 32 000 und 31 000 v. h. spricht (Einfluß der maritimen Klimatönung?). Für die Zeit von 31 000 bis 30 370 v. h. hat A. Leroi-Gourhan (53) durch pollenanalytische Untersuchung von datierten Höhlensedimenten eine kurze Wärmeschwankung (Arcy-Interstadial) festgestellt, für das Châtelperronien eine schwächere Erwärmung von ca. 37 000 bis 32 500 v. h., eine kurze Wärmeschwankung um 38 500 v. h. und eine erheblich wärmere von ca. 46 000 bis 42 000 v. h., insgesamt also eine sehr lange nicht hochglaziale Klimaperiode im Mittelwärm zwischen ca. 46 000 und 30 000 v. h. mit einem Wechsel von interstadialen und kürzeren kälteren Schwankungen.

Sehr wichtige ausgezeichnete stratigraphische Spätpleistozän-Untersuchungen liegen aus dem Weichsel-Periglazial von Polen und Holland vor. Im Warthe-Grundmoränengebiet um Łódź hat das Ehepaar Dylik (54) in flachen Senken, die wohl durch Tiefschmelzen von verschütteten Toteismassen erzeugt sind, Moore vom jütländischen Hering-Typ gefunden; die Schichtenfolge in ihnen beginnt mit eemzeitlichem Torf und Gytta, darauf folgen frühweichselezeitliche Ablagerungen mit den 2 ersten Interstadialen, von denen das zweite (Brörup-Loopstedt) von polnischen Quartärbotanikern

zu Unrecht „Aurignac-Interstadial“ genannt wird, denn das Aurignacien ist mindestens 24 000 Jahre jünger. Danach wurde die Beckenausfüllung fortgesetzt durch Wandschutt, in dem 2 Phasen erheblicher bzw. sehr starker Frostwirkung mit äolischen Einflüssen festgestellt wurden. Zwischen beiden Phasen erfolgte eine Bodenbildung, die im Mittelweichsel und besonders im Maximum von Hauptweichsel durch Kryoturbation bis auf Spuren zerstört wurde. Eine Torfbildung ist hier also im Mittelweichsel nicht erfolgt, weil offenbar das Klima damals nicht humide genug war. Die allermeisten weichselinterstadialen Moorbildungen, die P. Woldstedt (55) und ich (56) vermutungsweise in W I/II gestellt haben, sind höchstwahrscheinlich frühweichselzeitlich (meistens aus dem Brörup-Loopstedt-Interstadial).

In Holland dagegen hat W. H. Zagwijn (57) im Hangenden des zweiten Weichselinterstadials mehrere mittelweichselzeitliche Torfschichten aus der Zeit zwischen 50 000 oder 46 500 und 30 000 v. h. gefunden, die auf Grund der sehr hohen Nichtbaumpollenwerte (90 % und mehr) für Bildungen eines hochglazialen Tundrenklimas gehalten worden sind. Die Ergebnisse der von mir angeregten Prüfung auf Grund der Birminghamer Untersuchungen, ob die heutige Verbreitung der in solchen (meist nachträglich kryoturbierten) Torfschichten festgestellten Pflanzenarten wirklich für ein pleniglaziales Tundrenklima spricht, sind leider noch nicht veröffentlicht.

Bei Birmingham haben F. W. Shotton und Mitarbeiter (58) eine geologische, paläofaunistische und paläofloristische Untersuchung von sehr dünnen humosen Teichböden in einer bis 9,45 m mächtigen Flußufer-Terrasse bei Upton Warren ausgeführt, deren rasche Aufschüttung durch die Schmelzwässer des für viele Jahrtausende zurückweichenden (Main) Irish Sea-Gletschers vor etwas mehr als 42 000 C<sup>14</sup>-Jahren ca. 32 km südlich vom Eisrand begann. Die Fauna (darunter ca. 170 Käferarten) und die Flora (fast 80 Arten, 97–99,5 % Nichtbaumpollen in den 2 Pollenspektren von 2 Böden) weisen nach ihrer heutigen Verbreitung zum größeren Teil Spezies auf, die gegen pleniglaziales Klima wie in der arktischen Tundra und für ein Klima „more akin to that of southern Sweden at the present day“ sprechen! Der Übergang von der Frühweichsel- zur Hauptweichsel-Phase ist hier folgendermaßen vorsichgegangen:

- W I: Ablagerung des Brörup-Loopstedt-Interstadials bei Chelford um 57 000 v. h., danach überfahren von (Main) Irish Sea-Gletscher (W I-Maximum),
- W I/II: etwas vor 42 000 v. h. wegen Inlandeis-Nähe verspäteter Beginn des Rückzugs dieses Inlandeis-Lobus, recht rasche Aufschotterung der Flußufer-Terrasse von Upton Warren, Klimabesserung unterbrochen durch eine kalte, später durch eine sehr kalte Oszillation, danach Einwanderung jungpaläolithischer Jäger, die in 2 Höhlen in NO-Wales Artefakte des späten Aurignacien zurückließen,
- W II + III: erneutes Vorrücken des Inlandeises in N-England, in NO-Wales des hauptweichselzeitlichen Irish Sea-Gletschers, der die beiden Höhlen mit Grundmoräne verschloß (58a).

Prof. F. W. Shotton, F. R. S., hat daher meine 1958 veröffentlichte Gliederung und Chronologie des Spätpleistozäns (59) übernommen und mit 3 neuen später bekanntgegebenen C<sup>14</sup>-Daten ergänzt.

Das wichtigste Moränengebiet ist natürlich das der Würm-Vereisung, weil die Würm-Eiszeit die Hauptleitphase des Pleistozäns für die ganze Erde ist. Bekanntlich hat A. Penck (60) 1909 eine dreistadiale Würm-Eiszeit mit den Interstadialen 1. Laufen- und 2. Achen-Schwankung angenommen, weswegen ja in der Sonnenstrahlungskurve von Milankovitch die drei letzten Kältezacken der Würm-Eiszeit zugeschrieben wurden. 1922 wies aber A. Penck (61) diese Schwankungen dem R/W zu, so daß nun die Würm-Eiszeit „einheitlich“ wurde. Der unter der zu Tage liegenden Würm-Moräne und ihrem Vorstoßschotter lagernde bis 50 m mächtige „ältere Glazialschotter“ (z. B. bei Murnau und Laufen a. d. Salzach) mit häufigen Resten einer Primigenius-Fauna und auf ihm die praktisch fossilleeren (auch primär pollenfreien) 20–30 m mächtigen Seetone und die gebänderten Kalkschlamm-Schichten wurden von A. Penck 1922 irrtümlich ins R/W gestellt. Im und unter dem basalen Teil dieses „älteren Glazialschotters“ von A. Penck (62) liegen aber im bayerischen Alpenvorland stellenweise, wie H. Reich (63) nachgewiesen hat, 2 interstadiale (Pollenzonen 11 und 13) bzw. ein letztinterglaziales (Pollenzonen 5–9) Schieferkohlen-Flöz auf Altmoräne; der „ältere Glazialschotter“ von A. Penck ist also älterer Würm-Schotter, und zwar Altwürm-Vorstoßschotter, der von den in den Alpentälern oszillierenden Altwürm-Gletschern ins nördliche Alpenvorland geschüttet worden ist. Die Überlagerung und Verzahnung dieses Altwürm-Vorstoßschotters mit (stellenweise mächtigen) Ablagerungen von Seeton und gebändertem Kalkschlamm, einem Absatz von Gletschermilch nach E. Sauer (64) spricht für eine lange Unterbrechung der stadialen Schotterschüttung, d. h. des hochglazialen Klimas, ist also doch als ein bisher nicht erkanntes alpines Interstadial, nicht Interglazial (wie A. Penck 1922 meinte), aufzufassen. Die stärkste Schotterschüttung erfolgte nach dem zweiten Altwürm-Interstadial, das nach der (leider nur vorläufigen) C<sup>14</sup>-Messung dem Brörup-Loopstedt-Interstadial der Weichsel-Eiszeit entspricht, also der Zeit des (Main) Irish Sea-Gletschers, d. h. im dritten Stadial von Altwürm. Das Ende dieses Stadials und damit von Altwürm dürfte wohl wie im Periglazial der Weichsel-Vereisung in Eisrandferne um 50 000 v. h. anzusetzen sein. Von rund 50 000 bis rund 30 000 v. h., als die Schotterschüttung d. h. das Gletscherwachstum mit kleinen Unterbrechungen ruhte, wurden Kalkschlamm und Seeton auf und in die oberste Schicht des älteren Würm-Schotters geschüttet bzw. eingelagert; daß damals lange eine alte Landoberfläche vorhanden war, bezeugen die Mammutreste z. B. im Murnauer und Laufener älteren Würm-Schotter. Auf die Einwirkung der Schmelzwässer dürfte die große Seltenheit fossilführender Bildungen auf dem älteren Würm-Schotter zurückzuführen sein: Hörmatinger Interstadial (um 45 000 v. h.<sup>5</sup>) nach E. Ebers (65) und Glütschtal-Schieferkohle der Spiezer Schwankung von P. Beck (66) um 29 000 ± 1500 v. h. (nach dem großen Streumaß ungenau datiert, dürfte etwas älter sein). Um 31 000 v. h. (oder etwas später) nach der Zeit der Begehung hoch liegender Höhlen in den Randalpen durch Höhlenbären und Jungpaläolithiker in einer milderer Periode begann die zen-

<sup>5</sup> Gro-2593, also nach Gro-2091 gemessen; wenn mit stärkerer Natronlauge vorbehandelt, ca. 4000 C<sup>14</sup>-Jahre zu alt.

tralalpine „Inlandeis“-Masse wieder rasch und stark zu wachsen, um nach Schüttung des Hauptwürm-Vorstößschotter schließlich über die nördlichen Alpenpässe ins Vorland zu fließen, dabei wahrscheinlich auch interstadiale Schichten auf dem älteren Würm-Schotter abtragend; das dürfte auch öfters mit der von E. Kraus (67) entdeckten „Innerwürm“-Verwitterungsrinde (wahrscheinlich aus dem Paudorfer Interstadial) des Hauptwürm-Vorstößschotter geschehen sein.

Hiernach ist die „einheitliche Würmeiszeit“ von A. Penck (seit 1922) nur die Vorlandvergletscherung (von ca. 31 000 ab), d. h. mein Hauptwürm; wer diese „Würmeiszeit“ einheitlich nennt, hat natürlich recht, da das „Innerwürm“-Interstadial recht schwach war. Im Altwürm waren nur die Alpen (stark) vergletschert. Alle „W I“-Moränen der geologischen Literatur sind Hauptwürm-Moränen.

Schließlich gibt es auch in anderen Gebieten Beweise für eine lange Unterbrechung des hochglazialen Klimas um die Mitte der Letzten Eiszeit. Im südöstlichen Wisconsin-Vereisungsgebiet hat A. Dreimanis (68) für die Zeit von ca. 50 000 bis 30 000 v. h. das Ohio-Interstadial nachgewiesen. Pollenanalytische Untersuchungen fossiler Seen außerhalb der Periglazialräume ergaben Befunde, die ebenfalls für ein solches Interpleniglazial der Letzten Eiszeit sprechen, z. B. 110 km westlich von Moskau und bei Irkutsk [nach B. Frenzel (69)] und auf der Sabana de Bogotá in ca. 2600 m Seehöhe in Kolumbien nach Th. van Hammen (70), desgleichen Isotopen-Messungen von spätpleistozänen Tiefsee-Bohrkernen warmer Meere von C. Emiliani (26). Von Westeuropa bis Polen ostwärts sind fast 40 C<sup>14</sup>-Daten von Mittelwürmschichten bekannt, in denen paläobiologische, sedimentanalytische, archäologische und pedologische Befunde in der Regel für ein interstadiales Klima sprechen.

Das mittelwürmzeitliche Interpleniglazial zwischen Alt- und Hauptwürm (etwas kürzer als das Interpleniglazial von Th. van der Hammen) war kein „F-Interglazial“, W I/II (H. Gams), auch der Terminus „F-Wärmezeit“ (F. Brandtner) paßt nicht; es war eine lange im Durchschnitt kühle semihumide Periode mit einigen interstadialen und kälteren Schwankungen zwischen rund 50 000 und 30 000 v. h. Es bewirkte in dieser Zeit eine  $\pm$  starke Oszillation des Inlandeises im Norden und der Gletscher in den Alpentälern. Es trennte im Norden die Zeit der fennoskandinavischen Altweichsel-Vereisung von der Zeit der Hauptweichsel-Vergletscherung Norddeutschlands. Im Mittelwürm wurde die mittelpaläolithische Kultur des Neandertalers von der jungpaläolithischen des Altmenschen (*Homo sapiens fossilis*) im wesentlichen abgelöst. Das Mittelwürm ist also in verschiedener Hinsicht eine sehr bedeutsame Periode der Letzten Eiszeit. Im Löß von Göttweig ist nur der Anfangsabschnitt (Bildungszeit der Göttweiger „Verlehmungszone“) dieser Periode registriert, der Name „Göttweiger Interstadial“, wie F. Brandtner richtig bemerkt hat, also nicht sehr passend, die Benennung „Fella-brunner Interstadial-Komplex“ wäre korrekter. Da aber diese Umbenennung leicht Mißverständnisse erzeugen kann, dürfte es am besten sein, statt dessen die Namen „Mittelwürm“ oder „Interpleniglazial“ zu gebrauchen.

Ich brauche also meine vorläufige Gliederung und Chronologie des Spätpleistozäns von 1958 (71) nur zu ergänzen und geringfügig abzuändern. Wer sie für falsch hält,

soll sie einwandfrei wissenschaftlich widerlegen, wenn er „zünftiger“ Geologe ist; mit anderen Methoden würde der Kritiker nur beweisen, daß er inkompetent ist.

Es ist schwer verständlich, warum die dafür zuständigen „zünftigen“, d. h. hauptberuflichen Quartärgeologen die offenkundigen Fehler und Irrtümer ihrer allerdings meist älteren Kollegen nicht klar berichtet haben, sobald es der jeweilige Stand der quartärgeologischen Forschung ermöglichte und erforderte. So ist die jahrzehntelange heillose Verwirrung auf dem Gebiet der Spätpleistozän-Geologie nach dem zweiten Weltkrieg ein beschämendes Chaos geworden.

Den größten Schaden von dieser Verwirrung hat die Urgeschichtliche Forschung auf diesem für sie besonders wichtigen Gebiet. Um allen Lesern dieses Bandes, vor allem den Urgeschichtlern, meine Ausführungen verständlicher zu gestalten, gebe ich auf S. 62, 63 die Tabelle I, welche die so verschiedenen Auffassungen einiger Quartärgeologen über die Gliederung der Löss- und die Einordnung der nicht nur lokal beobachteten Horizonte in eine Spätpleistozän-Chronologie mit entsprechenden absoluten Zeitanisätzen verdeutlicht. Die Tabelle II auf S. 65 zeigt die Konnektierung der spätpleistozänen Hauptphasen der weiträumigen Löß-Bildung und -Ablagerung mit Bildungen und Ereignissen von gleichem paläoklimatischen Aussagewert in anderen periglazialen Profilen und in den Moränengebieten auf Grund der relativen und absoluten Datierung, wie sie von verschiedenen Autoren vorgenommen ist. Die Tabelle III, S. 66, ist eine geologisch geordnete Liste altsteinzeitlicher C<sup>14</sup>-Daten.

#### Literatur

Abkürzungen: C. A. = Current Anthropology (Chicago), CESW = Czwartorced Europy środkowej i wschodniej (Quaternary of Central and Eastern Europe) in: Instytut Geol. Prace Tom XXXIV, INQUA Warszawa 1961, Bd. I; EuG = Eiszeitalter und Gegenwart (Öhringen).

- (1) W. Soergel: Löss- und Eiszeiten und paläolithische Kulturen. Jena 1919.
- (2) W. Soergel in: Fortschr. Geol. Pal. XII, H. 39, 1939.
- (3) F. Brandtner in: EuG 4/5, 1954, S. 57–67 u. Abb. 2 (Fig. 1), 4. u. 6.
- (4) Fr. Prošek und V. Ložek in: EuG 8, 1957, S. 74.
- (5) Brandtner in: EuG 4/5, 1954, S. 49–82, Karte Abb. 1; ebenda 7, 1956, S. 127–175.
- (6) J. Fink zuletzt in: EuG 7, 1956, S. 49–77, Karte Abb. 1.
- (7) F. Brandtner in: F. Felgenhauer: Willendorf in der Wachau, Monographie der Paläolith-Fundstellen I–VII, 3 Teile. – Mitt. Prähist. Komm. Österr. Akad. Wiss. VIII/IX, 1956 bis 1959, S. 178, 178, 196.
- (8) F. Brandtner in: EuG 7, 1956, S. 171; J. Fink in: Archaeol. Austr. 25, 1959, S. 57.
- (9) R. Ruske und M. Wünsche in: Geologie 10, 1961, S. 9–29.
- (10) K. P. Unger und D. Rau in: CESW I, 1961, S. 227–235.
- (11) A. Penck und E. Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.
- (12) K. Brunnacker in: Geol. Bavar. 34, München 1957, S. 34 Abb. 7 (Köfering), S. 38 u. 82 (oben).
- (13) E. Brückner: Die Vergletscherung des Salzachgebietes nebst Beobachtungen über die Eiszeit in der Schweiz. Wien 1886, S. 63, 64.
- (14) A. Penck: s. Anm. 11, S. 644, 674, 713–716, 1159.
- (15) A. Penck in: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss., Phys.-math. Kl., 1922, S. 214–251.
- (16) E. Brückner a. a. O. (s. Anm. 13), S. 38.

- (17) J. Fink in: Mitt. Geol. Ges. Wien 53 1960, S. 263, 264 u. Taf. 2 und ebenda 54, (1961) 1962a, S. 1–25, 1 Taf., Archaeol. Austr. 31, S. 1–18, 1962b.
- (18) E. W. Guenther: Sedimentpetrographische Untersuchung von Lössen, Teil I: Methodische Grundlagen mit Erläuterung an Profilen, S. 72–76. Köln, Graz 1961.
- (19) J. Fink a. a. O. (s. Anm. 6), S. 49, u. Anm. 17.
- (20) J. Bayer: Der Mensch im Eiszeitalter. Wien 1927.
- (21) P. Woldstedt in: EuG 7, 1956, S. 79–91.
- (22) F. Brandtner in: EuG 7, 1956, S. 159 f.
- (23) J. Kukla, V. Ložek und Q. Záruba in: Quartär 13, 1961, S. 1–29, Taf. I–III.
- (24) B. Klíma, J. Kukla, V. Ložek, Hl. de Vries: Stratigraphie des Pleistozäns und Alter des paläolithischen Rastplatzes in der Ziegelei von Dolní Věstonice (Unter-Wisternitz). – Anthropozoikum XI (1961), Praha 1962, S. 93–145, 19 Textabb. u. IX Taf. (Hauptprofil P 4 auf Taf. IX farbig).
- (25) A. Dreimanis in: Friends of the Pleistocene Geology, Eastern Sect., 22nd Reunion May 16 and 17, 1959.
- (26) C. Emiliani in: Annals New York Acad. Sci. 95 (1) 1961, S. 521–536, Abb. 10.
- (27) F. Brandtner in: EuG 7, 1956, S. 162, 163.
- (28) Hl. de Vries in: Proceed. Kon. Nederl. Akad. Wet. B, 62, 1959, Nr. 1, Physics, S. 84–91 und in Archaeol. Austr. 25, 1959, S. 69–73.
- (29) F. Brandtner (mit R. F. Flint) in: Amer. J. Sci. 259, 1961, S. 321–328.
- (30) H. L. Movius Jr. in: C. A. 1, 1960, S. 361, 366, 367.
- (31) Hl. de Vries a) in: EuG 9, 1958, S. 14, und b) in: Archaeol. Austr. 25, 1959, S. 60.
- (32) S. Anm. 31a und F. Brandtner zuletzt in C. A. 2, 1961, S. 427.
- (33) Hl. de Vries in: Anthropozoikum XI (1961) 1962, S. 140, u. C. A. 2, 1961, S. 437.
- (34) A. Stebutt: Lehrbuch der Bodenkunde, S. 151, 156, 157. Berlin 1930.
- (35) K. Brunnacker in: EuG 13, 1962, S. 125–128.
- (36) a) B. Klíma u. J. Kukla in: C. A. 2, 1961, S. 437–439, und b) in CESW I, 1961, S. 171 bis 174, c) s. Anm. 24.
- (37) Hl. de Vries in: EuG 9, 1958, S. 14.
- (38) J. Fink 1962a s. Anm. 17, S. 10.
- (39) F. Brandtner in: EuG 7, 1956, S. 146–150.
- (40) J. Fink zuletzt in Mitteil. Geol. Ges. Wien 54 (1961) 1962, S. 7, 9.
- (41) K. Valoch in: C. A. 2, 1961, S. 448.
- (42) G. Haase und H. Richter in: Peterm. Geogr. Mitteil. 101, 1957, S. 161–173, Abb. 3 auf S. 167.
- (43) K. Valoch et F. Bordes in: L'Anthropologie 61, 1957, S. 279–288.
- (44) F. Brandtner 1961 s. Anm. 29.
- (45) W. H. Zagwijn: Vegetation, climate, and radiocarbon datings in the Netherlands, Part I: Eemian and Early Weichselian. – Memoirs Geol. Found. in the Netherlands, N. S. 14, 1961, S. 15–45, speziell Fig. 11.
- (46) C. Emiliani s. Anm. 26.
- (47) W. Paas in: EuG 12, 1962, S. 221.
- (48) H. Groß in: EuG 11, 1960, S. 100.
- (49) P. Woldstedt in: EuG 13, 1962, S. 120–122.
- (50) a) E. Schmid: Höhlenforschung und Sedimentanalyse. – Schr. Instit. Ur- u. Frühgeschichte d. Schweiz 13, Basel 1958, 185 S. – b) L. Vértes: Untersuchungen an Höhlensedimenten. – Régészeti Füzetek Ser. II, 7, 1959, 176 S.
- (51) L. F. Zotz u. Mitarb.: Das Paläolithikum in den Weinberghöhlen bei Mauern. – Quartär-Bibliothek 2, 1955 Bonn.
- (52) H. L. Movius Jr. in: C. A. 1, 1960, S. 366, 367, 374.

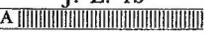
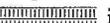
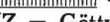
Jahre vor heute: C = C <sup>14</sup> -Daten, Pa = Protaktinium-Daten	Geolog. und archäolog. Unterlagen für die Gliederung				W. Soergel	Die bekanntesten Penck & Brückner 1909
	Zeitliche Abfolge von Terrassen u. Schotterverwitterung	Löß-Auf-lage-rung	Löß-Stratigraphie (ideale)	Paläontologie Paläolithikum		
	schwache Schotterverwitterung untere NT				Holozän, Alluvium, Postglazial	
C 10 000 11 000 ? 16 000 oder 17 000	Laacher-See-Tuff				Spätglazial	
		Ende der weiträumigen Lößablagerung				
C 25 000		J. L. IIb (III)	J. L. IIb (III)	Primigenius-Fauna	W III	Keine Lößablagerung
C 27 000			 Paudorf		W II/III	Achenschwankung
C 31 000 34 000		J. L. IIa (II)		frühestes Jungpaläolithikum	W II	Keine Lößablagerung
C 50 000	sehr schwache Schotterverwitterung obere NT	SFK			GVZ	Laufenschwankung
			 GVZ	letztes Mittelpaläolithikum in Mitteleuropa		
		J. L. I	aus J. L. 1c J. L. 1c  B J. L. 1b  A J. L. 1a	Primigenius-Fauna	W I	Prae-Würm-Löß
Pa 85 000						
Pa 105 000	starke Schotterverwitterung untere HT (R II, S II)	Ä. L. II	interglazialer Kremser R/W-Boden aus Ä. L. II	letzte Antiquus- und Banatica-Fauna	R/W	R/W
	obere HT (R I, S I)		Ä. L. II von R (S.) II 	Trogontherii- u. Primigenius-Fauna	II Riß I	Riß

Tabelle I: Gliederung und Chronologie des Spätpleistozäns nach verschiedenen Autoren

Abkürzungen: NT = Niederterrasse (Würm-Weichsel), HT = Hochterrasse (Riß, Saale), Ä. L. = Älterer Löß, J. L. = Jüngerer Löß,  interstadiale Böden: A = Amersfoort, B = Brörup,  interstadiale Humuszonen des SKF = Fellabrunn-Stillfried A-Komplexes mit GVZ = Göttweiger „Verlehmungszone“; St = Stillfried A-Komplex, F = Fellabrunn-Komplex.

und wichtigsten Gliederungen						
A. Penck 1922	J. Fink 1962 K. Brunnacker 1958	P. Woldstedt 1962	F. Brandtner 1961	F. Bordes 1957	H. Groß 1962	Ab- kürz.
oder Nacheiszeit						
einheitliche Würm-Eiszeit	W II	Jung- würm	Löß von W III	Tardi- glaciaire	Spätglazial	Wh <sub>3</sub>
				Terre à briques	Maximum	Wh <sub>2</sub>
				W IIIb Loess récent IIIb	Paudorf	Wh <sub>1/2</sub>
				Cailloutis	2. Vorrück- kungsphase	Wh <sub>1</sub>
R/W	St	Mittelwürm	Löß von W II	W IIIa Loess récent IIIa	Mittelwürm oder Interpleni- glazial	Wv/h
				W II-III Lehm		
Riß	Jungriß	Riß	Löß von W I	W II Loess récent II	Altwürm	Wv
			B	W I-II B		
			A	W I A		
				L. récent I		
		Boden- Komplex des R/W	Interglaciaire Riß-Würm Argile rouge fendillé	Interglazial R/W	R/W	
		Löß von R	Riß Loess ancien	Riß II (Warthe)	R II	
					R I/II	
				Riß I (Drenthe)	R I	

- (53) A. Leroi-Gourhan in: C. r. Congr. préhist. France à Monaco 1959, Le Mans 1960.
- (54) J. Dylik, A. Dylikowa u. Mitarb.: The Łódź Region. Guide-Book of Excursion C, INQUA Warszawa 1961.
- (55) P. Woldstedt: Das Eiszeitalter. 2. Aufl. 2. Bd. Stuttgart 1958.
- (56) H. Groß in: EuG 7, 1956, S. 87–101.
- (57) W. H. Zagwijn s. Anm. 45.
- (58) G. R. Coope, F. W. Shotton and I. Strachan: A Late Pleistocene fauna and flora from Upton Warren, Worcestershire. – Phil. Trans. Roy. Soc. London B, 244, 1961, S. 379 bis 421.
- (58a) D. S. Peake in: Quart. J. Geol. Soc. London 117, 1961, S. 360–362.
- (59) H. Groß in: EuG 9, 1958, S. 155–187, speziell S. 182 (vgl. Anm. 58, S. 383 Tabelle 1).
- (60) A. Penck s. Anm. 11.
- (61) A. Penck in: Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss., Phys.-math. Kl. 1922, S. 214–251.
- (62) A. Penck: Die Vergletscherung der deutschen Alpen. München 1882.
- (63) H. Reich in: „Flora“ 140, 1953, S. 386–443 u. Diss. Göttingen 1953.
- (64) E. Sauer in: Min. u. Petrogr. Mitt. 50, Leipzig 1938 u. Diss. München.
- (65) E. Ebers in: EuG 11, 1960, S. 64–76.
- (66) P. Beck in: Eclogae Geol. Helvet. 31 (1), 1938, S. 186; genauere Beschreibung des Profils bei C. Rathjens in Peterm. Geogr. Mitteil. 95, 1951, S. 96.
- (67) E. Kraus in: EuG 6, 1955, S. 75–95.
- (68) A. Dreimanis: Pre-classical Wisconsin in the eastern portion of the Great Lakes region, North America. – Rep. Internat. Geol. Congr., XXI Sess., Norden, Copenhagen 1960, Part IV, S. 108–119, Copenhagen 1960.
- (69) B. Frenzel in: EuG 11, 1960, S. 221–218.
- (70) Th. van der Hammen in: Annals New York Acad. Sci. 95 (1), 1961, S. 676–683, der meine Gliederung und Chronologie der Letzten Eiszeit von 1958 (s. Anm. 59) bestätigt hat.
- (71) H. Groß s. Anm. 59.

Tabelle II: Geochronologie des Spätpleistozäns in Mitteleuropa und in seinen Nachbargebieten

Datierungen: (W) warwengeochronologisch, (C) durch  $C^{14}$ -Messung, (Pa) durch Protaktinium-Messung, (?) geschätzt, PZ = Pollenzone.

C. Holozän, Postglazial, Alluvium oder Nacheiszeit, Beginn ca. 10 000 (W).

B. Letzte Eiszeit (Würm, Weichsel) von > 67 000 v. h. (C) oder 85 000 v. h. (Pa) bis 10 000 v. h. (W) oder  $10\,350 \pm 350$  v. h. (C).

III. Hauptwürm (Hauptweichsel)  $Wh$ , ca. 31 000 v. h. (C)–10 000 v. h. (W) = „einheitliche Würmeiszeit“ von A. Penck (seit 1922) = Alpen-Vorlandvergletscherung und Vergletscherung Norddeutschlands.

4. Spätwürm (Spätweichsel), Spätglazial,  $Wh_3$ , von (?) 17 000–10 000 v. h.

3. Hauptwürm-(Hauptweichsel-)Maximum  $Wh_2$  (bisher W III) von ca. 25 000 (C)–(?) 17 000 v. h.

Jugendmoränen, J. L. Iib (III), Haupt-NT.

2. Paudorfer Interstadial  $Wh_{1/2}$  (bisher W II/III) 27 000–25 000 v. h. (C) fossiler Boden zw. J. L. Iia u. Iib (II/III), Innerwürmboden im nördl. Alpenvorland; torfiger Boden von Geesthacht b. Hamburg.

1. Zweite Vorrückungsphase,  $Wh_1$  (bisher W II oder Iia) ca. 31 000–27 000 v. h. (C)

J. L. II (oder Iia), alpines „Inlandeismeer“ fließt über die nördlichen Pässe.

II. Mittelwürm oder Interpleniglazial  $Wv/h$  (bisher W I/II) zw. 50 000 u. 31 000 v. h. (C).

oszillierende Unterbrechung des Inlandeiswachstums (d. h. des hochglazialen Klimas) durch mehrfachen Wechsel von interstadialen (optimal in der ersten Hälfte und im Endabschnitt) und kalten Oszillationen. Beispiele (von fast 40  $C^{14}$ -Daten):

Fellabrunn-(Stillfried A-)Komplex mit GVZ („Verlehmung“ vom obersten J. L. I); Schieferkohle der Spiezer Schwankung [ $> 29\,000 \pm 1500$  v. h. (C)], Torf von Breda um 31 000 v. h. (C), Upton Warren-Terrasse um 42 000 v. h. (C), Hörmatinger lakustrische Moorbildung um 45 000 v. h. (C), Torfschichten in Holland zwischen (50 000 v. h.) 46 000 u. 31 000 v. h. (C); Seetone und gebänderter Kalkschlamm in den nördlichen Randalpen-Tälern und im Vorland durch Schmelzwässer abgelagert; Erkelenzer Boden (Niederrhein-Gebiet) ca. 50 000–48 500 v. h. (C). N. B.  $C^{14}$ -Daten von Hörmating und Erkelenzer Boden, weil nach Gro-2091 gemessen, wahrscheinlich ca. 4000  $C^{14}$ -Jahre zu alt.

I. Alt- oder Frühwürm(-weichsel),  $Wv$  (bisher W I), 85 000 (Pa)–50 000 (C) v. h.

erste Vorrückungsphase der Letzten Eiszeit; Gletscher wachsen u. oszillieren in den Alpen und Nordeuropa.

5. Drittes (maximales) Stadial  $Wv_3$  von ca. 56 000 (spätestens, C)–ca. 50 000 v. h. (C): Irish Sea-Gletscher (ca. 56 000–42 000 v. h.) J. L. Ic, Hauptmasse des Älteren Würmschotters.

4. Zweites Interstadial  $Wv_{2/3}$ , mindestens ca. (?) 62 000–56 000 v. h. (C) oder um 70 000 v. h. (Pa), Interstadialbildungen von Chelford, Brörup, Loopstedt, Amersfoort XIV, Großweil PZ 13.

3. Zweites Stadial,  $Wv_2$ , um (?) 65 000 v. h. oder um 72 000 v. h. (Pa) J. L. Ib, Großweil PZ 12.

2. Erstes Interstadial,  $Wv_{1/2}$ , um (?) 67 000 v. h. (C) oder 80 000 v. h. (Pa): Interstadialbildungen von Amersfoort XII, Rodebaek u. Großweil PZ 11.

1. Erstes Stadial,  $Wv_1$ , um 82 000 v. h. (Pa): sehr selten J. L. Ia; Großweil PZ 10, Herning PZ i und k (K. Jessen 1928).

N. B. Die Gliederung I, 1–3 nur in sehr ariden kontinentalen Klimagebieten, anderwärts Fließ- und Schwemmlöß-Ablagerung.

A. Letztes Interglazial (Riß/Würm = R/W, Saale/Weichsel = Eem) ca. 105 000–ca. 85 000 v. h. (Pa) mit der letzten Antiquus- und Banatica-Fauna, wärmer und humider als die kulminierende postglaziale Wärmezeit, ohne ausgesprochen kalte Oszillationen, ohne Lößphase; Kremser fossiler Boden.

Tabelle III: C<sup>14</sup>-Chronologie des Mittel- und Jungpaläolithikums von Mittel- und Westeuropa

Daten: Jahre vor heute (1950 n. Chr.), Daten in eckigen Klammern: Südeuropa. Abweichungen von der relativen (stratigraphischen) Datierung: > zu klein, < zu groß. P. Z. = Pollenzonen nach F. Firbas 1949. – Quellen (wo nicht anders angegeben): „Current Anthropology“ vol. 1, 1960, S. 355–391 und vol. 2, 1961, S. 427–454 u. „Eiszeitalter u. Gegenwart“, Bd. IX, 1958 S. 155–187.

Letzte Eiszeit (Würm, Weichsel) W, Ende um 10 000, mit C<sup>14</sup>: 10 350 ± 350.

III: Hauptwürm (Hauptweichsel) Wh

4: Spätwürm (Spätweichsel), Spätglazial Wh<sub>3</sub>

P. Z. III: Jüngere Dryas-(Tundren-)Zeit (stadial)

H-408/1371: 10 490 ± 1200 Epigravettien in Löß von Szekszárd-Pálank (Ungarn) n. L. Vértes

Gro-1059: 10 720 ± 85 Ahrensburger Kultur in Leende (Nord-Brabant)

P. Z. II: Alleröd-Interstadial

> Y-157 St: 10 560 ± 200 Federmesser-Kultur von Rissen bei Hamburg

Gro-607: 10 800 ± 230 Tjonger-Kultur bei Usselo (Holland)

Y-139/2: 10 880 ± 160 Tjonger-Kultur bei Usselo (Holland)

Y-442: 11 220 ± 350 Torf unter Federmesser-Fund in Lieth (Holstein)

H-85/91: 11 300 ± 220 Spätmagdalénien in Andernach am Rhein

H-75/68: 11 450 ± 180 Federmesser-Kultur in Rissen

H-21/18: 11 550 ± 280 Gyttya unter H-75/68 in Rissen

?>L-336 C: 11 650 ± 200 Magdalénien V/VI in Höhle La Vache (Tarascon)

H-18/11: 11 930 ± 290 wie H-21/18.

P. Z. Ic: Ältere Dryas-(Tundren-)Zeit (stadial)

P. Z. Ib: Bölling-Interstadial:

Gro-2025: 12 540 ± 105 Spätmagdalénien Schicht 2 in Höhle La Vache (Tarascon)

Gro-2026: 12 850 ± 60 wie vor., Schicht 4

H-136/116: 12 980 ± 370 Hamburger Kultur II (Holz) von Poggenwisch (Holstein)

< W-93: 15 150 ± 350 wie vor., aber mit Kalkmudde datiert

P. Z. Ia: Älteste Dryas-(Tundren-)Zeit (stadial)

Gro-1903: 13 920 ± 80 mittleres Magdalénien im Abri du Roc-aux-Sorciers bei Angle-sur-L'Anglin (Vienne)

Gro-468: 14 470 ± 385 Magdalénien der Freiland-Station an der Schussen-Quelle (Württemberg)

H-860/970: 15 900 ± 360 2. Hälfte der Probe Gro-468, Mittel beider Daten: 15 300 (G. Lang in Veröff. Geobotan. Institut Stift. Rübel, H. 37, S. 145, Zürich 1962).

[M-830: 15 300 ± Magdalénien III in der Cueva del Juyo bei Santander]

[>M-828: 13 900 ± 700 Litorina-Gehäuse aus Magdalénien III-Kulturschicht in Altamira bei Santander]

- [M-829: 15 500 ± 700 wie vor., aber mit Holzkohle datiert]  
 C-406: 15 516 ± 900 Abies-Holzkohle aus sehr alter Magdalénien-Schicht in der Höhle von Lascaux  
 < W-172: 15 750 ± 800 Hamburger Kultur I in Meiendorf (Holstein) mit Kalkgyttja datiert
3. Hauptwürm-(Hauptweichsel-)Maximum Wh<sub>2</sub>, W III  
 Gro-?: 18 000 Gravettien in einem begrabenen Boden bei Ságvár (Ungarn) nach L. Vértes  
 < Gro-1888: 20 650 ± 300 älteres Solutréen in Laugerie-Haute  
 Gro-1876: 21 735 ± 250 Proto-Magdalénien in Laugerie-Haute  
 ? > 2071, 2100: 20 000 ± 200 Proto-Magdalénien im Abri Pataud in Les Eyzies (Dordogne)  
 ? > Gro-2069: 20 230 ± 200 wie vor.  
 ? > 1853: 20 600 ± 280 wie vor.  
 ? > Gro-1857: 20 720 ± 220 wie vor.  
 W-191: 23 600 ± 800 Périgordien IV im Abri Pataud in Les Eyzies (Dordogne)  
 W-151: 24 000 ± 1000 wie W-191, zweite Probe
2. Paudorfer Interstadial Wh<sub>1/2</sub>, W II/III  
 Gro-1325: 24 800 ± 150 Gravettien von Pollau (Pavlov) in Süd-Mähren  
 Gro-1354: 25 540 ± 170 Gravettien von Aggsbach (Niederösterreich)  
 Gro-1327: 25 600 ± 100 wie Gro-1354  
 Gro-1286: 25 600 ± 170 Gravettien von Unterwisternitz (Dolní Věstonice) in Süd-Mähren  
 Gro-1918: 26 240 ± 300 Gravettien in Höhle Pod hradem (Mähren) in der unteren Schicht von W II/III
- 1: Hauptwürm-(Hauptweichsel-)Vorrückungsphase Wh<sub>1</sub>, W II  
 [Gro-1363: 27 640 ± 250 jungpaläolithische Schicht D in Gorham's Cave, Gibraltar, nach „Quaternaria“ IV, 1957, S. 90]  
 Gro-1491: 28 880 ± 250 Aurignacien I vom Abri Caminade (Dordogne)  
 Gro-1489: 30 760 ± 490 Aurignacien I vom Abri La Quina (Charente)  
 Gro-1493: 31 170 ± 350 wie vor.  
 < H-246/231: 32 000 ± 3000 Gravettien von Willendorf II, 5, unmittelbar über Kulturschicht 4 (Niederösterreich)
- II: Mittelwürm, Interpleniglazial (Göttweiger Interstadial-Komplex) Wv/h, (W I/II)  
 > Gro-1935: 30 710 ± 600 Olschewien (Aurignacien II L. Vértes) in der Istállóskő-Höhle in Ungarn (535 m ü. d. M.)  
 > Gro-1501: 30 670 ± 500 Olschewien (Aurignacien I L. Vértes) und „Alpines Paläolithikum“ in der Istállóskő-Höhle  
 Gro-1273: 31 840 ± 250 Aurignacien von Willendorf II, 4 (Niederösterreich reich)  
 > Gro-1287: 30 310 ± 250 Aurignacien von Willendorf II, 1  
 ? > Gro-1717: 30 370 ± 300 Aurignacien typique des Horizontes VII in der Grotte du Renne, Arcy-sur-Cure (Yonne)  
 Gro-1724: 32 420 ± 470 Olschewien in der Höhle Pod hradem (Mähren) im oberen Abschnitt von W I/II nach K. Valoch  
 Gro-848: 32 990 ± 1500 wie vor. (Gro-1724)  
 Gro-1736: 33 500 ± 400 Châtelperronien in der Grotte du Renne, Arcy-sur-Cure (Yonne)  
 Gro-1742: 33 640 ± 250 wie vor.

- Gro-761: 34 000 ± 3000 „Alpines Paläolithikum“ in der Salzofen-Höhle in 2008 m ü. d. M. im Toten Gebirge (Salzburger Alpen)  
 [Gro-1556: 47 000 ± ? : Spät-Moustérien in Gorham's Cave Schicht G, Gibraltar („Quaternaria“ IV, 1957, S. 90)]

I. Alt- oder Frühwürm (Alt- oder Frühweichsel) Wv, (W I)

5. Drittes (maximales) Stadial (Anfangsabschnitt)

- > Gro-1219: 48 300 ± 2000 „kaltes“ Moustérien von Lebenstedt bei Braunschweig  
 Gro-2083: 55 000 ± 1000 wie vor., endgültiges Datum

4. Brörup-Loopstedt-Interstadial

- [> Gro-1353: > 55 000 Pontinien (= Pebble-Tool-Fazies des Moustérien nach A. C. Blanc) am Mussolini-Kanal im Agro Pontino, Italien (Current Anthropology vol. 1, 1960, S. 375)]  
 [Gro-?: vorläufig „approximately 59 000“, wie vor., datiert durch Eichenholz im Torf auf marinen Sanden des Horizontes Monastir II, + 5 m („Quaternaria“ IV, 1957, S. 89), nach A. C. Blanc (siehe Gro-1353) dem ersten Altwürm-Interstadial Amersfoort XII (um 64 000) zuzuweisen.]  
 > Gro-1432: älter als 49 000: „Alpines Paläolithikum“ der Drachenhöhle (2445 m ü. d. M.), Säntis-Gruppe bei St. Gallen, Schweiz, datiert mit Holzkohle auf offener Herdstelle im Durchgang zwischen Raum II und III. Diese Kulturschicht kann auch aus dem ersten Altwürm-Interstadial oder aus dem (späten) R/W stammen (E. Schmid 1958).