

## Zur Datierung begrabener Böden in holozänen Ablagerungsfolgen

Von Thomas Litt, Halle (Saale), Günther Kohl, Jochen Görtsdorf,  
Berlin, und Klaus-Dieter Jäger, Halle (Saale)

Mit 5 Abbildungen, 3 Tabellen und Tafel 39 oben

### 1. Problemstellung und Problementwicklung

In den letzten Jahrzehnten haben naturwissenschaftlich begründete Datierungsverfahren eine besonders große Bedeutung für archäologische Untersuchungen erlangt, und radiometrischen Methoden kommt in diesem Zusammenhang ein außerordentlich hoher Rang zu. Das Datierungsverfahren mit Hilfe des radioaktiven Kohlenstoff-Isotops  $^{14}\text{C}$  (Radio-karbon) hat seit seiner Entwicklung durch W. F. Libby (1952) für die chronologische Fixierung und Korrelation von Ereignissen und Tendenzen seit dem Jungpaläolithikum einen umfangreichen Erfahrungsschatz erbracht, aber auch methodische Grenzen und Fehlerquellen wurden deutlich (Geyh 1980). Besondere Probleme haben sich dabei für die Anwendung des Verfahrens auf begrabene Böden in jungpleistozänen und holozänen Ablagerungsfolgen ergeben. Als begrabene Böden werden in diesem Zusammenhang „alle Böden unter Überdeckung durch überlagerndes Sediment zusammengefaßt, und zwar unabhängig von deren Entwicklung bis zum Zeitpunkt der Überdeckung“ (Jäger 1970, S. 109; vgl. auch Jäger 1973; Gerasimov 1970, S. 169). Im bisherigen Schrifttum begegnet gleichsinnig teilweise auch der Begriff des fossilen Bodens (Ložek 1964; 1966), der jedoch — entsprechend einer Empfehlung von W. Kubiena (1953, S. 365) — nur in solchen Fällen zur Anwendung kommen sollte, in denen ein „petrifizierter (zu Stein gewordener), in vielen Fällen diagenetisch stark veränderter. . . Boden“ vorliegt, gleichviel, ob es sich dabei um einen oberflächigen oder um einen begrabenen Paläoboden handelt (Jäger 1970; 1973). Mit der Datierung begrabener Böden wird in jedem Falle auch eine zeitliche Zuordnung einer bestimmten paläotopographischen Situation, besonders mit ihren Reliefverhältnissen, erreicht.

Die Anwendung von  $^{14}\text{C}$ -Datierungen begrabener Böden erfolgte bereits im ersten Jahrzehnt nach der Entwicklung des Verfahrens zunächst in Mitteleuropa besonders im Rahmen der Stratigraphie jungpleistozäner Lößablagerungen (de Vries 1958; Felgenhauer/Fink/de Vries 1959; Klima/Kukla 1961) sowie in Nordamerika (Freye/Willman 1960), nachfolgend auch in Osteuropa (Veličko/Devirc u. a. 1964). Sie wurde nahegelegt durch die stoffliche Besonderheit des Humushorizontes oberflächiger wie begrabener Böden, die auf zwei wesentliche bodenbildende Prozesse (vgl. zu diesen jetzt Ehwald 1978; 1980) zurückgeht. Dies sind die Zersetzung biogener organischer Substanz einerseits und die Neubildung von — im chemischen Sinn — organischen Verbindungen in einem begrenzten Tiefenbereich unterhalb einer aktuellen oder ehemaligen Geländeoberfläche andererseits, für deren Extraktion, Konzentration und Fraktionierung seit Jahrzehnten erprobte Laborverfahren zur Verfügung stehen (vgl. Laatsch 1957). Anlaß zur Skepsis mußte jedoch zugleich die Tatsache bieten, daß Humus ein Stoffgemisch darstellt, das überdies wasserlösliche und infolgedessen auch im Sickerwasserstrom im Bodenprofil vertikal (wie auch lateral) bewegliche Komponenten enthält (vgl. z. B. Laatsch

1957, S. 112–148; Scheffer/Ulrich 1960; Müller 1980). Daraus ergeben sich für die Anwendung von  $^{14}\text{C}$ -Datierungen auf die extrahierte organische Substanz aus den Humushorizonten begrabener Böden deutliche methodische Grenzen und Einschränkungen, die anhand von Humusdatierungen für unterschiedliche Bodensubstrate und -typen praktisch belegt worden sind, so für Schwarzerden auf Löß (Gerasimov 1970) und Podzol auf Sand (Geyh/Roeschmann u. a. 1983). Zu den Konsequenzen gehört die Forderung nach detaillierter Bodenbeschreibung unter Berücksichtigung autochthoner und allochthoner Bodenmerkmale bei Humusdatierungen mit Hilfe von  $^{14}\text{C}$  (Roeschmann 1971; Geyh/Roeschmann u. a. 1983). Allein vor solchem Hintergrund ist zu klären, inwieweit und gegebenenfalls unter welchen Bedingungen überhaupt zutreffende und zuverlässige Bodendatierungen mit Hilfe von  $^{14}\text{C}$  möglich sind. Methodische Voraussetzung für eine solche Untersuchung ist die Verfügbarkeit hinreichend genauer Zeitmarken für den beprobten Bodenhorizont durch ein vom Ansatz der  $^{14}\text{C}$ -Datierung unabhängiges Verfahren. In Sedimentfolgen holozänen Alters ist dies vor allem dort der Fall, wo begrabene Humushorizonte ihre zeitliche Zuordnung durch archäologische Funde erhalten, z. B. in der Stratigraphie fluviatiler Sedimentdecken in holozänen Talauen.

Die eingeschränkte Wasserdurchlässigkeit bindiger Ausedimente verspricht ein vermindertes Risiko von Altersverfälschungen bei  $^{14}\text{C}$ -Datierungen an begrabenen Böden, und zwar in Flußtälern, in deren Einzugsgebiet die abtragungsintensive landwirtschaftliche Nutzfläche vorzugsweise an oberflächenbildende Lößsubstrate gebunden ist. Beispiele bieten besonders die Beckenregionen der Zentraleuropäischen Mittelgebirgszone (z. B. Wiener Becken, Wetterau) sowie die Gefildezone ihres nördlichen Vorlandes (im Sinne von Neef 1956), wozu auch die Leipziger Tieflandsbucht mit wesentlichen Laufabschnitten der Flüsse Saale, Weiße Elster, Pleiße und Mulde zählt.

Allerdings bietet auch die Entstehungsweise von Klocksubstraten methodische Probleme: „Hinsichtlich der Herkunft des abgelagerten Materials setzen Schwebstoffabsätze aus der sog. Flußtrübe den Auelehm zusammen, die letztlich auf abgeschwemmtes Material von den Hanglagen im Einzugsgebiet desjenigen Flusses zurückgehen, der jeweils die Aue durchfließt. Da naturgemäß überall auf den Hängen zuerst das humose Material im Oberboden des natürlichen Bodenprofils der Abschwemmung unterliegt, ist von vornherein auch humoses Bodenmaterial an der Zusammensetzung des abgelagerten Sediments beteiligt“ (Jäger 1962, S. 1). In Konsequenz dieses Sachverhaltes hat die Bodenkunde traditionell diesen Flußablagerungen holozäner Talauen die Vega als besonderen Bodentypus zugeordnet (Kubierna 1953; Abdelkader 1969; Lieberoth 1982). Für die radiometrische Datierung begrabener Humushorizonte in den Ausedimentfolgen mit Hilfe von  $^{14}\text{C}$  bedeutet dies, daß sowohl mit substrateigenem (lithogenem) als auch mit am Ablagerungsort neu akkumuliertem (topogenem) Humus gerechnet werden muß (letzterer wird hier nicht als pedogen bezeichnet, denn letztlich geht auch lithogener Humus im Klocksediment ursprünglich auf pedogenen Humus zurück, befindet sich aber im Sediment auf sekundärer Lagerstätte). Hier sind Altersverfälschungen auch bei der Datierung begrabener autochthoner Humushorizonte in Betracht zu ziehen, besonders wenn an dem zu datierenden Probengut erdgeschichtlich älterer substrateigener Humus mit hohem Anteil beteiligt ist (Schoute/Mook/Streurman 1983, S. 297).

Die tatsächliche Bedeutung von potentiellen Fehlerquellen dieser Art wie auch die vom stratigraphischen Befund weitgehend beeinflusste Aussagesicherheit der  $^{14}\text{C}$ -Datierung von begrabenen Humushorizonten im Auenholozän wird überprüfbar, wo günstige Aufschlußverhältnisse einen detaillierten Einblick in Aufbau und Lagerungsverhältnisse der holozänen Schichtenfolge bieten und mit archäologischen Zeitmarken verknüpft sind. Ein Beispiel dieser Art bieten Neuaufschlüsse der letzten Jahre, die der Braunkohleförderung im Tagebaubetrieb zu danken sind.

2. Stratigraphische Befunde, archäologische und pollenanalytische Datierungen

Bei Begehungen im Tagebau Merseburg-Ost, Bezirk Halle, ließen sich, bedingt durch die günstigen Aufschlußverhältnisse, sehr gute stratigraphische Einblicke in das Auenholozän gewinnen. Eine z. T. über 3 m mächtige Auelehmdecke wird durch mehrere begrabene Böden gegliedert (Taf. 39 oben), von denen einer durch archäologisches Material seine Datierung erfährt. Bislang wurden für die Altersbestimmung holozänstratigraphischer Befunde in den Auen besonders ur- und frühgeschichtliche Funde und darüber hinaus palynologische Ergebnisse herangezogen (vgl. Händel 1967). Im Rahmen einer Fallstudie soll am Beispiel der örtlichen Gegebenheiten (Gemarkung Zöschen, Mbl. 2680/4638; N 15,1; O 16,5 cm) geprüft werden, inwieweit die <sup>14</sup>C-Datierung bei der zeitlichen Fixierung der begrabenen Böden brauchbare Ergebnisse liefern kann. Hierbei kommt dem Vergleich von Radiokarbondatierung einerseits sowie archäologischer und pollenanalytischer Datierung andererseits große Bedeutung zu.

Im Profil<sup>1</sup> IV a (Abb. 1) wurde die Auelehmdecke durch einen begrabenen Boden, der urgeschichtliche Scherben enthielt, in zwei Abschnitte gegliedert. Das Liegende des Auelehms wurde durch Sedimente der Niederterrasse (mit Frostmarken) gebildet, wobei die Grenze durch eine Erosionsdiskordanz deutlich wurde. 40 m östlich von Profil IV a er-

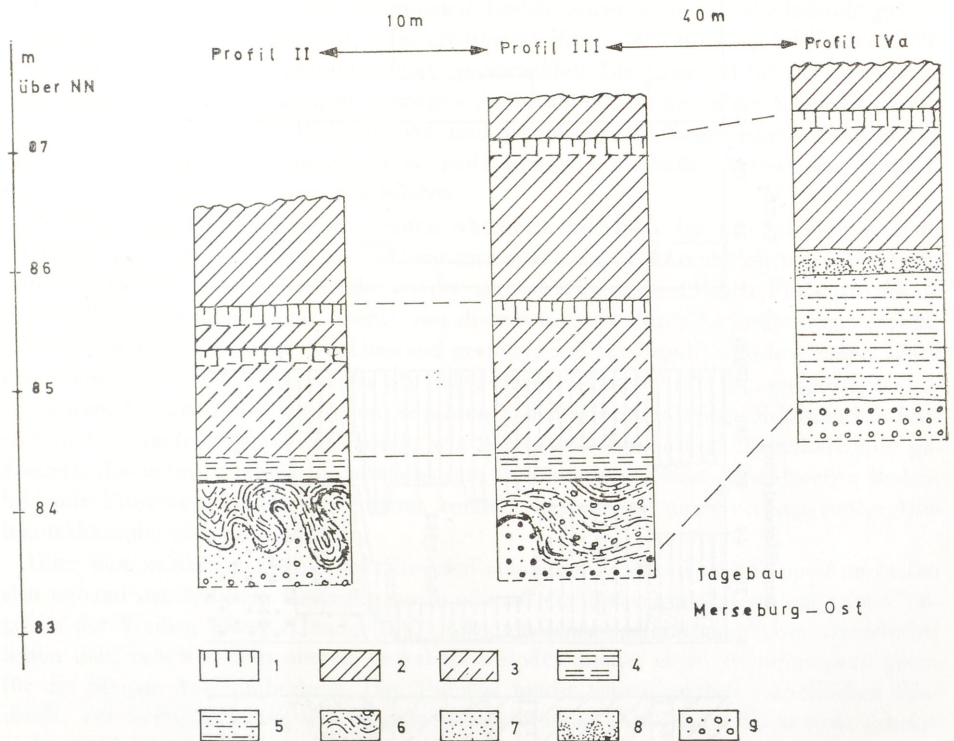


Abb. 1. 1 — Humushorizont (A-Horizont); 2 — Schluff, sandig, tonig, braun (Klock); 3 — Schluff, tonig, grau durch reduzierendes Milieu (Klock); 4 — Torf, z. T. stark zersetzt, mit mineralischem Anteil; 5 — sandiger Schluff, tonig, kiesig, humos, graubraun; 6 — dgl. krypturbar deformiert; 7 — Sand; 8 — dgl. mit Frostmarken; 9 — Kies, sandig

<sup>1</sup> Bei den Vermessungsarbeiten unterstützte M. Paul (Landesmuseum Halle) in dankenswerter Weise.

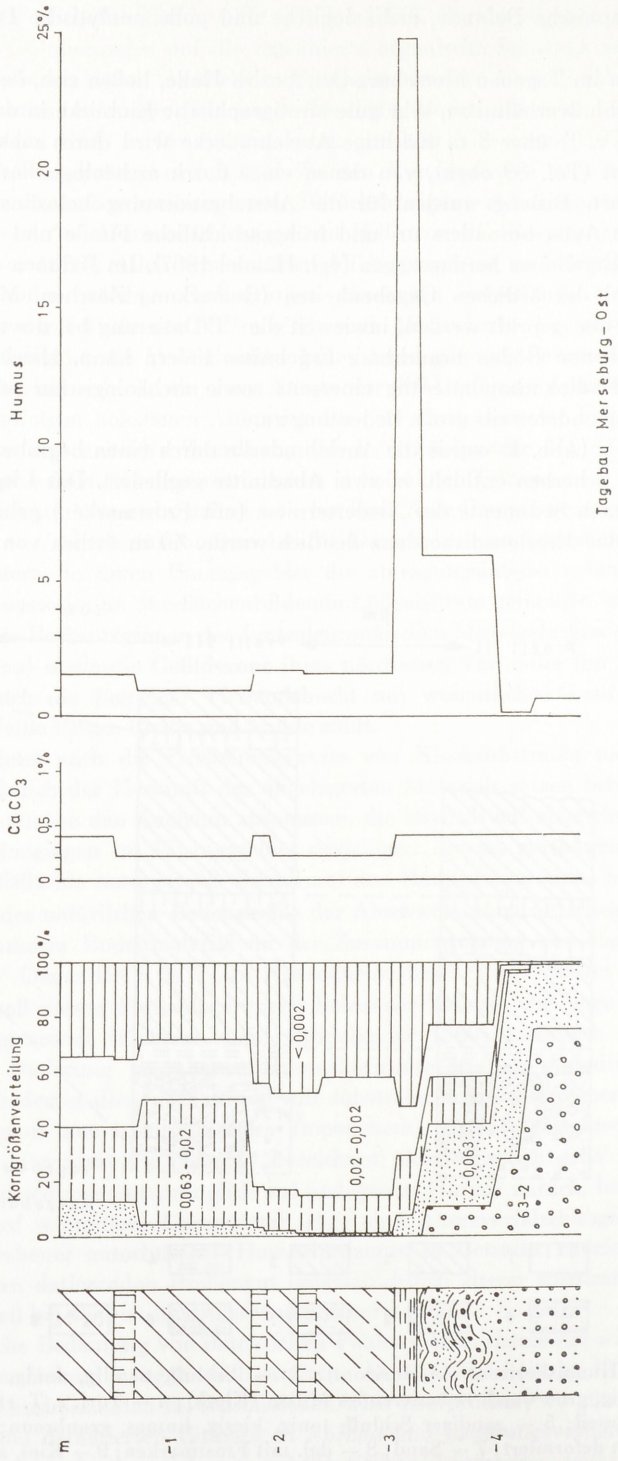


Abb. 2. Sedimentanalysen. Profillegende vgl. Abb. 1

reichten die Holozänschichten eine Mächtigkeit bis über 3 m (Profil III, Abb. 1). Der Horizontverlauf zwischen Profil IV a und III ließ sich nicht verfolgen, da zwischen beiden die Abbaufrent durch eine Abfahrt gestört war. Es kann angenommen werden, daß der obere begrabene Boden aus Profil III mit dem aus Profil IV a identisch ist. Dieser Zusammenhang wird durch eine unverzierte urgeschichtliche Scherbe, die aus dem oberen begrabenen Boden von Profil III geborgen wurde, wahrscheinlich gemacht. Eine Prüfung durch <sup>14</sup>C-Datierungen führte zu den nachfolgend aufgeführten Ergebnissen.

Ein zweiter begrabener Boden konnte 1,25 m tiefer festgestellt werden. Im Liegenden der Auelehmlagerung war ein 25 cm mächtiger Torf mit minerogenem Anteil abgeschlossen, der weichselglaziale, kryoturbat deformierte Schichten überdeckte.

Profil II (Abb. 1) befand sich 10 m östlich von Profil III, und zwischen beiden ließ sich der Horizontverlauf gut verfolgen. Im unteren Bereich der Auelehmdecke war nur an dieser Stelle ein dritter begrabener Boden ausgebildet. An der Basis der Klocksedimente befand sich wiederum ein Torf.

In Abb. 2 wurde die Kornverteilung, der Karbonat- sowie der Humusgehalt in Prozent dargestellt. Die älteren Klocksedimente weisen einen geringen Sand-, jedoch höheren Tongehalt auf — ein Hinweis auf geringere Strömungsdynamik. Der Sandgehalt der jüngeren Klocksedimente wird höher, und die Zusammensetzung Sand — Schluff — Ton rechtfertigt im gegebenen Fall die Ansprache der Sedimente als „Auelehm“. Bemerkenswert ist der Umstand, daß die begrabenen Bodenhorizonte im Profilaufschluß gut zu erkennen waren, sich jedoch vom Ausgangssubstrat (Auensubstrat nach Abdelkader 1969) nicht sehr deutlich in ihrem Humusgehalt unterscheiden. Die Ursachen hierfür sind in den spezifischen Bildungsbedingungen derartiger Sedimente zu suchen, denn Klockablagerungen entstehen infolge der Bodenerosion und weisen in der Regel einen allochthonen Humusgehalt auf. Entsprechend der Klassifikation von Aueböden können die Humushorizonte als „Vegas“ angesprochen werden.

Profile II und III repräsentieren einen Abschnitt innerhalb der Aue, in dem es während des Holozäns zuerst zur Torfbildung und später zur Akkumulation von Klocklehm kam. Dieser Bereich lag also während der gesamten nacheiszeitlichen Flußentwicklung außerhalb des Flußbettes bzw. wurde von diesem niemals durch Lateralerosion erreicht. Diese Annahme wird durch den Umstand gestützt, daß im Profil keine holozänen Kiese bzw. Sande festgestellt wurden, die als Beleg einer Flußbett- bzw. Rinnenfazies zu werten wären. Innerhalb der holozänen Schichten ließen sich auch keine Diskordanzen feststellen. Die Auelehmdecke war jedoch, wie bereits erwähnt, durch Bodenhorizonte gegliedert, die jeweils eine Sedimentationsruhe repräsentieren. Erst diese brachte bodenbildende Prozesse in Gang, bzw. damit konnten letztere mit einer verlangsamt Auelehmakkumulation schritthalten.

Über den zeitlichen Ablauf der Klocksedimentation in der Elster-Luppe-Aue lassen sich anhand des örtlichen Befundes sowie anhand der bisherigen Erfahrungen im Flußgebiet der Weißen Elster (Händel 1967) folgende Hinweise gewinnen: Die urgeschichtlichen Scherben aus dem oberen begrabenen Boden bieten einen terminus post quem für die jüngste Auelehm bildung. Das Material macht keinen zeitlich einheitlichen Eindruck. Verzierungselemente wie innenfacettierte Ränder (Abb. 3,3), Rillen bzw. Schrägriefen (Abb. 3,1,5,6), waagerechte und senkrechte Riefen (Abb. 3,4,7) sowie Omphaloböden (Abb. 3,8) lassen sich der jüngeren bzw. jüngsten Bronzezeit zuordnen (Periode IV und V nach Montelius). Dagegen können Gefäßreste mit verdickten Rändern (Abb. 4,1,2,9), Schalen mit nach innen gebogenen Rändern (Abb. 4,4), S-profilierter Schalen (Abb. 4,9,10) sowie gedellte Randbildungen (Abb. 4,11) und Ritzverzierungen (Abb. 4,3,5,8,13) in die frühe Eisenzeit (Periode VI) datiert werden. Der begrabene Boden muß demzufolge von der Jungbronzezeit bis zur frühen Eisenzeit die Oberfläche gebildet haben. Die jüngste

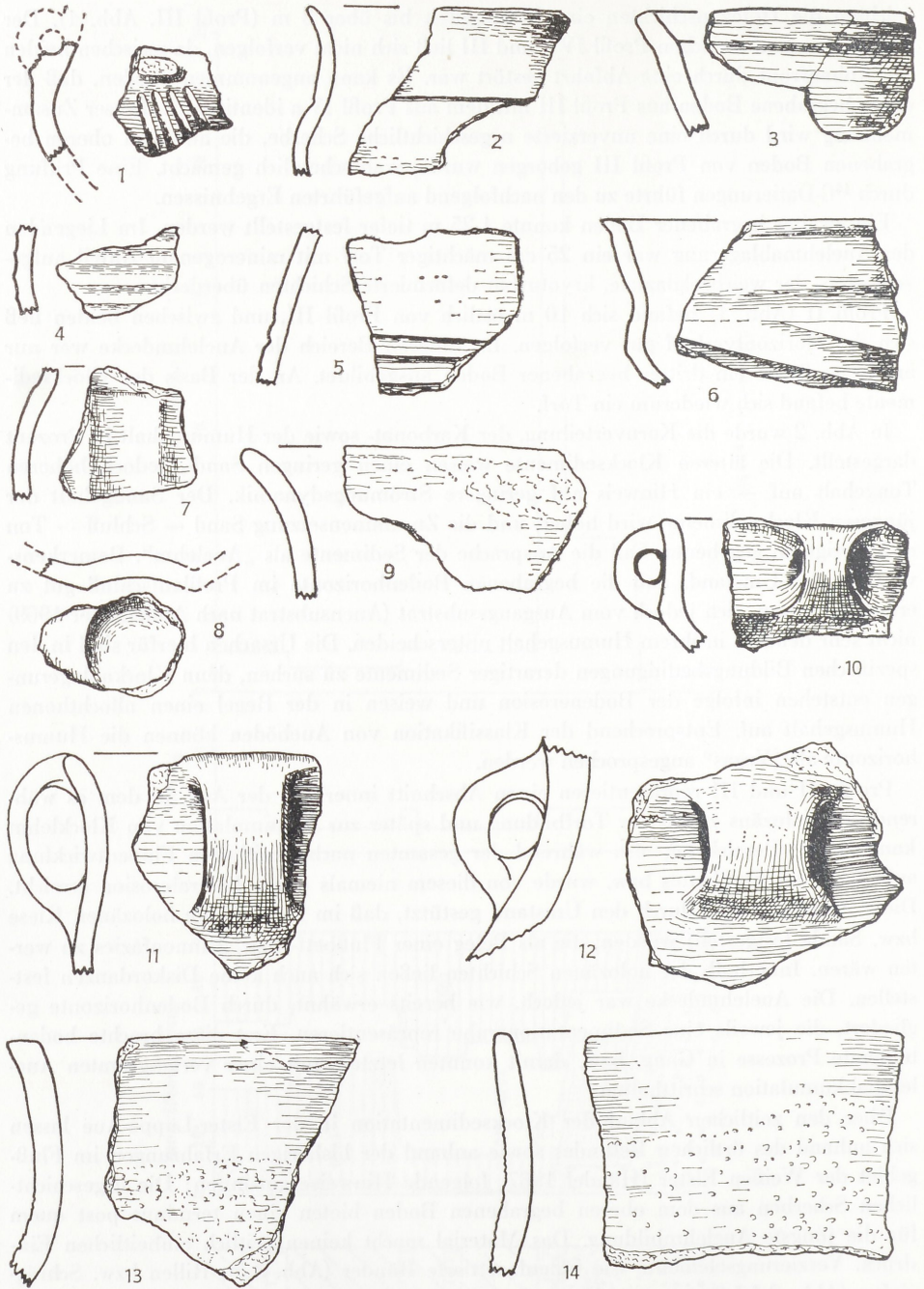


Abb. 3. Urgeschichtliches Material aus dem begrabenen Boden von Profil IV a

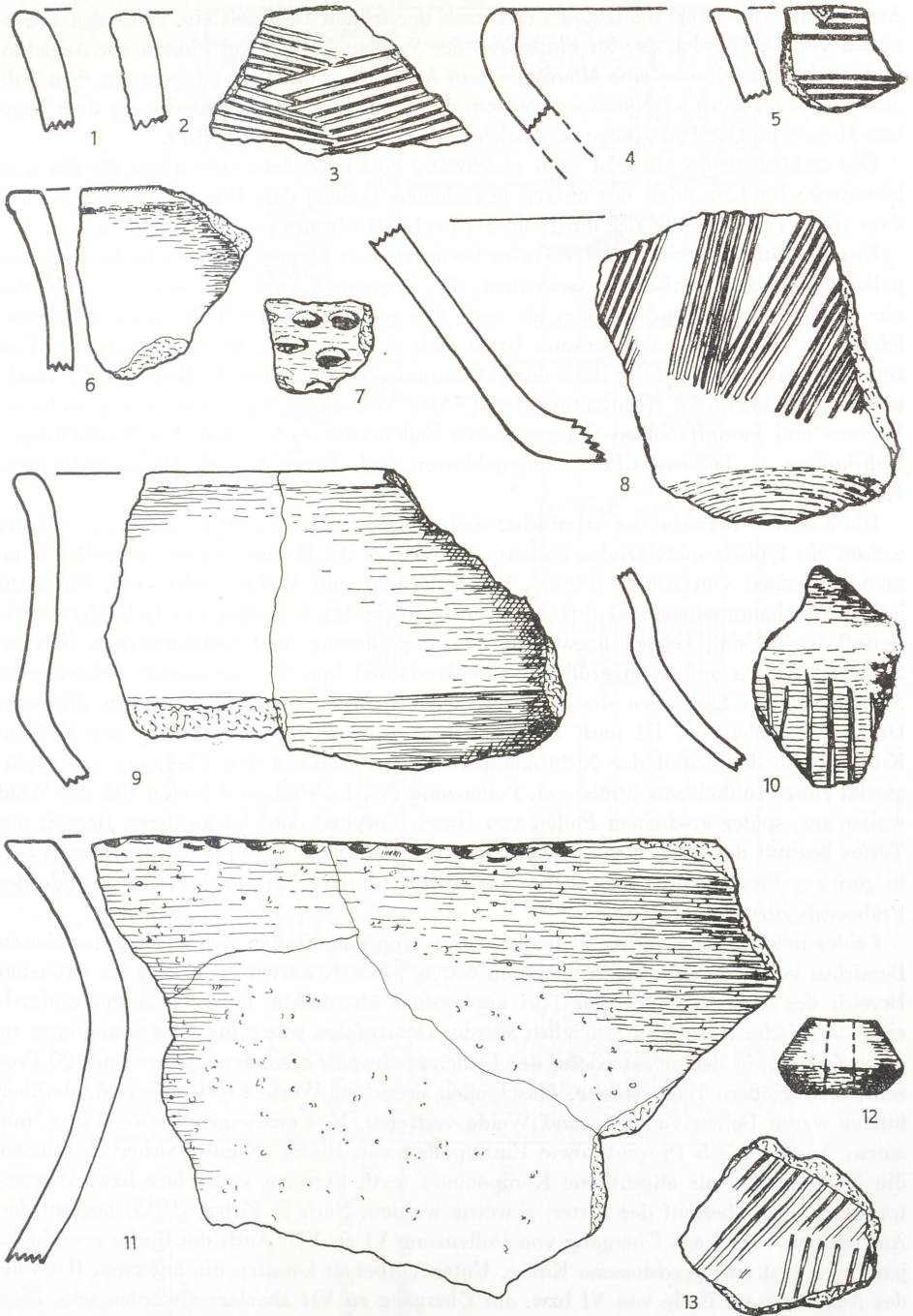


Abb. 4. Urgeschichtliches Material aus dem begrabenen Boden von Profil IV a

Auelehm bildung setzte demzufolge erst nach der frühen Eisenzeit ein. Nach den Ergebnissen von D. Händel, der im Flußgebiet der Weißen Elster zwei Phasen der Auelehm bildung herausstellte — eine ältere aus dem Atlantikum und eine jüngere aus dem Subatlantikum —, kann angenommen werden, daß die oberste Auelehmdecke aus dem Tagebau Merseburg-Ost dem „jüngeren Auelehm“ sensu D. Händel entspricht.

Das archäologische Material stellt gleichzeitig einen terminus ante quem für die Auelehmdecke im Liegenden des oberen begrabenen Bodens dar. Diese überdeckt konkordant einen Torf und läßt sich durch ein bis zwei A-Horizonte nochmals gliedern.

Um den Bildungszeitraum des Torfes bestimmen zu können, wurden Proben für eine pollenanalytische Bearbeitung gewonnen, die (abgesehen vom Torf selbst) sowohl den oberen Teil der Liegendschichten als auch den untersten Bereich des hangenden Auelehms mit erfassen. Das Diagramm ist in Abb. 5 dargestellt. Die Berechnung der Prozentangaben erfolgte auf der Basis der Totalsumme. Sie beinhaltet die Baum- und Strauchpollen (AP) sowie die Nichtbaumpollen (NAP). Von dieser Summe werden gewöhnlich Wasser- und Sumpfpflanzen (im gegebenen Fall betrifft es lediglich den Breitblättrigen Rohrkolben — *Typha latifolia*) ausgeschlossen (vgl. Faegri/Iversen 1975; Birks/Birks 1980).

Die obersten Bereiche der kryoturbat deformierten Schichten im Liegenden des Torfes weisen ein typisch spätglaziales Pollenspektrum auf: An Baum- und Strauchpollen kommen diejenigen von Kiefer (*Pinus*), Birke (*Betula*) und Weide (*Salix*) vor. Ein recht hoher Nichtbaumpollenanteil (bis 30 Prozent) sowie das Auftreten von Heliophyten wie Beifuß (*Artemisia*), Gänsefußgewächsen (*Chenopodiaceae*) und Sonnenröschen (*Helianthemum*) deuten auf einen größeren Offenlandanteil hin. Die kryoturbat deformierten Schlufflagen im Liegenden des Torfes können in ihrem oberen Bereich der Jüngeren Dryaszeit (Pollenzone III nach Firbas) zugeordnet werden. Der Anstieg der Kiefernkurve sowie der Abfall der Nichtbaumpollenkurve markiert den Übergang vom Spätglazial zum Frühholozän (Präboreal, Pollenzone IV). Im Präboreal breitet sich der Wald weiter aus, später erscheinen Pollen von Hasel (*Corylus*), und im mittleren Bereich des Torfes beginnt der Anstieg von Eiche (*Quercus*) und Ulme (*Ulmus*), darüber hinaus tritt in geringer Prozentzahl Linde (*Tilia*) auf. Dieser mittlere Bereich dürfte dem Ende des Präboreals zuzuordnen sein.

Leider machte die selektive Pollenkorrosion eine quantitative Bearbeitung des oberen Bereiches vom Torf unmöglich. Dagegen waren wider Erwarten die Pollen im untersten Bereich des Auelehms, der den Torf konkordant überdeckte, besser erhalten, wodurch eine statistische Auswertung möglich wurde. Demzufolge setzte die Auelehm bildung zu einer Zeit ein, in der neben Kiefer der Eichenmischwald, besonders *Quercus* mit 20 Prozent, eine größere Rolle spielte. Haselpollen erreichen Werte bis 10 Prozent, darüber hinaus waren Pollen von Erle und Weide vertreten. Neu erscheinen Fichte (*Picea*) mit einem Anstieg bis 5 Prozent sowie Einzelpollen von Buche (*Fagus*). Sicherlich müssen die Fichtenpollen als allochthone Komponente (evtl. Fernflug vom Harz bzw. Wassertransport vom Oberlauf der Elster) gewertet werden. Nach F. Firbas (1949) beginnt der Anstieg von Fichte am Übergang von Pollenzone VI zu VII. Auch die Buche erreicht in jener Zeit erst eine geschlossene Kurve. Unter Vorbehalt könnten die untersten Bereiche des Auelehms am Ende von VI bzw. am Übergang zu VII abgelagert worden sein. Dies stimmt gut mit den Angaben bei D. Händel (1967) überein. Ihm zufolge überlagert der „ältere Auelehm“ im Tagebau Espenhain (südlich von Leipzig) einen bis in das mittlere Atlantikum gebildeten Torf konkordant, wobei die Akkumulation des älteren Auelehms bereits im Atlantikum durch eine Bodenbildung abgeschlossen war. Zwischen Atlantikum und Subatlantikum habe eine Erosionsphase gelegen. Im Tagebau Merseburg-Ost zeigt sich jedoch, daß bis zur Jungbronzezeit mindestens zwei Phasen der holozänen Klock-



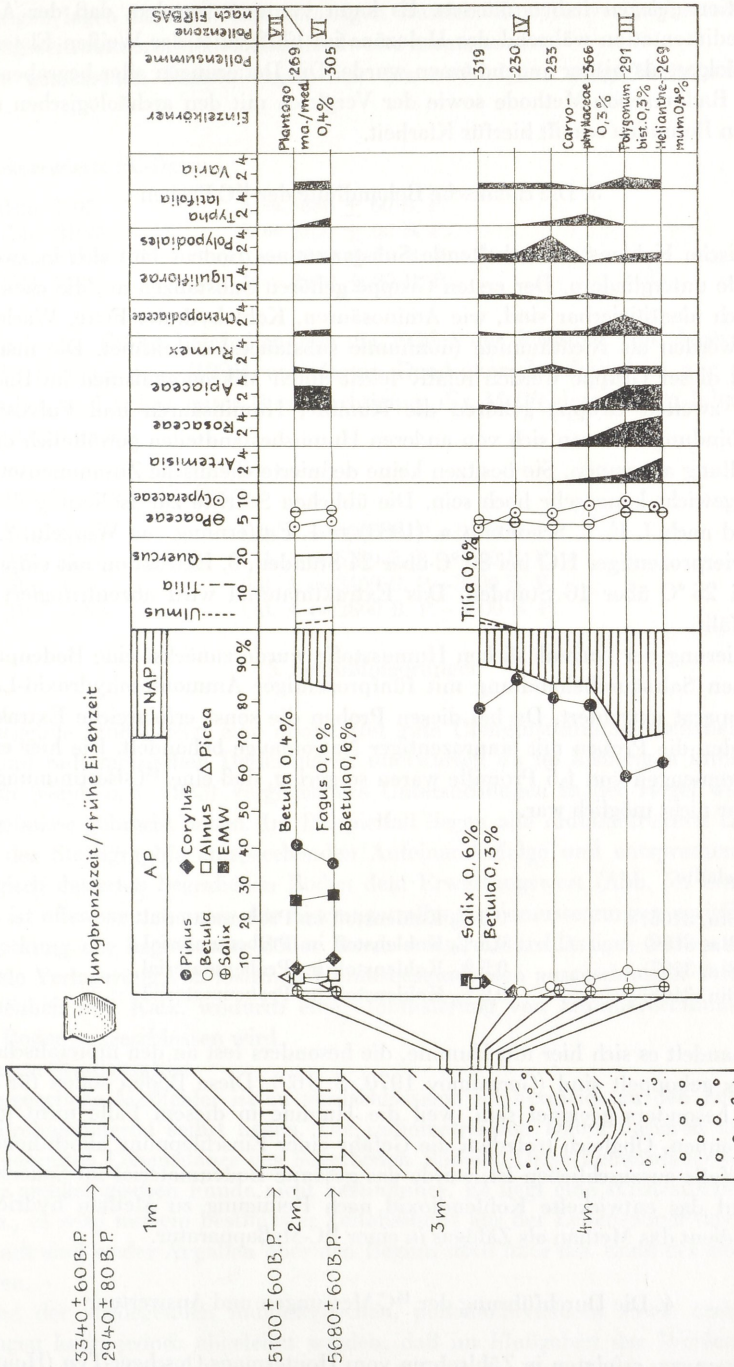


Abb. 5. Tagebau Merseburg-Ost. Radiometrische, archäologische sowie pollenanalytische Daten des Auenprofils. Profillängende vgl. Abb. 1

akkumulation gelegen haben müssen. Es kann vermutet werden, daß der Ablauf der Auelehmsedimentation während des Holozäns im Flußgebiet der Weißen Elster in mehr Phasen erfolgte, als bisher angenommen wurde. Die Datierungen aller begrabenen Böden durch die Radiokarbon-Methode sowie der Vergleich mit den archäologischen und palynologischen Befunden schafft hierfür Klarheit.

### 3. Die chemische Behandlung der $^{14}\text{C}$ -Proben

Die organische Kohlenstoff enthaltende Substanz eines Bodens läßt sich in zwei Hauptbestandteile untergliedern. Der ersten Gruppe gehören Substanzen an, die chemisch oder physikalisch identifizierbar sind, wie Aminosäuren, Kohlehydrate, Fette, Wachse, Harze u. ä.; sie werden als Nichtumine (nonhumic substances) bezeichnet. Die meisten Verbindungen dieser Gruppe werden relativ leicht durch Mikroorganismen im Boden abgebaut. Der zweiten Gruppe gehören die Humine, Huminsäuren und Fulvosäuren an. Diese Verbindungen lassen sich von anderen Humusbestandteilen gewöhnlich durch Laugenbehandlung abtrennen. Sie besitzen keine definierte chemische Zusammensetzung, das Molekulargewicht kann sehr hoch sein. Die üblichen Schritte zur Isolierung der Huminsäuren sind nach J. F. T. Schoute u. a. (1983) = 1. Entfernung von Wurzeln, 2. Behandlung mit vierprozentiger HCl bei 80 °C über 24 Stunden, 3. Extraktion mit einprozentiger NaOH bei 25 °C über 16 Stunden. Das Extraktmaterial wird abzentrifugiert und mit HCl ausgefällt.

Zur Isolierung der laugenlöslichen Humusstoffe wurde zunächst eine Bodenprobe nach der üblichen Salzsäurebehandlung mit fünfprozentiger Ammoniumhydroxid-Lösung im Soxhlet-Apparat extrahiert. Da bei diesen Proben die sonst erfolgreiche Extraktion versagte, wurden die Proben mit einprozentiger Natronlauge behandelt. Die hier erhaltenen Huminsäuremengen von 1,5 Promille waren so gering, daß eine  $^{14}\text{C}$ -Bestimmung im Normalzählrohr nicht möglich war.

Tab. 1. C-Gehalte

Probe 02 (Bln. 3105)	0,3 % Kohlenstoff im Probenmaterial
Probe 03 (Bln. 3106)	0,5 % Kohlenstoff im Probenmaterial
Probe 04 (Bln. 3107)	0,5 % Kohlenstoff im Probenmaterial
Probe 05 (Bln. 3108)	0,9 % Kohlenstoff im Probenmaterial

Offenbar handelt es sich hier um Humine, die besonders fest an den mineralischen Anteil des Bodens gekoppelt sind (Gerasimov 1970, S. 169). Diese Böden sollen für eine  $^{14}\text{C}$ -Datierung besonders geeignet sein, weil die Humine in diesem Falle nicht im Boden wandern können. Obgleich trotzdem die Gefahr einer Einschleppung allochthonen Materials keinesfalls auszuschließen ist, wurde das gesamte Bodenmaterial im Sauerstoffstrom geglüht und das entwickelte Kohlendioxid nach Reinigung zu Methan hydriert. Nach Reinigung dient das Methan als Zählgas in einer  $^{14}\text{C}$ -Meßapparatur.

### 4. Die Durchführung der $^{14}\text{C}$ -Messungen und Auswertung

Die  $^{14}\text{C}$ -Messungen erfolgten in Zählrohren vom Houtermans-Oeschger-Typ (Houtermans/Oeschger 1955; 1958) mit einer von G. Kohl (1975) beschriebenen Anlage. Die mit der Multiplikatoren-Methode ermittelten Zählrohrhochspannungen bestätigen, daß die Reinheit der Zählgase den Standardmeßbedingungen entspricht (Geyh 1966). Die Überwachung der  $^{14}\text{C}$ -Messungen erfolgte durch Ausnutzung der kosmischen und Umgebungsstrahlung (Görsdorf 1984). Jede Probe wurde in zwei unterschiedlichen Zählrohren gemessen. Die

Abweichungen lagen im statistisch zulässigen Bereich. Zur Auswertung wurden die im Auswertungszeitraum ermittelten Standardwerte herangezogen.

Für die gemessenen Proben ergab sich das nachfolgend aufgeführte unkorrigierte Alter.

Tab. 2. Unkorrigierte  $^{14}\text{C}$ -Daten

Probe 02 (Bln. 3105)	A = $5680 \pm 60$ B. P.
Probe 03 (Bln. 3106)	A = $5100 \pm 60$ B. P.
Probe 04 (Bln. 3107)	A = $3340 \pm 60$ B. P.
Probe 05 (Bln. 3108)	A = $2940 \pm 80$ B. P.

Die angegebenen Fehler beinhalten nur die Fehler der Messung. Die Auswertung der von G. W. Pearson u. a. (1985) vorgelegten Dendrokorrekturkurve ist nur näherungsweise möglich und liefert unter Berücksichtigung des Meßfehlers die im folgenden aufgeführten Alterswerte.

Tab. 3. Dendrokorrigierte  $^{14}\text{C}$ -Daten

Probe 02 (Bln. 3105)	Cal. A = 6300 B. P.—6700 B. P.
Probe 03 (Bln. 3106)	Cal. A = 5700 B. P.—6000 B. P.
Probe 04 (Bln. 3107)	Cal. A = 3400 B. P.—3800 B. P.
Probe 05 (Bln. 3108)	Cal. A = 2800 B. P.—3400 B. P.

## 5. Schlußfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt eine unerwartet gute Übereinstimmung zwischen archäologischen und radiometrischen Datierungen; unerwartet, da im bisherigen internationalen Schrifttum (Geyh u. a. 1983) vergleichbare Untersuchungen in der Regel weniger günstige Ergebnisse gebracht haben. Im Beispielfall liegen alle radiometrischen Datierungen in einer der Stratigraphie entsprechenden Aufeinanderfolge und entsprechen für einen archäologisch datierten begrabenen Boden dem Erwartungswert (Abb. 5). Ein derartiges Ergebnis ist offenbar nur unter den hier angetroffenen Voraussetzungen erzielbar:

1. Überdeckung der begrabenen Böden durch wasserundurchlässiges Sediment, wodurch vertikale Verlagerung von löslichen Humusbestandteilen ausgeschlossen wird.
2. Abwesenheit von Kalk, wodurch eine Mobilisierung von Humusverbindungen durch Ca im Boden ausgeschlossen wird.
3. Gesicherte Stratigraphie.

Der angegebene Meßfehler ist zu vernachlässigen im Vergleich zu den Fehlerquellen, die im Probenmaterial selbst liegen. Die radiometrischen Daten basieren auf Material aus der gesamten Lebensdauer des begrabenen Bodens. Diese Lebensdauer ist auch mit Hilfe der archäologischen Funde nicht bestimmbar. Es liegt eine synstratische Datierung vor, d. h., es wird nur ein bestimmter Zeitabschnitt aus der Lebensdauer des Bodens erfaßt. Damit sind weder Angaben über den Beginn noch über das Ende der Bodenbildung verbunden.

Anhand der vorliegenden radiometrischen, pollenanalytischen sowie archäologischen Datierungen kann jedoch abgeleitet werden, daß im Flußgebiet der Weißen Elster die feinklastische Sedimentation in den Auen während des Holozäns in mehr Phasen, als bisher angenommen, erfolgte. Zu klären ist nun, inwieweit Beziehungen zwischen den Sedimentationsphasen und dem Besiedlungsgeschehen im Einzugsgebiet nachgewiesen werden können.

## Literaturverzeichnis

- Abdelkader, F. H., Zur Kenntnis der Böden der DDR, 1. Mitteilung: Auensubstrate und Bodentypen in den Auengebieten; 2. Mitteilung: Bodenformen in den Auengebieten. *Albrecht-Thaer-Arch.* 13, 1969, S. 3–16, S. 129–150.
- Birks, H. J. B. und H. H. Birks, *Quaternary Palaeoecology*. London 1980.
- Ehwald, E., Bodengenetische Prozesse. *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-naturwiss. R.* 27, 1978, S. 563–569.
- Ehwald, E., Bodengenetik, Bodensystematik, Bodengeographie. In: G. Müller (Hrsg.), *Pflanzenproduktion — Bodenkunde*. Berlin 1980, S. 270–353.
- Faegri, K. und J. Iversen, *Textbook of Pollen Analysis* (3rd edition). Copenhagen 1975.
- Felgenhauer, F., J. Fink und H. de Vries, Studien zur absoluten und relativen Chronologie der fossilen Böden in Österreich. *Archaeol. Austriaca* 25, 1959, S. 35–73.
- Firbas, F., Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. *Erster Band: Allgemeine Waldgeschichte*. Jena 1949.
- Freye, J. C. und H. B. Willman, *Classification of the Wisconsinian Stage in the Lake Michigan Glacial Lobe*. Illinois State Geological Survey. Circular 285, Urbana 1960.
- Gerasimov, I. P., Der neueste Stand der Konzeptionen und Methoden zur Bestimmung des absoluten Alters der Böden. In: E. Ehwald (Hrsg.), *Beiträge zur Bodensystematik unter besonderer Berücksichtigung reliktsicher und rezenter Merkmale*. Tagungsber. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 102, 1970, S. 165–177.
- Geyh, M., Aufbau einer  $^{14}\text{C}$ -Meßanlage zur Datierung von Proben mit Altern größer als 60000 Jahren ohne Anreicherung und die mit dieser Aufgabe verbundenen Probleme. *Diss. Claustal* 1966 (MS).
- Geyh, M., *Einführung in die Methoden der physikalischen und chemischen Altersbestimmung*. Darmstadt 1980.
- Geyh, M., G. Roeschmann, T. A. Wijmstra und A. A. Middeldorp, The unreliability of  $^{14}\text{C}$ -dates obtained from buried sandy soils. *Radiocarbon* 25, 1983, S. 409–416.
- Görzdorf, J., Die Kontrolle der Standardmeßbedingungen bei  $^{14}\text{C}$ -Datierungen. *Mitt. Zentralinst. Isotopen- und Strahlenforsch. Leipzig* 84, 1984, S. 98–102.
- Händel, D., Das Holozän in den nordwestsächsischen Flußauen. *Hercynia, N. F.* 4, 1967, S. 152–198.
- Houtermans, F. G. und H. Oeschger, Proportionalzählrohr zur Messung schwacher Aktivitäten weicher  $\beta$ -Strahlung. *Helv. Phys. Acta* 28, 1955, S. 464–466.
- Houtermans, F. G. und H. Oeschger, Proportionalzählrohr zur Messung schwacher Aktivitäten weicher  $\beta$ -Strahlung. *Helv. Phys. Acta* 31, 1958, S. 117–126.
- Jäger, K.-D., Über Alter und Ursachen der Auelehmlagerung thüringischer Flüsse. *Praehist. Z.* 40, 1962, S. 1–59.
- Jäger, K.-D., Methodische Probleme der Erkennung und Datierung reliktsicher Bodenmerkmale am Beispiel der sandigen Böden in Mitteleuropa. In: E. Ehwald (Hrsg.), *Beiträge zur Bodensystematik unter besonderer Berücksichtigung reliktsicher und rezenter Merkmale*. Tagungsber. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 102, 1970, S. 9–32.
- Jäger, K.-D., Zum Aussagevermögen begrabener Böden für bodengenetische Untersuchungen zur aktuellen Bodendecke in Mitteleuropa. In: *Geneza i typologia gleb Polski (Polskie Towarzystwo Gleboznawcze)*. Warszawa 1973, S. 25–50.
- Klima, B. und J. Kukla, Absolute chronological data of Czechoslovak Pleistocene. In: E. Rühle (Hrsg.), *Czwartorzęd Europy Środkowej i Wschodniej*. Instytut Geologiczny, *Prace* 34, 1961, S. 171–174.
- Kohl, G., Variation des Radiokohlenstoffgehaltes der Paläoatmosphäre und deren Auswirkungen auf Chronologieprobleme der Archäologie. *Diss. Berlin* 1975 (MS).
- Kubienna, W., *Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas*. Stuttgart 1953.
- Laatsch, W., *Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden*. Dresden — Leipzig 1957.
- Libby, W. F., *Radiocarbon Dating*. Chicago 1952.
- Lieberoth, I., *Bodenkunde*. Berlin 1982.
- Ložek, V., *Quartärmollusken der Tschechoslowakei*. Prag 1964.
- Ložek, V., Boden. In: J. Filip (Hrsg.), *Enzyklopäd. Handb. Ur- und Frühgesch.* 1, Prag 1966, S. 134.
- Müller, G., Organische Bodensubstanz. In: G. Müller (Hrsg.), *Pflanzenproduktion — Bodenkunde*. Berlin 1980, S. 73–135.
- Neef, E., *Das Gesicht der Erde*. Leipzig 1956.

- Pearson, G. W. u. a., High precision radiocarbon time scale calibration. Presented at 12th International Radiocarbon Conference Trondheim (Norway) 1985.
- Roeschmann, G., Problems concerning investigations of palaeosoils in older sedimentary rocks — Demonstrated by the example of Wurzelböden of the carboniferous system. In: D. H. Yaalon (Hrsg.), Palaeopedology — Origin, nature and dating of palaeosoils. Jerusalem 1971.
- Scheffer, F. und B. Ulrich, Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde, III: Humus und Humusdüngung. Stuttgart 1960.
- Schoute, J. F. T., W. G. Mook und H. J. Streurman, Radiocarbon dating of vegetation horizons: methods and preliminary results. In: W. G. Mook and H. T. Waterbolk (Hrsg.),  $^{14}\text{C}$  and Archaeology — Proceedings of the First International Symposium (PACT 8). Strasbourg 1983, S. 295—311.
- Veličko, A. A., A. L. Devirc, E. I. Dobakine, N. G. Markova, T. D. Morozova und O. A. Čičagova, Pervye opredelenija absolutnogo vozrasta iskopajemych počv v lessach Russkoj ravniny. Doklady Akademii nauk SSSR 155 (3). Moskva 1964.
- Vries, H. de, Radiocarbon dates for upper Eem and Würm-interstadial samples. Eiszeitalter und Gegenwart 9, 1958, S. 10—17.
- Anschriften: Dr. T. Litt, Landesmuseum für Vorgeschichte, DDR — 4020 Halle (Saale), Richard-Wagner-Str. 9/10; Dr. G. Kohl und Dr. J. Görtsdorf, Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Alte Geschichte und Archäologie, DDR — 1086 Berlin, Leipziger Straße 3/4; Doz. Dr. sc. K.-D. Jäger, Wissenschaftsbereich Ur- und Frühgeschichte der Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg, DDR — 4020 Halle (Saale), Richard-Wagner-Str. 9/10