

F. BLÜMEL, V. JANIK UND H. SCHILLER:

DIE BODENENTWICKLUNG IN FRÜHGESCHICHTLICHEN GRÄBERN IN ENNS- LAURIACUM, OBERÖSTERREICH

Mit sechs Farbbildern

Dem Begründer und Leiter der systematischen archäologisch-anthropologischen und biohistorischen Gräberfeldausgrabungen in Oberösterreich¹ war schon lange aufgefallen, daß die Bodenbildungen über den Grabstätten andere Eigenschaften zeigen als auf den angrenzenden unberührten Flächen. Die Bodenverschiedenheiten, insbesondere die dunklere Färbung, die spezifische Pflanzengesellschaft und der andere Feuchtigkeitsgehalt im Vergleiche zu nichtgräberhältigen Flächen, werden von ihm zur Auffindung von Grabstätten, vor und nach dem Abräumen der Humusschichte, herangezogen.

Die auffallende makromorphologische Änderung des Bodens über den Gräbern versprach, in eingehenden und spezifisch bodenkundlichen Feld- und Laboratoriumsuntersuchungen interessante Hinweise zu erbringen. Aus den Untersuchungsergebnissen waren sowohl neue Erkenntnisse für die Bodenkunde als auch Anregungen für die grabarchäologische Forschung zu erwarten. Für die Pedologie² bot sich die Möglichkeit, die Frage der Bodenentwicklung auf eindeutig datierten Flächen, bedingt durch anthropogenen Einfluß, zu klären.

Aus diesen Überlegungen heraus hielten es die Verfasser für wertvoll, die bodenkundlichen Aufnahmen durch mikromorphologische Untersuchungen an dem Bundesversuchsinstitute für Kulturtechnik und technische Bodenkunde in Petzenkirchen und durch chemische Analysen an der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt in Linz zu ergänzen. Für die Unterstützung aller Arbeiten sei dem Ausgräber an dieser Stelle nochmals gedankt. Er hat einer ihm

¹ Universitätsdozent Dr. Ämilian Kloiber, Landesmuseum Linz und Universität Graz

² πεδον = Erdboden

fernliegenden Wissenschaft, nämlich der Pedologie, durch sein freundliches Entgegenkommen mit großem Interesse geholfen.

Feldbodenkundliche Beobachtungen

Die Ausgrabungsstelle Enns-Lauriacum 1958 und 1959 liegt auf dem „Steinpass“, einer etwas höher gelegenen Niederterrasse der Donau. Diese wurde im Würm aufgeschüttet, sie besteht vorwiegend aus kalkalpinem Material mit starker Quarzbeimengung. Flyschsandsteine sind relativ wenig vorhanden. Der mächtige Schotterkörper wird derzeit für Bauzwecke abgebaut. Die Schotter, besonders die größeren und länglichen, zeigen an der Grubenwand eine eindeutige West-Ost-Einregelung gleich der Donaurichtung. Aus diesen kalkreichen Schottern entwickelte sich im ungestörten Verband, bei 800 Millimeter Niederschlag und 9° Celsius mittlerer Jahrestemperatur eine schwachverbraunte Pararendsina mit folgendem Profilaufbau:

Ap-Horizont, 0 bis 20 cm: Stark humoser, stark kiesiger, schottriger lehmiger Sand; locker gelagert, krümelnd. Farbe i. f. Z.: 10 YR 3/1 — 3/2 (bestimmt nach Munsell Soil Color Charts), sehr gut durchwurzelt und durchlüftet, biologisch gut tätig, sehr gute Wasserführung, mäßiges Speichervermögen, leicht austrocknend, nicht klebend, schwach plastisch, Kalkschotter schon angewittert, rasch übergehend in den

AC-Horizont, 20 bis 40 cm: Kies und Schotter in schwach lehmiger Sand-Packung; lose gelagert, Einzelkornstruktur, Farbe der Packung i. f. Z.: 10 YR 4/3 — 5/3, Durchwurzlung rasch abnehmend (vereinzelt Faserwurzeln), sehr gut durchlüftet, biologisch fast untätig, vereinzelte Regenwurmspuren, sehr gute Wasserführung, geringes Speichervermögen, nicht klebend, nicht plastisch, Kalke angewittert, Quarz etwas verbraunt und mit schwacher Kalkkruste an der Unterseite, längliche Schotter und plattige Kiese in Stromrichtung eingeregelt, übergehend in den

C-Horizont, ab 40 cm: Kies und Schotter lose. Farbe: 10 YR 5/3 — 6/3 (mit der Tiefe nur 10 YR 6/3), Größe der Schotter zunehmend (bis 20 cm), zumeist Kalke, nicht angewittert, Quarze nicht verbraunt.

Demgegenüber ist der Profilaufbau der Grabstellen wesentlich unterschieden, wie aus folgender Beschreibung zu ersehen ist:

0 bis 20 cm: Abgeräumtes Material kann dem A-Horizont des Normalprofils gleichgestellt werden.

20 bis 50 cm: Kies und Schotter in schwach humoser, lehmiger Sandpackung; mitteldicht gelagert, undeutlich blockige Struktur (infolge geringen Feinerdeanteiles). Farbe i. f. Z.: 10 YR 4/3, gut durchwurzelt und durchlüftet, biologisch tätig, gute Wasserführung, mäßiges Speichervermögen, nicht klebend, schwach plastisch, Schotter und Kiese stark angewittert und verbraunt, längliche und plattige Formen, auch aufgestellt, Längsachsen ungerichtet, allmählich übergehend in

50 bis 85 (90) cm: Kies und Schotter in schwächst humoser, lehmiger Sandpackung; mitteldicht gelagert, Packung undeutlich, blockige Struktur, wenig Feinmaterial. Farbe i. f. Z.: 10 YR 4/3—4/4, Durchwurzelung abnehmend (vereinzelte Faserwurzeln), gut durchlüftet, biologisch schwach tätig, nicht klebend, schwach plastisch, Schotter und Kiese wie oben.

An der Basis dieses Horizontes liegen die Skelette aus dem 3. bis 4. Jahrhundert nach Christus.

C₁-Horizont, 90 bis 110 cm: Kies und Schotter in schwach lehmiger Sandpackung; Horizont ähnlich dem AC-Horizont des Normalprofils.

C₂-Horizont, ab 110 cm: Gleich dem C-Horizont des Normalprofils.

Aus den Profilbeschreibungen beider Standorte ist zu entnehmen, daß zwischen dem A- und dem C-Horizont eine ungefähr 70 Zentimeter mächtige Bodenbildung entstanden ist. Charakteristisch ist für sie die dunklere Färbung und ihr Humusgehalt, weiters die schwerere Bodenart, die undeutlich blockige Struktur und die bessere Durchwurzelung. Die Schotter und Kiese sind stärker angewittert und in ihren Längsachsen nicht mehr parallel zum Stromlauf liegend.

Alle diese Merkmale weisen darauf hin, daß über dem Grabe eine Bodenentwicklung vorhanden ist, welche in die Richtung einer Kalkbraunerde weist. Nach W. KUBIENA (8) kann sich diese auf kalkreichen Lockersedimenten bilden, und es wurde durch den anthropogenen Einfluß die Entwicklung von der ursprünglichen Pararendsina zur Kalkbraunerde stark beschleunigt. Auf dem Standort Enns-Lauriacum-Steinpaß ist der Grobanteil im Boden besonders hoch, wodurch eine gute Wasserdurchlässigkeit und außerordentlich gute Durchlüftung vorhanden ist.

Die nach der Beerdigung einsetzende Bodenentwicklung wurde außerdem stark begünstigt durch den mechanischen Umlagerungsvorgang bei der Bestattung und durch chemische Vorgänge der Humifizierung. Jedoch kann die Dynamik des Bodens dieses Standortes nur mit einer gewissen Einschränkung verallgemeinert werden. Besonders werden in Lehm- und Schluffböden so günstige Voraussetzungen nicht gegeben sein, und die Bodenentwicklung nach der Beerdigung wird infolge der geringeren Wasserversickerung und Durchlüftung weniger stark differenziert sein.

Die archäologischen Funde von „Wibau“ II 1 b und Holzleiten II b wurden aus den Schottern der Traun-Niederterrasse ausgegraben. Durch den Abbau der Schotter war bereits die obere Schichte der Bodenbildung völlig entfernt (Abraum), und es konnte nur von den benachbarten Flächen die natürliche Bodenbildung (das Normalprofil) beschrieben werden. Der Bodentyp ist auch hier eine verbrauchte Pararendsina auf Traunschotter, mit ähnlichem Profilaufbau und Aussehen wie in Enns-Lauriacum. Nur in „Wibau“ scheint, nach dem Abraum zu schließen, stellenweise eine dünne Auflage von stark feinsandigem Lehm vorhanden gewesen zu sein. Als siedlungs-archäologische Funde wurden Wohngruben und Pfostengruben aus dem 4. bis 1. Jahrhundert vor Christus gefunden, die in der Niederterrasse eingesenkt waren. Die Bodenbildungen in diesen Vertiefungen zeigen gleichfalls dunklere Farbe und höheren Humusgehalt. Der Boden ist Kies und Schotter in brauner Lehmpackung und hat blockige Struktur.

Wie ersichtlich, ergaben schon die makromorphologischen Merkmale grundsätzliche Unterschiede zwischen den Profilstellen. Zur Bestätigung der bodenkundlichen Unterschiede wurden Proben für die Dünnschliffuntersuchungen und für die chemischen Analysen entnommen.

Die mikromorphologische Beurteilung

Mikromorphologische Untersuchungen sind vielfach zur Untermauerung und exakteren Aussage der makromorphologischen Feststellungen notwendig. Zur mikroskopischen Untersuchung werden rund 2×2 Zentimeter große, 0,02 bis 0,04 Millimeter starke Bodendünnschliffe verwendet. Die Bodenproben müssen zu diesem Zwecke in natürlicher Lagerung entnommen, luftgetrocknet und mit einem

Polyesterharz (Palatal oder Vianova) gehärtet werden. Die so vorbereiteten Proben werden dann auf die erforderliche Stärke mit Carborundum-Pulver und Silicium-Carbidpapier abgeschliffen, auf einen Objektträger geklebt und mit einem Deckglas abgedeckt.

Entsprechend diesen Vorschriften wurden auch im vorliegenden Falle zur Ergänzung der makromorphologischen Beobachtungen die Proben von Enns-Lauriacum, Holzleiten und Wibau vorbereitet und zur Beurteilung des Mikrogefüges mit einer rund 30fachen, und der Binde substanz (= Plasma) mit einer bis rund 180fachen Vergrößerung untersucht.

Das natürlich gelagerte, also ungestörte Bodenprofil der Rendsina von Enns-Lauriacum „Steinpaß“ zeigte schon bei schwacher Vergrößerung wesentliche Unterschiede im Gefüge gegenüber den Profilen der einzelnen Grabungsstellen mit ihren Gräbern, bei deren seinerzeitiger Anlage das natürliche Bodenprofil gestört worden ist, unter zusätzlicher Einbringung des Toten mit seinem Sarge.

Die Humushorizonte sind in ihrem Gefüge allerdings noch wenig differenziert; jedoch scheint der A-Horizont des Grabes stärker oxydiert zu sein als jener des Normalprofils. Wesentliche Unterschiede zeigen die zwischen den A- und C-Horizonten liegenden Bereiche. Das Gefüge des AC-Horizontes kann im ungestörten Profil als Feinaggregatgefüge bis Krümelgefüge (Abbildung 1) bezeichnet werden, während der Unterboden des Grabes ein Krümel- bis Schwammgefüge (Abbildung 2) aufweist. Nach der Gefügesystematik von E. FREI (3) ist das Schwammgefüge höher als das Krümelgefüge, und jenes höher als das Feinaggregatgefüge entwickelt. Höher entwickelte Böden weisen im allgemeinen auch vollkommener Gefügearten auf. Aus diesen Feststellungen kann auf eine raschere und intensivere Entwicklung des Bodens über den Gräbern geschlossen werden. Bei stärkerer Vergrößerung weisen auch die intensiver gefärbten und zum Teil gelartigen Plasmaflocken des Unterbodens auf den höheren Entwicklungsgrad des Bodens über den Gräbern gegenüber jenem des ungestörten Profils hin. Besonders deutlich zeigen sich diese Unterschiede in der Beschaffenheit des Bodenplasmas bei der Probe aus dem Skelettbereich (Abbildung 3) gegenüber der Binde substanz des AC-Horizontes des „Normalprofils“ (Abbildung 4).

Die Probe aus der Pfostengrube von Holzleiten II b weist ebenfalls dichtere, dunklere, zum Teil gelartige Flocken (Abbildung 5) im Plasma auf, während die Probe des ungestörten Bodenprofils hellere

und weniger dichte Flocken (Abbildung 6) erkennen läßt. Da dichtere und intensiver gefärbte Plasmaflocken gegenüber helleren, lockeren, nicht gelartigen eine Alterung anzeigen, wie bereits an anderer Stelle (2) ausgeführt wurde, kann auch bei den Proben aus Holzleiten ein höherer Entwicklungsgrad des Bodens in der Pfostengrube gegenüber jenem des „Normalprofiles“ angenommen werden.

Auch die Böden aus der Wohngrube von Wibau II 1b besitzen eine wesentlich dichtere und dunklere Plasmasubstanz als die ungestörten Böden dieses Standortes. Im Unterboden der Wohngrube Wibau kann überdies noch eine starke Bewegung der Karbonate, ersichtlich an Hohlräumauskleidungen mit Kalzit, festgestellt werden. Dieser dynamische Vorgang weist auf eine stärkere Verwitterung, Umbildung und Wasserbewegung hin.

Die chemischen Analysenergebnisse

Zu einer genauen Charakterisierung der Bodenprofile und ihrer Eigenschaften ist es notwendig, die im Gelände festgestellten Beobachtungen durch Untersuchungen im Laboratorium zu bestätigen. Die Auswahl der Untersuchungsverfahren richtet sich dabei nach der Problemstellung, doch muß die Zusammensetzung des Bodenmaterials berücksichtigt werden. Bei unseren Untersuchungen sollte geklärt werden, welche Entwicklungen die Pararendsina über den Grabstellen Enns-Lauriacum im Laufe einer bestimmten Zeit genommen hat.

Als Maßstab dafür kann die Bildung von Tonmineralen angesehen werden, da durch die Verwitterung ihr Anteil im Boden zunimmt. Die Ermittlung des Tongehaltes erfolgt durch Sedimentationsanalysen, die jedoch bei den Rendsinen und Pararendsinen keine zuverlässigen Werte infolge der Koagulation der Feinstteilchen durch das Kalziumion ergeben. In solchen Fällen gibt die Bestimmung der Austauschkapazität (T-Wert) eine wesentlich bessere Auskunft, denn mit der Bildung von sekundären Tonmineralen im Boden steigt sein Ionenfesthaltevermögen. Dieser Sorptionsvorgang spielt sich an den Grenzflächen der Feinstteilchen ab und ist um so stärker ausgeprägt, je zahlreicher und kleiner diese sind. Einen wesentlichen Einfluß auf die Sorption übt die organische Substanz im Boden aus. Analytisch wird das gesamte Sorptionsvermögen durch die Ermittlung aller austauschbaren Ionen festgestellt und als $T_{\text{ges.}}$ -Wert (7) bezeichnet.

Um den Sorptionsanteil der mineralischen Komponente im Boden kennenzulernen, wird in einem zweiten Analysengang die organische Substanz zerstört und der $T_{\min.}$ -Wert bestimmt. Durch Subtraktion letzteren Wertes von der gesamten Austauschkapazität erhält man T_{org} und damit eine kennzeichnende Zahl für die Humusqualität. In der Tabelle 1 sind für die beiden Vergleichsprofile die Austauschkapazitäten in mval angeführt, womit ihr Festlegungsvermögen für die Äquivalentgewichte (Molekulargewicht in mg/Wertigkeit) der Ionen gekennzeichnet wird.

Die Pararendsina zeigt in ihren $T_{\text{ges.}}$ - und $T_{\min.}$ -Werten eine ungestörte Lagerung, wobei die schwache Anreicherung der Tonsubstanz in AC-Horizont auf eine geringe Verlagerung der Feinstteilchen hinweist. Dagegen ist im Grabe in allen Schichten die gesamte Austauschkapazität des Bodens ab 20 Zentimeter Tiefe stark erhöht; die Ursache ist auf eine Zunahme der mineralischen Feinstteilchen im Boden zurückzuführen. Die $T_{\min.}$ -Werte erreichen in den tieferen Horizonten des Grabprofils 12,5 mval/100 g Boden. Die durchschnittliche Zunahme des Sorptionsvermögens der mineralischen Substanz beträgt auf Grund der archäologischen Datierung (300 nach Christus) für die Zeit von 1600 Jahren 6 mval/100 g Boden. Daraus kann eine Verwitterungsintensität von 0,004 mval pro Jahr errechnet werden. Dieser Betrag liegt wesentlich höher als das von BARSHAD, J. (1) ermittelte Maximum der durch eine normale Bodenentwicklung möglichen Tonbildung. Ursächlich hiefür kann eine tiefgreifende Veränderung des Makrogefüges sowie der Durchmischung und Zufuhr von organischer Substanz durch den bestatteten Menschen angesehen werden. Als Folge trat eine bedeutend stärkere Durchlüftung und Durchfeuchtung auf Grund des größeren Porenvolumens ein. Hiezu kam noch eine starke CO_2 -Produktion, und durch die Wirkung all dieser Faktoren wurde der Verwitterungsvorgang wesentlich beschleunigt.

Die Störung der normalen Bodenentwicklung ist weiters deutlich erkennbar durch den bedeutend höheren Anteil der organischen Substanz an der Austauschkapazität. In der Krume des Grabprofils liegt T_{org} mit 41 Prozent und das Sorptionsvermögen von 2,1 mval auf 1 g Humus tiefer als die entsprechenden Werte des A-Horizontes der Pararendsina. Dieses sorptionsschwächere Verhalten der organischen Substanz dürfte mit ihren geringeren Verrottungsgrad in Verbindung stehen. Mit dem Zuschütten des Grabes

ist sicherlich der ehemalige A-Horizont in den Unterboden gelangt und eine neue Krümenentwicklung hat eingesetzt. Darauf weisen nicht nur die höheren T_{org} -Werte hin, sondern auch der erhöhte Kohlenstoffgehalt des Unterbodens, siehe Tabelle 2. Infolge dieser geänderten Entwicklungsbedingungen ist eine starke Verminderung des $CaCO_3$ -Gehaltes in der Feinerde des Grabprofils bis zum C-Horizont eingetreten. Vermutlich wurde dies durch die Zersetzung der organischen Substanz und der damit verbundenen reichlichen CO_2 -Entwicklung bedingt, wobei gut lösliche Bikarbonate sich gebildet haben, die mit den Sickerwässern ausgewaschen wurden.

Zum Aufbau der Zellen benötigt die Pflanzen- und die Tierwelt von den Elementen des periodischen Systems vor allem Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor. Deren Anreicherung im Boden kann man deshalb mit Organismenrelikten in Verbindung bringen. Aus dieser Erwägung heraus beschränkten wir uns bei der Untersuchung auf die quantitative Bestimmung der oben angeführten Elemente, die gefundenen Werte sind in der Tabelle 2 angeführt.

Der Kohlenstoff wurde indirekt über die Naßverbrennung der organischen Substanz mit konzentrierter Schwefelsäure bestimmt (11, 12) und mit dem Faktor 0,58 auf C umgerechnet. Wie erwartet, fällt in der ungestörten Pararendsina der Kohlenstoffgehalt im Unterboden stark ab, während er in den entsprechenden Horizonten des Grabprofils doppelt so hoch liegt und keine Abnahme mit der Tiefe zeigt. Inwieweit für diese Erhöhung eine Vermischung des Bodens mit der ehemaligen Krume infolge der Bestattung oder ein Transport von organischer Substanz durch Lumbriciden von unten nach oben in Frage kommt, läßt sich an Hand der vorliegenden Befunde nicht entscheiden. C^{14} -Untersuchungen könnten hier weitere Aufklärung bringen.

Mit den Kohlenstoffwerten korrespondieren jene des Stickstoffs, und letztere sind auch im Grabprofile bedeutend erhöht. Im C/N-Verhältnis bestehen zwischen den beiden aufgenommenen Profilen keine wesentlichen Abweichungen. Im Vergleich zu anderen Standorten Oberösterreichs (10) ist das C/N-Verhältnis in den tieferen Horizonten sehr eng und weist auf einen weitgehenden Abbau der organischen Substanz hin. Auch bei der Erde aus der Schädel- und Bauchhöhle gehen die Stickstoffwerte weitgehend parallel mit dem Kohlenstoffgehalte.

Aufschlußreich sind die Zahlen über den laktatlöslichen Phosphorsäuregehalt in den beiden Profilen, wobei — auf Grund der geringeren Beweglichkeit der Phosphorsäure im Boden — eine klare Beziehung zur **B e s t a t t u n g s t i e f e** erkennbar ist. Im Grabprofil kann man bei 90 Zentimeter eine auffallende Erhöhung der laktatlöslichen Phosphorsäure auf 100 mg $P_2O_5/100$ g Boden feststellen, die bei den Proben aus der **S c h ä d e l -** und **B a u c h h ö h l e** bis auf 362,5 mg ansteigt (Tabelle 3).

Für eine **V e r m e n g u n g** der ehemaligen Krume mit dem Unterboden nach der Bestattung sprechen noch deutlicher als der Kohlenstoffgehalt die höheren, laktatlöslichen Phosphorsäurewerte der Proben im Grabprofil von 20 bis 65 Zentimetern bzw. die niedrigere Zahl für P_2O_5 im A-Horizont. Viel laktatlösliche Phosphorsäure hat der A-Horizont der ungestörten Pararendsina, eine Beobachtung, die wir stellenweise auf der Niederterrasse auf der Traun und Enns bei Ackererden schon öfters machen konnten. Ob hier phosphorsäurereicher Schlier zur Ablagerung gelangte, oder es sich um alte Siedlungsflächen handelt, könnte erst an Hand einer ins Detail gehenden Kartierung der Bodenuntersuchungsergebnisse entschieden werden.

Die Phosphorsäure-Anreicherung der Böden im Bereich aufgelassener **W o h n s t ä t t e n**, auf die bereits F. SCHEFFER, A. KLOKE und H. SPERLING (9) hingewiesen haben, findet eine neuerliche Bestätigung durch die laktatlösliche Phosphorsäure der Bodenproben aus den Wohngruben von Wibau; dagegen sind die C- und N-Werte weniger sichere analytische Anhaltspunkte für ur- und frühgeschichtliche Siedlungsplätze. Verbliebene Phosphorsäurerückstände im Boden scheinen eng mit dem Zerfall der an Kalziumphosphat reichen Knochen in Verbindung zu stehen, da in den Pfostengruben von Wibau und Holzleiten die laktatlösliche Phosphorsäure sehr gering ist. Die Proben von den beiden letztgenannten Standorten fallen dagegen durch einen etwas höheren Kohlen- und Stickstoffgehalt auf. Gleichfalls liegen die $T_{ges.}$ -Werte im Vergleich zum C-Horizont der ungestörten Pararendsina höher, wie aus nachfolgender Aufstellung zu ersehen ist. Auch hier dürfte eine stärkere Intensität der Verwitterung durch organische Abfälle eingetreten sein, obwohl Beimengungen von Lehm bei den Wohngruben nicht auszuschließen sind.

Pararendsina Holzleiten II b:

Ap-Horizont 0 bis 20 cm	. .	22,5 $T_{ges.}$ mval/100 g
C-Horizont ab 20 cm	. .	3,8 $T_{ges.}$ mval/100 g

Holzleiten II b Pfoſtengrube		18,8 T _{ges.}	mval/100 g
„Wibau“ II 1 b Wohngrube 4:	0 bis 20 cm	15,0 T _{ges.}	mval/100 g
Wohngrube 4:	20 bis 50 cm	16,3 T _{ges.}	mval/100 g
Pfoſtengrube 4:		14,5 T _{ges.}	mval/100 g

Bei der Laktatextraktion werden wegen ihrer schwachen Wasserstoffionen-Konzentration (0,02 n), nur die leichter löslichen Phosphorsäureverbindungen eines Bodens ermittelt. Wesentlich stärkere Säurekonzentrationen muß man nehmen, um die Gesamtposphorsäure in Bodenproben aufzuschließen, und wir wählten hiezu das Verfahren nach МЕНТА (4). Diese Methode gibt gleichzeitig darüber Aufschluß, wie hoch der in mineralischer und in organischer Bindung vorliegende Gehalt an Phosphorsäure ist. Wie man aus den Werten der Tabelle 3 entnehmen kann, liegt die Phosphorsäure bei den Proben aus der Schädel- und Bauchhöhle über 98,5 Prozent in mineralischer Form vor, wodurch ihre Herkunft aus der Knochensubstanz bestätigt wird. Aus der hohen Laktatlöslichkeit der Phosphorsäure kann man außerdem noch schließen, daß diese vorwiegend in Form von Kalziumphosphat vorliegen dürfte. In den Proben des Bestattungsbereiches, und unterhalb desselben, steigt die organisch gebundene Phosphorsäure an und liegt sodann extrem hoch, knapp unterhalb des Skelettes.

Zusammenfassung

Um die Veränderung eines Bodens durch anthropogenen Einfluß kennenzulernen, wurden Bodenprofile über eindeutig datierten archäologischen Funden in Oberösterreich (Enns-Lauriacum, Holzleiten und Wibau) untersucht. Die Fundstellen liegen in kalkreichen Schottern auf der Niederterrasse der Donau und Traun. Aus den Untersuchungen können nachstehende Ergebnisse hervorgehoben werden:

1. Der Boden über den Gräbern von Lauriacum, 3. bis 4. Jahrhundert nach Christus, zeigt die Tendenz zur Entwicklung einer Kalkbraunerde, wogegen am ungestörten Standort eine schwachverbraunte Pararendsina vorhanden ist.
2. Bei den mikromorphologischen Untersuchungen war dichtere und dunklere Bodenbindesubstanz an den Proben der Grabstellen festzustellen und ein höher entwickeltes Krümel- bis Schwammgefüge zu beobachten.

3. Analytisch konnte die intensivere Bodenentwicklung über den archäologischen Fundstellen durch höhere Austauschkapazität und durch wesentlich verringerten Karbonatgehalt bewiesen werden; höhere Werte der organischen Substanz waren in den tieferen Horizonten nachweisbar.
4. Infolge der geringen Beweglichkeit der Phosphorsäure im Boden zeichnen sich klare Beziehungen zwischen dem Gehalt an laktatlöslicher Phosphorsäure und der Bestattungstiefe ab. Die Phosphorsäure liegt im Skelettbereich überwiegend in anorganisch gebundener Form vor und die hohe Laktatlöslichkeit weist auf Ca-phosphate hin. Erhöhte laktatlösliche Phosphorsäurewerte waren gleichfalls bei den Proben aus den Wohngruben festzustellen.

Literatur

1. Barshad, J.: Factors affecting clay formation. *Clays a Clay Min. Proc.* 6, Nat. Conf. Clays a Clay Min. 1957 (110—132, 1959).
2. Blümel, F., Janik, V. und Schiller, H.: Die Mikromorphologie und der Kolloidzustand unterschiedlicher Bodentypen, Festschrift der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz LX/4, 1959.
3. Frei, E.: Gefügeuntersuchungen an landwirtschaftlichen Kulturböden, Mitteilungen der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt, Zürich-Oerlikon, 1948.
4. Jackson, M. L.: Soil chemical analysis, S. 171, Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, N. J. 1958.
5. Janik, V.: Bodenuntersuchung im Dienste der Forschung und Planung, Oberösterreichische Heimatblätter, 1956.
6. Kloiber, Ä.: Die Gräberfelder von Lauriacum. Das Ziegelfeld, Oberösterreichischer Landesverlag Linz, 1957.
7. Knickmann, E., Herrmann, R. und Thun, R.: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethode (Methodenbuch). Die Untersuchung von Böden, 1., 2. und 3. Auflage, Verlag Neumann, Radebeul-Berlin, 1955.
8. Kubiena, W.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, Verlag F. Enke, Stuttgart, 1953.
9. Scheffer, F., Kloke, A. und v. Sperling, H.: Ursachen und Zusammenhänge hoher Phosphatlöslichkeit im Boden, *Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 72, S. 200—213, Verlag Chem. Weinheim, 1956.
10. Schiller, H. und Janik, V.: Ein Beitrag zur Kenntnis der oberösterreichischen Böden. *Die Bodenkultur*, 10, 187—211, Verlag Fromme, Wien, 1959.
11. Skutetzky, R.: Zur Humusbestimmung in Böden, Festschrift zum 50jährigen Bestand der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz, L/1, 1949.
12. Walkley, A. u. Armstrong, J.: *Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 37, S. 372, 1935.

TABELLE I

Die Austauschkapazität der Proben

Bezeichnung	Tiefe in cm	T-Wert		org.	Torg Prozent	Torg mval/g
		gesamt	min. mval/100 g			
Pararendsina, Enns-Steinpaß						
Ap	0 bis 20	18,8	5,0	13,8	73	4,0
AC	20 bis 40	8,5	7,5	1,0	12	1,1
C	ab 40	5,0	5,0	0	—	—
Grab-Profil						
1	0 bis 20	21,2	12,5	8,7	41	2,1
2	20 bis 50	15,0	12,5	2,5	17	1,7
3	50 bis 85	15,0	12,5	2,5	17	1,8
C ₁	90 bis 110	13,0	10,0	3,0	23	1,9
C ₂	ab 110	6,0	5,0	1,0	17	1,4

TABELLE II

Die chemischen Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Tiefe in cm	CaCO ₃ Prozent	C Prozent	N Prozent	C/N	Laktat-
						lösliches P ₂ O ₅ mg/100 g
Enns-Steinpaß						
Pararendsina						
Ap	0 bis 20	10,5	2,0	0,25	8	74,5
AC	20 bis 40	57,5	0,5	0,08	6,2	18,5
C	ab 40	59,6	0,3	0,04	7,5	10,4
Grabprofil						
1	0 bis 20	6,3	2,4	0,31	7,7	14,1
2	20 bis 50	3,4	0,9	0,14	6,4	49,5
3	50 bis 85	13,4	0,8	0,12	6,7	30,5
C ₁	90 bis 110	10,1	0,9	0,14	6,4	100,0
C ₂	ab 110	21,0	0,4	0,05	8,0	13,7
Holzleiten II b						
Pararendsina						
Ap	0 bis 20	14,7	1,3	0,20	6,5	3,7
C	ab 20	48,3	< 0,2	0,02	—	3,4
Pfostengrube						
„Wibau“ II 1 b		8,4	1,2	0,16	7,5	3,8
Wohngrube 4						
	0 bis 20	4,6	0,5	0,06	8,3	10,8
	20 bis 50	18,4	0,5	0,06	8,3	11,2
Pfostengrube 4						
		18,1	0,6	0,08	8,0	4,0

TABELLE III

Anteil der anorganisch und organisch gebundenen Phosphorsäure an ihrem Gesamtgehalte

Bezeichnung	Tiefe in cm	Phosphorsäuregehalt			Prozent-Anteil		
		Gesamt	Anteil anorg. mg/100 g	Anteil org.	laktat- löslich	org. laktat- löslich	
Enns-Steinpaß							
Grabprofil							
3	50 bis 85	307,0	222	85	30,5	28	10
C ₁	90 bis 110	220,0	137	83	100,0	38	45
C ₂	ab 110	267,0	70	197	13,7	74	5
Erde aus der							
Schädelhöhle							
		975,0	975,0	—	320,0	0	33
		990,0	987,0	3	362,5	0,3	37
Bauchhöhle							
		545,0	537,0	8	100,0	1,5	18

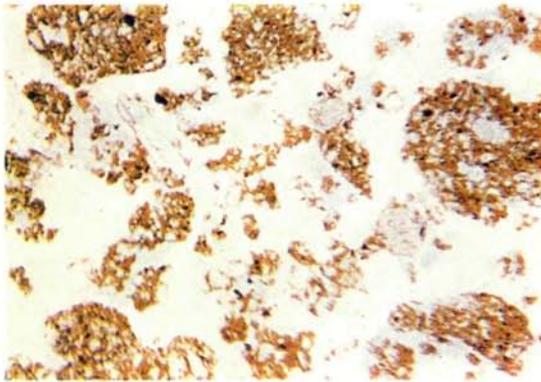


Abbildung 1: Schwach verbrauchte Pararetsina von Enns-Lauriacum, „Steinpaß“; ungestörtes Profil, AC-Horizont; Feinaggregat- bis Krümelgefüge; Vergrößerung 25fach.

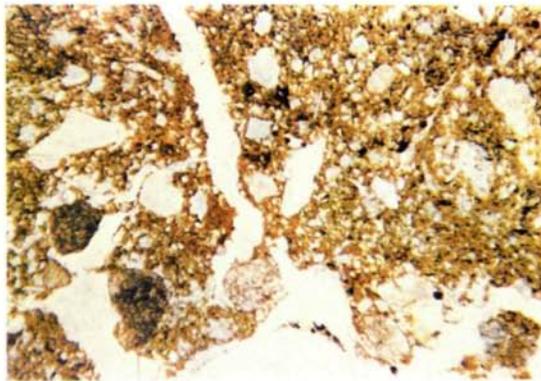


Abbildung 2: Grabprofil (20 bis 50 cm) von Enns-Lauriacum, „Steinpaß“; Krümel- bis Schwammgefüge; Vergrößerung rund 25fach.

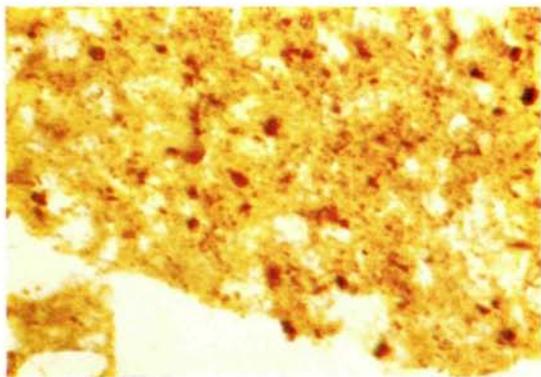


Abbildung 3: Grabprofil (20 bis 50 cm) von Enns-Lauriacum, „Steinpaß“; intensiv gefärbte, dichte, zum Teil gelartige Bindsesubstanz; Vergrößerung rund 250fach.

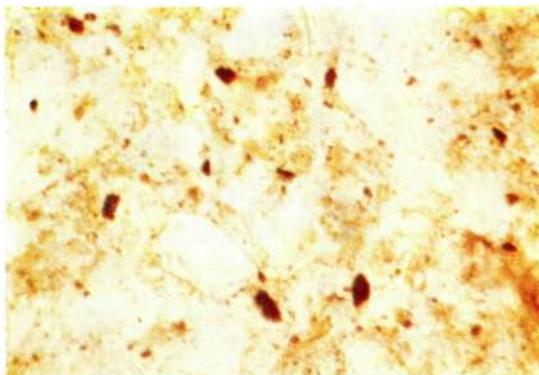


Abbildung 4: Schwach verbrauchte Pararensina von Enns-Lauriacum, „Steinpaß“; ungestörtes Profil; AC-Horizont, helle, feinflockige Binde substanz; Vergrößerung rund 250fach.

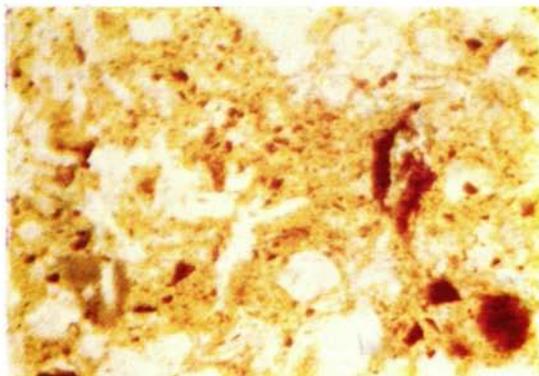


Abbildung 5: Baumgrube von Holzleithen II b; dichte, intensiv gefärbte, zum Teil gelartige Binde substanz; Vergrößerung rund 250fach.

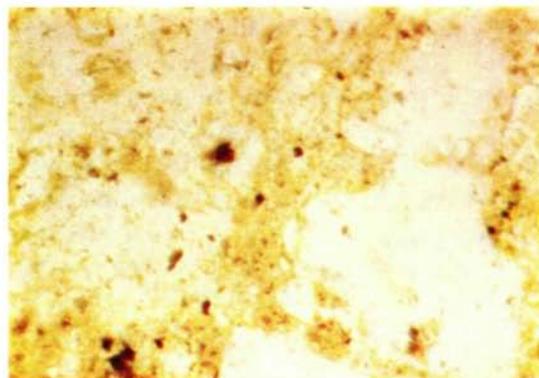


Abbildung 6: Schwach verbrauchte Pararensina von Holzleithen II b; ungestörtes Profil (A-Horizont), helle und feinflockige Binde substanz; Vergrößerung rund 250fach.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz \(Linz\)](#)

Jahr/Year: 1960

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Janik Vinzenz Christoph, Schiller Herwig, Blümel Franz

Artikel/Article: [Die Bodenentwicklung in frühgeschichtlichen Gräbern in Enns-Lauriacum, Oberösterreich 7-20](#)