© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

CH. VINZENZ JANIK:

DIE BODENENTWICKLUNG AUF DER HOCHTERRASSE DER TRAUN BEI LINZ

IST DIE PARABRAUNERDE DES HARTER PLATEAUS EINE AUTOCHTHONE BODENBILDUNG?

Mit 13 Diagrammen, 7 Tabellen, 2 Kartenskizzen, 7 Bildern und 6 Farbbildern

Einleitung

Auf der Hochterrasse der Traun bei Linz, am Harter Plateau, tritt neben der großflächig verbreiteten Braunerde (Parabraunerde) auch ein Lößrohboden auf. Die Braunerde keilt jeweils gegen den Terrassenrand aus und ist vom darunterliegenden Löß scharf abgegrenzt.

Der Terrassenrand steigt zumeist ganz flach an, und auf diesen kleinflächigen, unbedeutenden „Kuppen" ist ein Lößrohboden vorhanden.

Da die Eigenschaften der beiden Bodenbildungen grundsätzlich verschieden und keine Übergänge zwischen ihnen ersichtlich sind, erscheint es notwendig, die Bodenentwicklung auf diesem Standort zu untersuchen, insbesondere weil auch auf anderen Hochterrassen, z. B. an der Enns (und sogar auf höheren und älteren Terrassen), beide Bodenbildungen nebeneinander vorkommen und auch solche übergangslose Aufeinanderfolgen von Lehm und Löß anzutreffen sind.

Dem Beobachter drängt sich daher die Frage auf: Ist die Parabraunerde der Hochterrasse eine autochthone Bodenbildung? Ist dieser Lehm überhaupt aus dem Löß entstanden?

Bei einem bekannten wissenschaftlichen Sachverhalt eine Frage zu stellen, bedeutet an der überlieferten Lehrmeinung zu zweifeln, zwingt aber auch, genaue Untersuchungen durchzuführen, wobei deren Ergebnisse objektiv durchdacht und ganzheitlich interpretiert werden müssen.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Schon vor fast zehn Jahren, anläßlich einer bodenkundlichen Exkursion, erschien es dem Verfasser zweifelhaft, daß aus gleichem Substrat unter gleichen klimatischen und sonstigen Bedingungen innerhalb gleicher Zeit sich zwei verschiedene Bodenbildungen entwickeln könnten. Es bedurfte jedoch langjähriger Beobachtungen und Erfahrungen im Gelände sowie eingehender Studien und zeitraubender Analysen, um der Lösung dieser Fragestellung, mit der auch die Lößproblematik und die Quartärgeologie verknüpft sind, näherzukommen.

Zur Untersuchung wurden etliche Aufschlüsse von Baustellen auf der Traun-Hochterrasse, im Stadtteil Bindermichl—Hart, wo eine rege Bautätigkeit herrscht, herangezogen und diese Profile mittels physikalischer, chemischer, mineralogischer und mikromorphologischer Methoden analysiert.

Auf der beiliegenden Übersicht 1:25.000 (Karte 1) ist die geomorphologische Lage der Hochterrasse dargestellt und auf der Parzellenskizze des Stadtteiles Bindermichl (Karte 2) sind die Standorte der untersuchten Profile und einiger aufgenommenen Bilder eingezeichnet. Am Terrassenrand — südlich davon fließt die Traun — auf der Parzelle 378/14 (Karte 2, linke Kartenhälfte unten) befindet sich der Lößrohboden, von dem drei Bodenproben entnommen wurden.

Gegen Norden und Nordwesten ist nur noch Braunerde vorhanden. Zwecks ihrer Analyse wurde der Aufschluß beim Schulneubau Ramsauerstraße auf der Parzelle 1374/48 (Karte 2, linke Kartenhälfte oben) herangezogen und vier Bodenproben davon entnommen.

Wie auf den beiliegenden Bildern von den Baustellen auf den Parzellen 1347/48, 425/28, 414/3, 385/3 und 1408/2, alle in der KG Waldegg liegend, ersichtlich ist, liegt die Braunerde mit ungefähr 1 Meter Mächtigkeit überall aufgelagert über dem Löß, auf Parzelle 425/28 wurde anläßlich eines Kanalbaues sogar ein 2,50 Meter tiefer, mit braunem Lehmmaterial gefüllter Graben aufgefunden, von dem ebenfalls drei Bodenproben aus den tieferen Horizonten untersucht wurden. Außerdem stehen auch die Ergebnisse der Bodenanalysen des Standortes „Biolabor der Stickstoffwerke Linz-Hart" zur Verfügung, die mit Kollegen Dr. Dipl.-Ing. H. Schiller schon früher gemacht und veröffentlicht wurden (1959).

Durch das freundliche Entgegenkommen der Österreichischen Stickstoffwerke wurde das Bild 6 vom Kelleraushub des Glashauses im Biolabor zur Verfügung gestellt, wofür ich dem Leiter, Herrn

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Dr. H. Mayr, herzlich danke. Dieses Bild zeigt ebenfalls einen mit braunem Lehmmaterial aufgefüllten, flachen Graben (Mulde) und das scharfe Abschneiden des Lehms vom darunterliegenden Löß.

Im Frühjahr 1965 konnte man beim Bau der neuen Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt in Linz, Landwiedstraße, die zusammenhanglose Überlagerung des Lehmes auf Löß ebenfalls beobachten und das beiliegende Bild 7 anfertigen. Dieses zeigt entlang der ganzen Ostwand das scharfe Abschneiden der Braunerde vom darunterliegenden Löß und ihr Auskeilen gegen Süden, wo eine Delle verläuft, deutlich auf.

Die markante Trennung der Braunerde vom Löß ist daher keine zufällige oder örtliche Erscheinung, sondern hat großräumige Verbreitung, sie ist auf der ganzen Hochterrasse beweisbar und es sind keinerlei Übergänge zwischen Lehm und Löß vorhanden.

Dieses scharfe und für eine Bodenentwicklung ungewöhnliche Abschneiden der oberen Horizonte vom Untergrund einerseits und anderseits das Vorkommen zweier grundsätzlich verschiedener Bodenbildungen auf gleichem Standort erfordern eine Klärung, weil die Lößstratigraphie fossile Böden zur Pleistozängliederung heranzieht. Die bodenkundliche Forschung muß für die Quartärgeologie vorerst die Frage der Lößverwitterung auf der Hochterrasse beantworten, ehe weitere Lößprobleme aufgegriffen und gelöst werden können.

Da der Löß der Hochterrasse zweifellos und eindeutig in der letzten Kaltzeit abgelagert wurde, kann sich seine Verwitterung auf diesem Standort nur unter gleichen klimatischen Bedingungen innerhalb gleicher Zeit vollzogen haben und — da die Erosion auf diesen ebenen Flächen die Bodenprofile kaum störte — muß die Ursache für das Nebeneinander der beiden verschiedenen Bodentypen aufgefunden werden. Denn sofern zwei grundsätzlich unterscheidbare Bodenbildungen aus demselben Substrat unter gleichen Voraussetzungen entstehen können, verliert jedes Entwicklungsgesetz seine Gültigkeit.

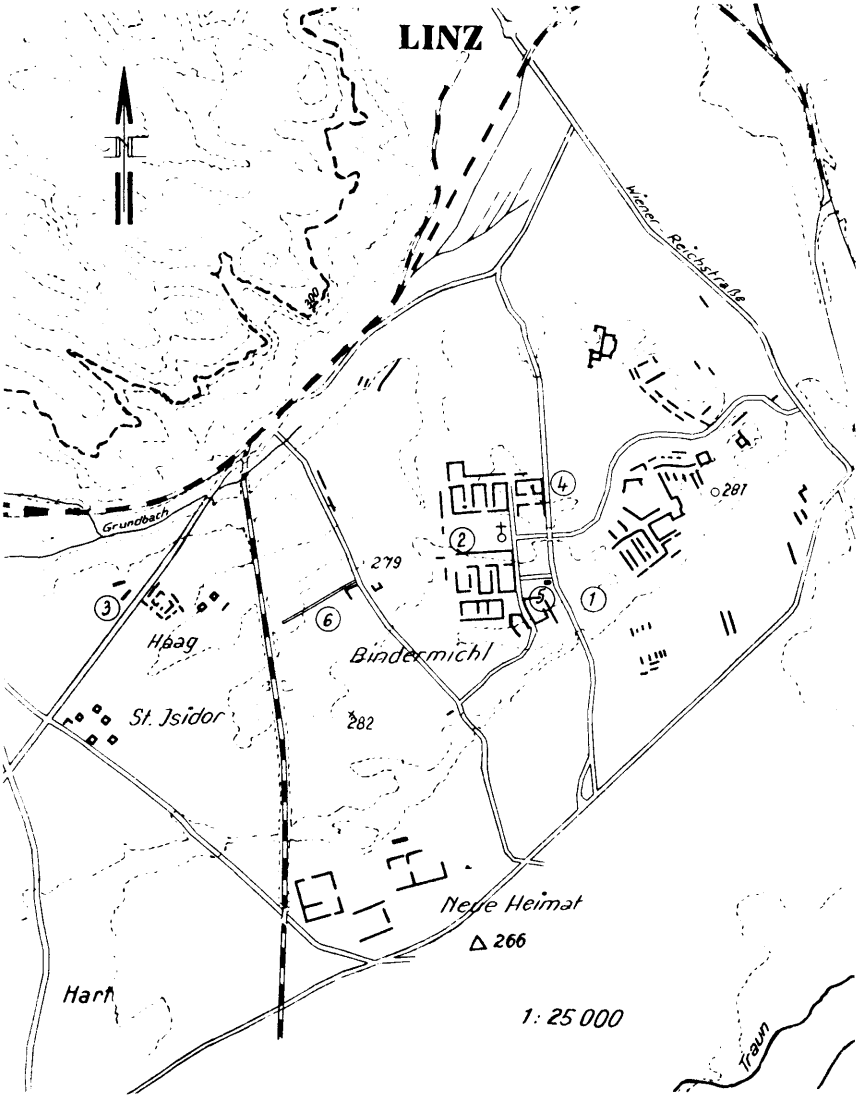
Um dem Problem und den daraus hervorgehenden Bodenbildungen näherzukommen, wurden nachstehende Untersuchungen durchgeführt, deren Methoden und Ergebnisse anschließend dargelegt werden.

I. ANGEWANDTE UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Bereits bei der Feldaufnahme der Lößaufschlüsse und bei der Entnahme der Bodenproben konnten wichtige Merkmale der Profil-

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Karte 1: Übersichtskarte der Traun-Hochterrasse bei Linz

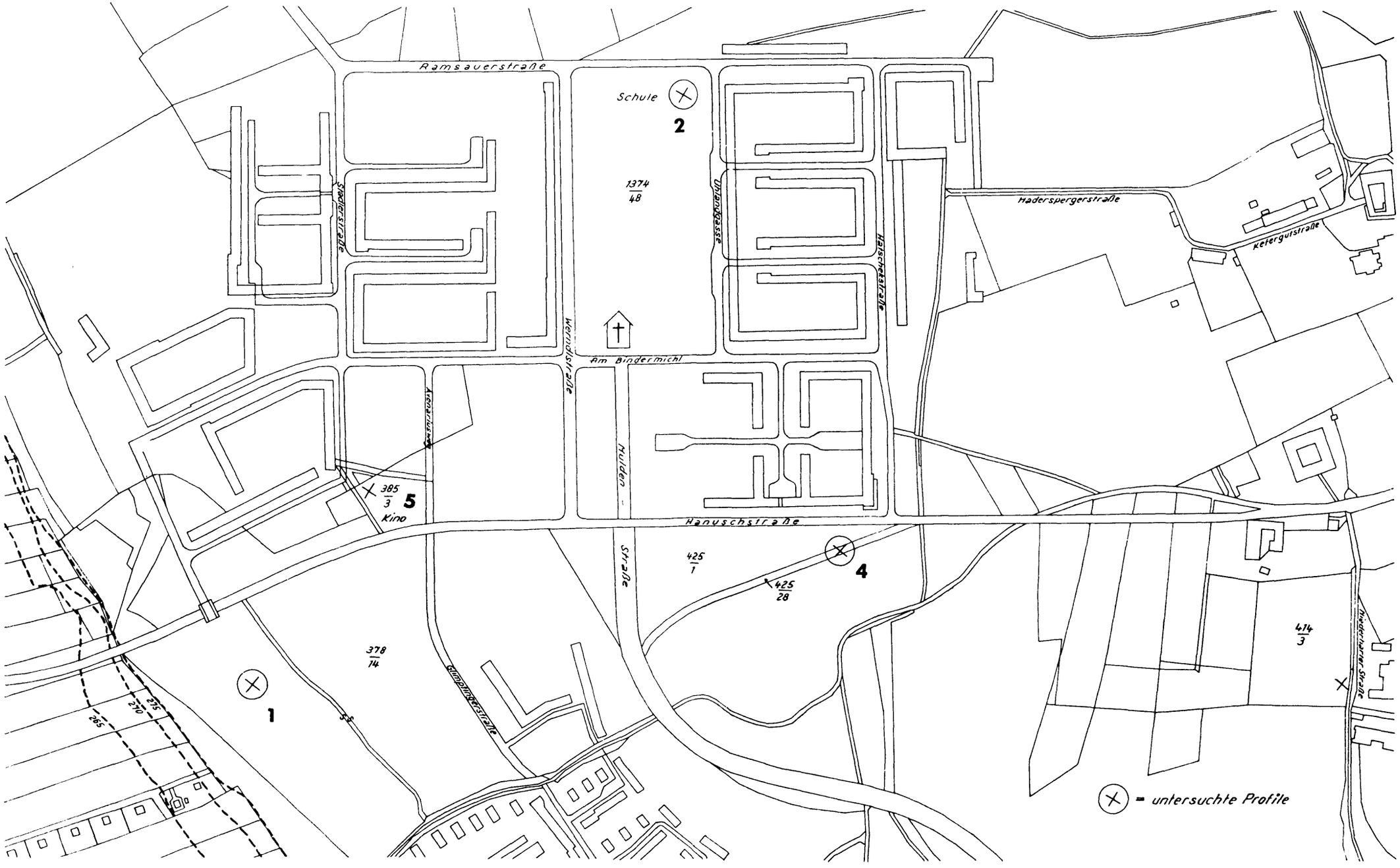


Standorte: 1. Lößrohboden, 2. „Schulbau", 3. „Biolabor", 4. Graben Hanuschstraße, 5. „Kinozubau", 6. Landw.-chemische Bundesversuchsanstalt (Landwiedstraße)

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Übersichtskarte Bindermichl

KG Waldegg



Standorte: 1 Lößboden, 2 „Schulbau", 4 Graben Hanuschstraße, 5 „Kinozubau"

Maßstab 1 : 4000

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

morphologie ermittelt werden, die zur Unterscheidung der Horizonte dienten.

Von diesen Horizonten entnommene Proben wurden zwecks Charakterisierung ihrer vielfältigen Eigenschaften nach verschiedenen Untersuchungsverfahren analysiert. Die Analysen erstreckten sich einerseits auf physikalische, chemische und kolloidchemische Eigenschaften des Materials, anderseits wurden auch mikroskopische Untersuchungen besonders im Hinblick der Schwermineralgesellschaft durchgeführt. Außerdem wurden Dünnschliffe der Bodenproben angefertigt, um auch das mikromorphologische Gefüge beurteilen zu können.

Die physikalischen, chemischen und kolloidchemischen Analysen wurden im Laboratorium der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt Linz vorgenommen. Ich danke Herrn Hofrat Doktor Dipl.-Ing. E. Burggasser, Direktor der Versuchsanstalt, und Herrn Abteilungsvorstand Dr. Dipl.-Ing. H. Schiller herzlichst für die erwiesene wertvolle Hilfe.

1. Feldbeobachtungen

Auf Grund der verschiedenen charakteristischen Eigenschaften einzelner Horizonte innerhalb eines Lößprofils wird nicht nur deren Abgrenzung ermöglicht, sondern werden auch wesentliche genetische Merkmale erfaßt.

Außer der unterschiedlichen Farbe, die nach der Farbskala „Munsell soil color charts" bestimmt wurde, sind vorhandene Rost- und Gleyflecken, Konkretionen und ein eventueller Fossilinhalt wesentliche Hilfsmittel zu morphologischen Unterscheidungen. Außerdem können gleichzeitig auch die Bodenart mittels Fingerprobe sowie das Bodengefüge und die Struktur beurteilt werden.

Alle diese Eigenschaften sind leicht erkennbar und vermitteln ein gewisses Bild vom aufgenommenen Lößprofil. Sie geben wertvolle Hinweise über den Vorgang der Sedimentation, über die Art des abgelagerten Materials, über die Entstehung und Entwicklung der Horizonte und über den Einfluß der Verwitterung und des Wasserhaushaltes. Aus diesem Grund sind alle Merkmale, wie Lagerungsverhältnisse, eventuelle Diskontinuitäten, Beimengungen (Kiese usw.) oder sonstige Besonderheiten, bei der Profilaufnahme zu berücksichtigen und ihre Aussage muß bei den Auswertungen aller Ergebnisse herangezogen werden.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

2. Physikalische Untersuchungen

Zur Charakterisierung der Lagerungsdichte des untersuchten Materials wurde das Raumtrockengewicht der Proben bestimmt, da sich aus diesen Zahlenwerten das Porenvolumen nach der Formel: $p = (1 - \frac{Rt}{s})\,100$ (Rt = Raumtrockengewicht, s = spezifisches Gewicht = 2,65) berechnen läßt.

Um einen Einblick in die Korngrößenzusammensetzung zu bekommen und den Anteil der einzelnen Korngrößenfraktionen festzustellen, mußten die Proben geschlämmt werden. Da der Löß einen hohen Staubanteil hat, wurde die Methode nach Kopetzky (73) angewendet, bei der u. a. auch die Fraktion 0,05—0,01 mm gewonnen wird.

a) Das Raumtrockengewicht

Zwecks Bestimmung des Raumtrockengewichtes wurde von den einzelnen Horizonten je 300 ccm Probenmaterial mittels Stechzylinders entnommen und in ein Nylonsäckchen gefüllt. Im Laboratorium erfolgte die Wägung der naturfeuchten Probe und anschließend wurden davon 20 Gramm bei 105 Grad Celsius bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Der Wasserverlust, umgerechnet in Prozenten des naturfeuchten Bodens, wurde von der ganzen Probenmenge abgezogen und das Trockengewicht für 100 ccm Probenmaterial berechnet.

b) Die Korngrößenzusammensetzung

Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurden die entnommenen Proben luftgetrocknet und auf ein 2-Millimeter-Sieb abgesiebt.

Die Fraktionen sind mittels Schlämmung nach J. Kopetzky (38) gewonnen, wobei die Proben vorher nach der Internationalen Methode B, das heißt, durch zweistündiges Kochen, vorbereitet wurden.

Nachstehende Korngrößen sind ermittelt:

I. Von 2,00 bis 0,10 mm = Sand
II. Von 0,10 bis 0,05 mm = Feinsand
III. Von 0,05 bis 0,01 mm = Staubsand
IV. Unter 0,01 mm = Abschlämmbares.

3. Chemische Untersuchungen

Die chemischen Analysen erstrecken sich auf die Bestimmung des Karbonatgehaltes und der laktatlöslichen Phosphorsäure. Diese beiden Werte zeigten bei den bisherigen bodenkundlichen Untersuchungen in

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Oberösterreich (62, 64) charakteristische Zusammenhänge mit dem Einzugsbereich der Flüsse, da sich das kalkalpine Material durch hohen Karbonatgehalt und sehr geringen Phosphorsäuregehalt auszeichnet, während der tertiäre Schlier einen relativ hohen Phosphorsäuregehalt besitzt, so daß durch die Gegenüberstellung dieser Zahlen schon wertvolle Hinweise über die Herkunft der verschiedenen Ablagerungen gegeben sind.

Außerdem wurde bei etlichen Proben das Sorptionsvermögen der Tonminerale (Umtauschkapazität) bestimmt, um einen gewissen Einblick sowohl über die vorhandene Menge als auch über die Art der Tonsubstanz zu erhalten.

a) Der Karbonatgehalt

Um den Karbonatgehalt der Proben zu bestimmen, wurde HCl in Verdünnung 1:3 zugefügt und die entwickelte Kohlensäure volumetrisch gemessen (Methode Scheibler).

b) Der Phosphorsäuregehalt

Die Bestimmung der laktatlöslichen Phosphorsäure wurde nach der Methode Egner-Riehm durchgeführt, die mit Lösung von n/50 Salzsäure und n/50 Kalziumlaktat arbeitet. Aus diesem Lösungsauszug wird die laktatlösliche Phosphorsäure photometrisch nach dem Photo-Rexverfahren bestimmt.

c) Das Sorptionsvermögen (T-Wert)

Das Sorptionsvermögen der Tonminerale wird als T-Wert in mval auf 100 Gramm Boden ausgedrückt. Er wurde nach der Methode Mehlich, bei der die Tonsubstanz vorerst mit Ba-Ionen gesättigt und diese dann mit MgCl ausgetauscht werden, ermittelt.

Da bei hohem Karbonatgehalt und bei wenig verwittertem Material die T-Werte abnehmen, wurden sie zumeist nur von den vorhandenen Lehmhorizonten bestimmt.

4. Mineralogische Untersuchungen

Die bei der Korngrößenanalyse gewonnenen Sand- und Feinsandfraktionen wurden mit verdünnter Salzsäure entkalkt und mittels einer Schwereflüssigkeit (Azethylentetrabromid mit der Dichte 2,95) konnte die Trennung der Schwerminerale von den Leichtmineralen vorgenommen werden.

Die Feinsandfraktion (0,1 bis 0,05 mm) entspricht jener Korngröße, von der sowohl an der Geologischen Bundesanstalt in Wien

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

(Dr. G. Woletz) als auch an der Hochschule für Bodenkultur (Prof. Dr. E. Frasl) laufend Schwermineralanalysen durchgeführt werden, so daß die gewonnenen Zahlenwerte mit diesen Untersuchungsergebnissen vergleichbar sind (21, 83).

Zwecks besserer Unterscheidung und Charakterisierung der verschiedenen Lößproben war es notwendig, die Schwerminerale auch in der Sandfraktion (2,0 bis 0,1 mm) zu gewinnen und zu untersuchen.

Die abgetrennten Leichtminerale wurden auf ihre Abrollung und ihren Verwitterungsgrad angesehen.

Die schwermineralogische Untersuchung der einzelnen Streupräparate erstreckte sich auf die Bestimmung und Auszählung der opaken und durchsichtigen Körner und wurde jeweils bei einer festgestellten Menge von mindestens 100 durchsichtiger Minerale abgeschlossen. Bei Proben mit geringerem Schwermineralanteil sind alle Mineralkörner gezählt, so daß die Schwerminerale in Prozentsätzen der durchsichtigen Körner angegeben sind. Ebenso wurde der Anteil der opaken Körner in Prozenten des Gesamtschwermineralgehaltes berechnet.

5. Mikromorphologische Untersuchungen

Zur Beurteilung des Gesamtbildes der Bodenhorizonte, besonders im Hinblick ihres Gefüges, der Verwitterungsvorgänge und Alterserscheinungen, wurden zwecks mikromorphologischer Untersuchungen auch orientierte Proben im natürlichen Lagerungsverhältnis entnommen.

Von diesen Proben wurden am Bundesinstitut für Kulturtechnik und technischer Bodenkunde in Petzenkirchen, NÖ., Dünnschliffe angefertigt. Ich danke Herrn Direktor Dr. Dipl.-Ing. F. Blümel herzlichst für die exakte Ausführung dieser Arbeiten. Außerdem danke ich Herrn Abteilungsvorstand Dr. M. Sedlaczek für das Ermöglichen mikroskopischer Untersuchungen und für seine zahlreichen wertvollen Hinweise.

Zwecks Dünnschliffanfertigung wurden die Proben mit einem Polyesterharz im Vakuum getränkt und gehärtet, sodann auf 0,02 bis 0,04 mm dünne Blättchen abgeschliffen.

Der Dünnschliff bietet die Möglichkeit einer direkten mikroskopischen Beobachtung der vorhandenen Aggregate in ihrer räumlichen Verteilung; aus den Dünnschliffuntersuchungen können dadurch Schlüsse auf alle Vorgänge im Gefüge gewonnen werden (1, 3).

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

II. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Zwecks übersichtlicher Darstellung wurden die Profilbeschreibungen und die Ergebnisse der verschiedenen Analysen für jeden Aufschluß in Tabellen zusammengefaßt.

In einer Tabelle sind neben der Profildarstellung auch die Ergebnisse der physikalischen, chemischen und kolloidchemischen Untersuchungen aufgezeichnet.

Die bei der Feldaufnahme und Probenentnahme gewonnenen Beobachtungen zwingen vor allem zu einer Unterscheidung und auch zu einer Klassifizierung der verschiedenen Horizonte, denn schon der Farbkontrast weist auf unterschiedliche Eigenschaften der beiden großen Substratgruppen, Löß und Lehmmaterial, hin.

Der Löß ist durch gelbe Farbe (2,5 Y), durch hohen Kalkgehalt und bedeutenden Staubsandanteil sowie durch seinen strukturellen Aufbau aus einzelnen kleinen Mineralen gekennzeichnet.

Demgegenüber steht der braune (10 YR), kalkfreie Lehm mit größerem Tongehalt und blockiger Struktur.

Beide Gruppen können aber bei der Feldaufnahme noch weiter mittels der vorhandenen Rost- und Gleyfleckung unterteilt werden. Der Löß hat fast immer kleine punktförmige mehr oder weniger deutliche Rost- und Gleyflecken, die sich in den tieferen Horizonten zumeist verstärken, so daß rein makroskopisch eine Unterscheidung in nicht vergleyten, mäßig vergleyten und vergleyten Löß möglich ist.

Das braune Lehmmaterial kann ebenfalls auf Grund seiner Gleyfleckigkeit in nicht vergleyten, mäßig vergleyten und vergleyten Lehm unterschieden werden. Diese Vergleyung ist kenntlich durch größere Rost- und Gleyflecken, besonders an den Aggregatflächen, und außerdem durch dunkelbraune, nicht zerdrückbare Konkretionen, deren Anzahl und Größe für die Stärke der Vergleyung typisch ist.

Da die Rostfleckigkeit bzw. die Vergleyung vom Wassereinfluß auf das Substrat und auch von dessen Wasserführung abhängig ist, kann sie sowohl über die Genetik als auch über die Entwicklung der Horizonte aussagen.

Diese nur bei der Feldaufnahme mögliche Unterscheidung der Lösse und Lehme auf Grund ihrer Vergleyung sowie die Beobachtungen der Übergänge und sonstigen Erscheinungen müssen bei allen Auswertungen berücksichtigt werden.

Die verschiedenen Analysen zeigen charakteristische Eigenschaften der unterschiedlichen Proben auf und ermöglichen nicht nur die

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

dynamischen Vorgänge innerhalb eines Lößprofiles zu erkennen, sondern auch genetische Folgerungen beim Vergleich verschiedener Lößprofile zu ziehen. Da aber jede Untersuchung nur ein bestimmtes Merkmal des Substrates beleuchtet, müssen die Aussagen der verschiedenen Analysenergebnisse in ein richtiges Verhältnis zum Profilganzen gebracht werden.

Das Raumtrockengewicht ist ein Ergebnis der Lagerungsdichte des untersuchten Materials, und es wird einerseits von der Korngrößenzusammensetzung, anderseits aber auch vom Gefüge beeinflußt.

Daher haben Lehme (Substrate mit höherem Tonanteil) im allgemeinen ein größeres Raumtrockengewicht als lockeres Sandmaterial. Anderseits haben die oberen Horizonte infolge ihres Humusgehaltes ein geringeres Raumtrockengewicht als tiefere Schichten. Da aber bei der Lagerungsdichte auch die Sedimentation eine Rolle spielt, können die Unterschiede im Raumtrockengewicht innerhalb eines Profiles oder beim Vergleich verschiedener Profile genetische Hinweise geben.

Die wichtigste physikalische Untersuchung ist die Korngrößenanalyse, die einen Einblick in die Zusammensetzung der Bodensubstanz und damit auf alle an der Bodenentstehung beteiligten Faktoren gewährt.

Aber die Resultate der Korngrößenanalysen, das Korngrößenbild, sind auch sehr stark von den Analysenmethoden abhängig, da unterschiedliche Aufbereitung des Probenmaterials und verschiedenartige Durchführung der Untersuchungen sehr große Differenzen in den Zahlenwerten ergeben, so daß nur Ergebnisse gleicher Methoden miteinander verglichen werden können.

Die Bodenteilchen sind einerseits das Produkt der Verwitterung, anderseits jedoch bei Sedimenten auch ein Ergebnis der Ablagerungsvorgänge, wodurch im Korngrößenbild sowohl die Bodenentwicklung als auch die Bodengenetik erkennbar werden, wobei das erstere Moment in der Hauptsache nur in den kleinsten Korngrößen, im Rohton, in Erscheinung tritt.

Bei umgelagertem Material ist am Korngrößenaufbau auch jede Veränderung der Ablagerungsbedingungen ersichtlich, denn bei gleichmäßiger Sedimentation können nur gleiche Teilchen abgelagert werden, deren Korngröße von den jeweiligen Sedimentationsfaktoren abhängig ist.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bezüglich des Karbonatgehaltes wäre folgendes voranzustellen: Bei Lößuntersuchungen müssen die Karbonatwerte als wesentliches Bestimmungsmerkmal angesehen werden, da ein gewisser Kalkgehalt für den Löß in ganz Österreich charakteristisch ist. Daher sind größere Schwankungen innerhalb eines Profiles oder scharfe Trennlinien bei dieser wichtigen Eigenschaft von besonderer genetischer Bedeutung. Anderseits verursacht die Verwitterung unter den humiden Verhältnissen im oberösterreichischen Lößgebiet (von 800 bis 1000 mm jährliche Niederschlagsmenge) auch eine gewisse Lösung und Auswaschung des Kalkgehaltes, so daß aus den Karbonatwerten auch Schlüsse über stattgefundene Verwitterungsvorgänge gezogen werden können.

Die laktatlösliche Phosphorsäure zeigt außer der Herkunft des Ausgangsmaterials der Bodenbildung auch eine gewisse Aufbereitung der Phosphatminerale durch die Verwitterung an und, da die Phosphorsäure im Boden nur schwer verlagerbar ist, erhält der Phosphorsäuregehalt eine genetische Bedeutung.

Die Intensität der Verwitterung wird auch durch das Sorptionsvermögen (T-Wert) gekennzeichnet, wobei insbesondere die karbonatfreien Böden im allgemeinen eine höhere Umtauschkapazität aufweisen als ein kalkreiches Material, wie dies z. B. der Löß ist.

Tabellarisch sind auch die Ergebnisse der Schwermineralanalyse sowohl von der Sand- als auch von der Feinsandfraktion aufgezeichnet. Zur Kennzeichnung der Schwermineralgesellschaft wurde einerseits das Verhältnis der opaken Körner zu den durchsichtigen Schwermineralen berechnet und anderseits bei den letzteren der Anteil von Granat, Zirkon und Epidot gegenüberstellt, da diese Schwerminerale den größten Prozentsatz aufweisen und auch bezüglich der Herkunft des Materials gewisse Aussagekraft haben. Außerdem haben auf die Schwerminerale auch die jeweiligen Transportvorgänge und die Verwitterung einen gewissen Einfluß, so daß ihr Bestand ein Abbild aller bodenbildenden Faktoren ist.

Abschließend werden die Ergebnisse der mikromorphologischen Untersuchungen und die Eigenschaften der Minerale, besonders der Leichtminerale, von jedem Horizont beschrieben.

Das Mikrogefüge, die räumliche Anordnung der Gemengteile, sowie die Form und Größe der Aggregate und Hohlräume geben ein anschauliches Bild der verschiedenen Vorgänge in den einzelnen Horizonten.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Auf Grund verschiedener Untersuchungen von E. KUBIENA, F. BLÜMEL, J. ALTENMÜLLER u. a. können aus Farbe und Doppelbrechung der kolloidalen Substanz (Bindesubstanz) Schlüsse auf die Beweglichkeit und auf das Alter der Tonverlagerung gezogen werden. Junge Bodenbildungen aus kalkfreiem Material haben hellgelbe bis hellbraune, stark doppelbrechende Bindesubstanz, die sich eventuell in Hohlräumen zu Schlieren zusammenballt (Bildung von Gallerten), während bei älteren Bodenbildungen die Bindesubstanz dünkler und geringer doppelbrechend wird, da eine Umbildung zu beständigen Gelen stattfindet (3).

Neben dieser Beurteilung der Alterungsvorgänge sind in Dünnschliffen auch die Einregelung der Minerale sowie Lösungs- und Ausfällungserscheinungen zu beobachten.

1. Analysenergebnisse des Lößrohbodens

Der Lößrohboden auf der Parzelle 378/14 (Karte 1, Profilstelle 1) ist eine unentwickelte Bodenbildung mit einem A/AC/C-Profil, bei der ein kalkreicher Humushorizont unmittelbar auf Löß liegt (siehe Bild 1).

Profilbeschreibung:

A 0—20 cm	Humoser, kalkreicher, lehmiger Schluff (humoser Löß); locker gelagert, krümelnd, Farbe i. f. Z.: 2, 5 Y 4/4, sehr gut durchwurzelt und durchlüftet, schwach klebend, plastisch, rasch übergehend.
AC 20—40 cm	Schwächst humoser, kalkreicher Schluff (schwächst humoser Löß); locker gelagert, noch undeutlich krümelnd, Farbe i. f. Z.: 2, 5 Y 5/4, gut durchwurzelt, sehr gut durchlüftet, nicht klebend, schwach plastisch, allmählich übergehend.
C ab 40 cm	Kalkreicher Schluff (Löß); locker gelagert, strukturlos, Farbe i. f. Z.: 2, 5 Y 6/4, Durchwurzelung rasch abnehmend, sehr gut durchlüftet, nicht klebend, schwach plastisch.

Von jedem dieser Horizonte wurden Bodenproben entnommen und die Analysen ergaben folgende Resultate: Das Raumtrockengewicht ist im A-Horizont trotz seines Humusgehaltes mit 148,50 Gramm je 100 ccm Boden am höchsten und nimmt mit der Profiltiefe rasch ab. Im AC-Horizont beträgt es noch 139,80 Gramm und im C-Horizont nur noch 127,68 Gramm, so daß es bei 0,70 Meter Tiefe um über 20 Gramm geringer ist als an der Bodenoberfläche (s. Tabelle 1).

Da jedoch die Proben unmittelbar nach der Weizenernte entnommen wurden, ist in den oberen Horizonten eine gewisse jahreszeitlich und durch die Vegetation bedingte Verschlämmung sowie ein

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Einfluß infolge Maschineneinsatzes anzunehmen, so daß nur der C-Horizont als typisch für den Löß anzusehen ist.

Aber auch in der Korngrößenzusammensetzung hebt sich der A-Horizont durch seinen hohen Anteil an Abschlämmbarem hervor, denn dieser beträgt 32,4 % und ist damit um 10 bis 11 % höher als in den darunterliegenden Horizonten, wo er nur 21,4 bzw. 22,4 % beträgt. Dieser höhere Anteil an Abschlämmbarem ist jedoch im A-Horizont teilweise auf den Humusgehalt zurückzuführen. Anderseits zeigt der Staubsandanteil Unterschiede im gleichen Ausmaß, da er im A-Horizont 51,3 %, im AC-Horizont 62,4 % und im C-Horizont 60,0 % beträgt.

Der Sand- und Feinsandanteil weist im ganzen Profil nur geringe Schwankungen auf, wobei der AC-Horizont den geringsten Sandgehalt von 1,4 % und den höchsten Feinsandanteil mit 14,8 % besitzt, während der Löß im C-Horizont das Maximum in der Sandfraktion mit 5,2 % und das Minimum in der Feinsandfraktion mit 12,4 % hat. Die Kurven des AC- und C-Horizontes nehmen somit einen fast gleichen Verlauf, während sich der A-Horizont im Bild der Korngrößenzusammensetzung deutlich abhebt (siehe Diagramm 1), so daß bei der Ablagerung der obersten Lößschichte eine etwas veränderte Sedimentation vorzuliegen scheint. Der Karbonatgehalt ist im A-Horizont mit 16,4 % am geringsten und erreicht im AC-Horizont mit 31,3 % sein Maximum, der C-Horizont hat bei 0,70 Meter Tiefe 28,6 % Karbonate, womit eine gewisse Kalkanreicherung im AC-Horizont und eine Kalkauswaschung im A-Horizont ersichtlich ist. Da aber der Löß auf der gleichen Terrasse in Weingartshof bei 0,90 Meter Tiefe 48,3 % und in 3,40 Meter Tiefe noch 31,6 % Karbonate enthält, sind auch naturgegeben Schwankungen vorhanden, die fast ebenso groß sind wie jene durch die Bodenentwicklung. Hervorzuheben ist, daß im Profil des Lößrohbodens weder ein Kalkanreicherungshorizont noch Kalkausfällungen in Form von Lößkindln, wie diese eventuell auf höheren und älteren Terrassen vorkommen, vorhanden sind.

Der Phosphorsäuregehalt beträgt im A-Horizont 5,7 mg je 100 Gramm Boden, fällt jedoch im AC-Horizont sehr rasch auf 0,5 mg und im C-Horizont auf 0,2 mg ab. Der hohe P_2O_5-Gehalt in dem bearbeiteten Oberboden kann daher eventuell auch auf den Einfluß einer verstärkten Düngung zurückzuführen sein.

Der T-Wert im AC-Horizont bei 0,40 Meter Tiefe beträgt 7,6 mval Umtauschkapazität und zeigt das Ausmaß der Lößverwitterung an.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bei den Untersuchungsergebnissen der Schwermineralanalysen fällt einerseits die starke Abnahme der opaken Körner im Untergrund und anderseits der hohe Granatanteil besonders auf (siehe Tabelle 2 und Diagramm A).

In der Sandfraktion nimmt der Prozentsatz der opaken Körner von 59,0 im A-Horizont bzw. 43,8 im AC-Horizont auf 27,9 im C-Horizont ab. In der Feinsandfraktion ist diese Abnahme geringer und die entsprechenden Prozentwerte sind 49,5, 43,5 und 39,4, im Mittel beider Fraktionen beträgt der Anteil der opaken Körner 54,2, 43,6 und 33,6 %, so daß er im liegenden Löß ungefähr um 20 % abnimmt. Der Granatgehalt beträgt in der Sandfraktion 64,2 % im A-Horizont bzw. 60,4 % im AC-Horizont und steigt im C-Horizont sogar auf 74,0 % an. Diese Tendenz ist auch in der Feinsandfraktion, wenn auch im geringeren Maße, erkennbar, wo der Granatanteil 41,3, 38,0 bzw. 51,4 % beträgt. Auch im Mittel der beiden Fraktionen ist der Granatgehalt im C-Horizont mit 62,7 % am höchsten, da er im A-Horizont 52,8 % und im AC-Horizont 49,2 % beträgt.

Gegenüber dem hohen Granatanteil, der mit der Tiefe sogar zunimmt, ist der Zirkon- und Epidotgehalt wesentlich geringer und nimmt mit der Tiefe ab.

Der Zirkongehalt steigt in der Sandfraktion vorerst von 8,3 auf 13,2 % an und fällt im C-Horizont auf 5,9 % ab; in der Feinsandfraktion sinkt der Zirkongehalt von 18,3 bzw. 18,0 auf 7,8 % im Unterboden ab. Diese Abnahme im Zirkongehalt ist auch im Mittel der beiden Fraktionen ersichtlich, da die Prozentzahlen von 13,3 bzw. 15,6 auf 6,8 im C-Horizont fallen.

Ein ähnliches Bild zeigt auch der Epidotgehalt, der in der Sandfraktion von 8,3 % im A-Horizont vorerst auf 11,0 % im AC-Horizont ansteigt und dann auf 5,1 % im C-Horizont sinkt. In der Feinsandfraktion ist der Epidotanteil höher und die entsprechenden Prozentzahlen betragen 18,3, 22,6 und 17,4. Das Mittel beider Fraktionen zeigt ebenfalls eine Abnahme des Epidotgehaltes von 13,3 bzw. 16,8 auf 11,2 % im C-Horizont auf.

Im Schwermineralspektrum der oberen Horizonte scheinen somit kleine Differenzierungen gegenüber dem Untergrund auf, dennoch ist ein ziemlich gleichmäßiger Schwermineralbestand im ganzen Profilaufbau erkennbar, so daß die Anlieferung des Sedimentes aus einem einheitlichen Schüttungsgebiet erfolgte, wobei nur nach oben hin eine geringe Veränderung stattfand. Dieses Ergebnis der Schwermineral-

Tabelle 1: Traun N-Hochterrasse, Lößrohboden Bindermichl

Probenentnahme Tiefe in Metern	Horizont	Boden und Untergrund	Farbe nach „Munsell soils color Chart"	Raumtrockengewicht	Kurve des Raumtrockengewichts g/100 cm³ (120 130 140 150 160)	% Karbonate	Karbonatskurve % $CaCO_3$ (10 20 30 40 50)	P_2O_5 mg/100 g	P_2O_5 Kurve mg/100 g (2 4 6 8 10)	T-Wert	T-Wert Kurve mval/100 g (10 12 14 16 18)	Korngrößenverteilung nach Intern. Methode B in Prozenten S 2-0,1	FS 0,1-0,05	Stb 0,05-0,01	< 0,01
0,20	A	Löß	2,5 Y 4/4	148,56		16,4		5,7				3,8	12,5	51,3	32,4
0,40	A/C	Löß	2,5 Y 5/4	139,80		31,1		0,5		7,6		1,4	14,8	62,4	21,4
0,70	C	Löß	2,5 Y 5/6	127,68		28,6		0,2				5,2	12,4	60,0	22,4

Tabelle 3: Traun N-Hochterrasse, Parabraunerde Bindermichl („Schulbau")

Probenentnahme Tiefe in Metern	Horizont	Boden und Untergrund	Farbe nach „Munsell soils color Chart"	Raumtrockengewicht	Kurve des Raumtrockengewichts g/100 cm³ (120 130 140 150 160)	% Karbonate	Karbonatskurve % $CaCO_3$ (10 20 30 40 50)	P_2O_5 mg/100 g	P_2O_5 Kurve mg/100 g (2 4 6 8 10)	T-Wert	T-Wert Kurve mval/100 g (10 12 14 16 18)	Korngrößenverteilung nach Intern. Methode B in Prozenten S 2-0,1	FS 0,1-0,05	Stb 0,05-0,01	< 0,01
0,20	A	Lehm	10 YR 3/3	(171,64)		0,8		10,2				3,8	4,4	41,8	50,0
0,40	AB	Lehm	10 YR 4/3	158,17		0,8		6,8				1,6	5,0	45,0	48,4
0,80	B	Lehm	10 YR 4/4	142,31		0,2		3,7				1,6	6,0	53,8	38,6
1,00	D_1	Löß	2,5 Y 5/6	138,72		28,1		0,5				1,6	6,2	66,2	26,0
1,50	D_2	Löß	2,5 Y 5/6	135,53		33,2		0,7				1,4	6,4	65,2	27,0

© Naturkdl. Station Stadt Linz Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 1: Korngrößenkurven des Lößrohbodens

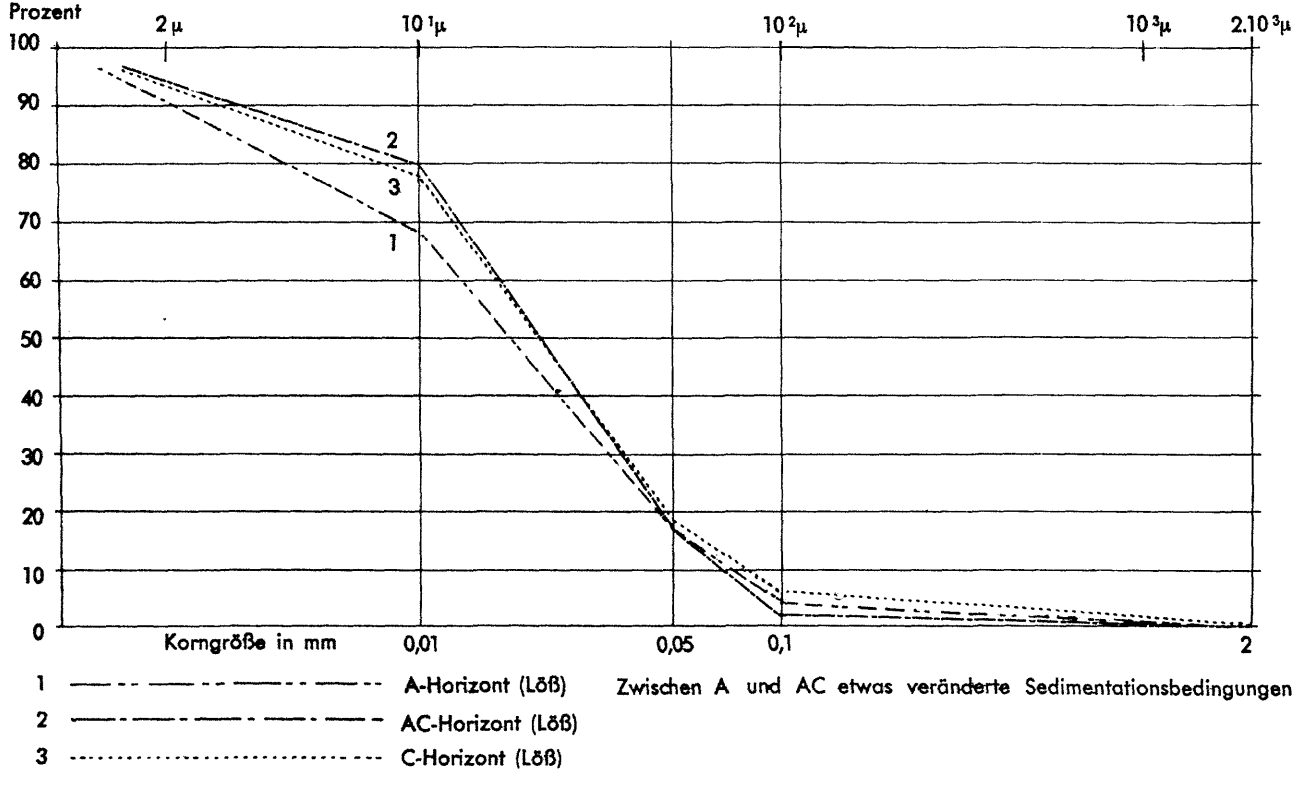


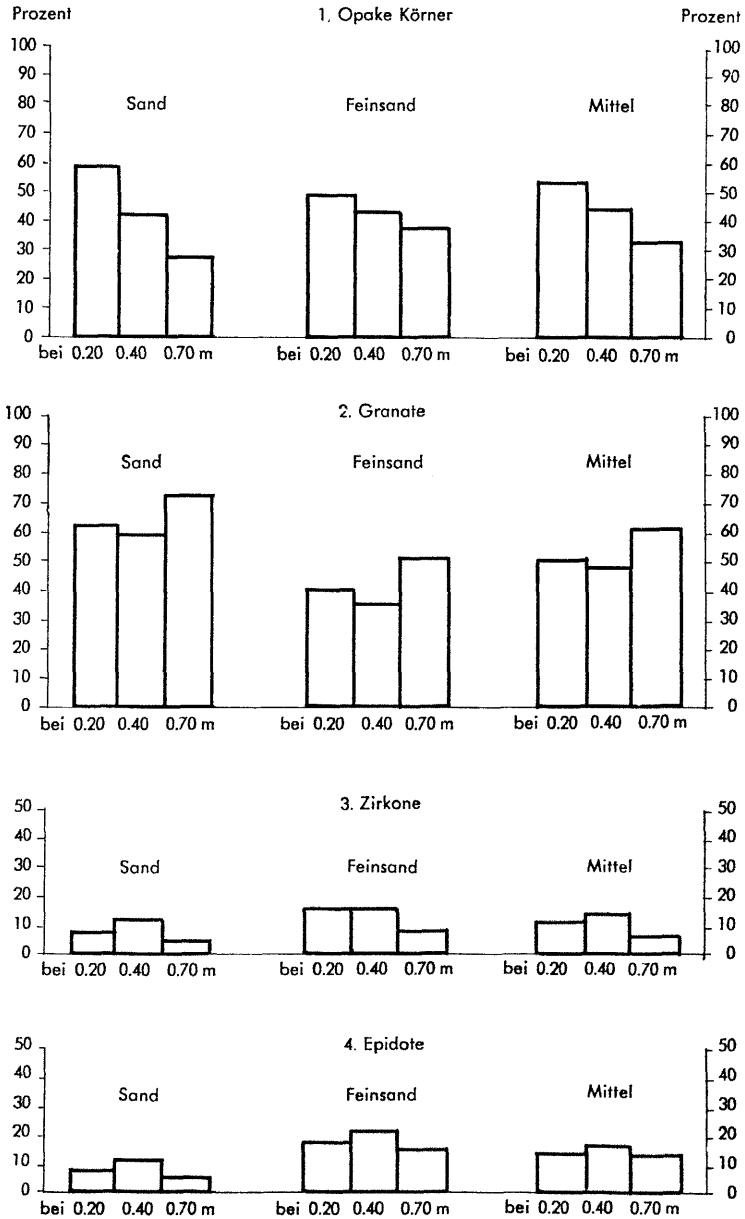
Tabelle 2: Traun N-Hochterrasse, Lößrohboden Bindermichl

Probenentnahme Tiefe in Metern	Fraktion	Ungefähre Menge	Opake Körner			Prozente der durchsichtigen Körner	Durchsichtige Körner in Prozenten										
			Magnetit	Gele u. a.	Prozente		Zirkon	Monazit u. Titanit	Turmalin	Granat	Staurolith	Disthen u. Sillimanit	Andalusit	Epidot u. Zoisit	Hornblende	Rutil	Apatit
0,20	5	sehr viel	135	22	59,0	41,0	8,3	2,7	—	64,2	5,5	0,9	—	8,3	4,6	4,6	0,9
(201)	F 5	sehr viel	105	2	49,5	50,5	18,3	—	1,8	41,3	4,7	—	0,9	18,3	2,8	11,9	—
0,40	5	viel	70	1	43,8	56,2	13,2	—	1,1	60,4	6,6	2,2	—	11,0	—	5,5	—
(202)	F 5	sehr viel	95	12	43,5	56,5	18,0	—	2,1	38,0	7,9	4,3	—	22,6	2,1	5,0	—
0,70	5	viel	40	6	27,9	72,1	5,9	1,6	0,8	74,0	4,2	1,7	0,8	5,1	—	5,1	0,8
(203)	F 5	sehr viel	60	7	39,4	60,0	7,8	—	2,9	51,4	7,8	3,9	1,0	17,4	2,0	5,8	—

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

A) Diagramm der Schwerminerale im Lößrohboden



© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

untersuchung steht auch im Einklang mit den physikalisch-chemischen Analysen, die ebenfalls nach oben hin gewisse Unterschiede im Raumtrockengewicht, Karbonat- und Phosphorsäuregehalt sowie in der Körnung aufweisen.

Mikromorphologie (Dünnschliffbilder 1 und 2)

0,20 m (1400*)	Undeutlich schichtiges Mineralgefüge mit sehr wenig Bindesubstanz; Minerale, zum großen Teil Calcite, dazwischen Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, die stellenweise eingeregelt sind. Vereinzelte große, porphyrartige Minerale sind ebenfalls eingeregelt. Calcite teilweise trüb und stark angeätzt, stellenweise Kalkausscheidungen in Hohlräumen und auch organische Substanzen eingelagert. Geringe Bindesubstanz gelbbraun, zumeist gleichmäßig verteilt.
0,40 m (1401)	Ähnliches Bild wie oben.
0,70 m (1402)	Undeutlich schichtiges Mineralgefüge ohne Bindesubstanz; viel Calcit, daneben Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, die stellenweise eingeregelt sind. Calcite teilweise trüb und stark angeätzt, vereinzelte Kalkausfällungen in Hohlräumen.

Beschreibung der Leichtminerale

0,20 m Tiefe	Sand: Wenig Biotit; Quarze eckig; Feldspate (Plagioklase) etwas angewittert und zersetzt. Feinsand: Wenig Biotit; Quarze eckig; Feldspate (Plagioklase) etwas angewittert und zersetzt.
0,40 m Tiefe	Sand: Sehr wenig Biotit; Quarze eckig bis kantengerundet; Feldspate (Plagioklase) nur wenig angewittert, selten zersetzt. Feinsand: sehr wenig Biotit; Quarze eckig bis kantengerundet; Feldspate (Plagioklase) wenig angewittert.
0,70 m Tiefe	Sand: Sehr wenig Biotit; Quarze zum großen Teil eckig; Feldspate (Plagioklase) nur wenig angewittert, selten zersetzt. Feinsand: Sehr wenig Biotit; Quarze zum großen Teil eckig; Feldspate (Plagioklase) wenig angewittert, selten zersetzt.

Die mikromorphologischen Untersuchungen zeigen das Bild einer relativ jungen Bodenbildung aus kalkreichem Material, bei der bereits Lösungs- und Verwitterungserscheinungen an den Calciten im Oberboden und Kalkausfällungen im C-Horizont nachweisbar sind.

* Dünnschliffnummer

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

In den Dünnschliffen ist an den vereinzelten, porphyrartig großen Mineralen (Quarze und Feldspate) weiter ersichtlich, daß im Aufbau der oberen Horizonte etwas gröberes Korn beteiligt ist, während vom C-Horizont nur größere Calcitkonkretionen bei der Schlämmung in der Sandfraktion aufscheinen.

Die Einregelung der großen Mineralkörner sowie der Glimmerschüppchen weist auf eine bevorzugte Richtung und damit auf eine gewisse Gesetzmäßigkeit bei der Lößsedimentation hin, deren Ursache später in größerem Zusammenhang noch erörtert werden soll. Die drei Dünnschliffbilder der verschiedenen Horizonte des Lößrohbodens sind sich im allgemeinen sehr ähnlich; bei ihnen ist ein einheitliches Gefüge und Substrat zu beobachten, das nur in den oberen Schichten etwas gröbere Beimengungen und eine stärkere Verwitterung aufweist. Sie geben somit charakteristische Hinweise auf die Morphologie und Genetik des Lößmaterials dieses Standortes und ergänzen vortrefflich die physikalischen, chemischen und mineralogischen Untersuchungen, so daß die einheitliche Interpretation des Profilaufbaues ermöglicht wird. Alle diese Analysen zeigen das Bild einer autochthonen Bodenbildung aus kalkreichem Löß und die verwitterungsbeeinflußte Bodenentwicklung seit dessen Ablagerung, wobei in der Lößsedimentation nach oben hin eine geringfügige Veränderung sowohl in der Sedimentationsbedingung als auch im abgelagerten Material festgestellt werden kann.

Da das maximale Alter dieser Bodenbildung seit der Lößablagerung in der letzten Kaltzeit gegeben ist, zeigen die verwitterungsbedingten Veränderungen in den einzelnen Bodenhorizonten, die als Lösungs- und Ausfällungserscheinungen im Dünnschliff aufscheinen, das Ausmaß der Verwitterung in diesem karbonatreichen Substrat an, wobei nur relativ geringe Unterschiede im Mineralbestand und im Chemismus aufscheinen.

Bei den Leichtmineralen ist wenig Biotit vorhanden, die Quarze sind eckig bis kantengerundet, die Feldspate (zumeist Plagioklase) nur wenig angewittert und selten zersetzt, wodurch das relativ geringe Alter dieser Bodenentwicklung ebenfalls gekennzeichnet wird.

2. Analysenergebnisse der Parabraunerde

Die Braunerde des Harter Plateaus wurde 1959 am Gelände des „Biolabors der Stickstoffwerke in Linz-Hart" mit Kollegen Dr. Dipl.-Ing. H. Schiller untersucht (63) und als „Sol brun lessivé" bezeichnet, da der Boden ein Texturprofil aufweist. Für Böden mit geringer Ton-

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

verlagerung, deren Tonanteil im B-Horizont bis zum 1,5fachen des A-Horizontes beträgt, wurde in Frankreich der Name „Sol brun lessivé" eingeführt, womit eine gewisse Degradation („Lessivierung") der Braunerde gekennzeichnet wird. In jüngerer Zeit hat sich in der deutschen Nomenklatur hiefür der Name „Parabraunerde" eingebürgert, womit eine braunerdeähnliche Entwicklung des Bodens mit geringen Durchschlämmungserscheinungen aufgezeigt werden soll.

Die Bodenbildung beim Schulbau Bindermichl-Ramsauerstraße auf Parzelle 1374/48 (Karte 2, Profilstelle 2) hat einen ähnlichen Profilaufbau wie beim „Biolabor Hart" und nachstehende Profilbeschreibung:

A 0—20 cm	Humoser, schluffiger Lehm (milder Lehm); etwas verdichtet (anthropogener Einfluß), gut krümelnd, Farbe i. f. Z.: 10 YR 3/3, sehr gut durchwurzelt, gut durchlüftet, klebend, gut plastisch übergehend.
AB 20—45 cm	Schwach humoser, schluffiger Lehm (milder Lehm); mitteldicht gelagert, feinblockige Struktur, Farbe i. f. Z.: 10 YR 4/3, sehr gut durchwurzelt, gut durchlüftet, klebend, gut plastisch, allmählicher Übergang.
B 45—90 cm	Schluffiger (milder) Lehm; mitteldicht gelagert, feinblockige Struktur, Farbe i. f. Z.: 10 YR 4/4, abnehmende Durchwurzelung, noch gut durchlüftet, vereinzelte undeutliche Fahl- und Rostflecken, klebend, gut plastisch, scharf absetzend.
D ab 90 cm	Kalkreicher Schluff (Löß); locker gelagert, strukturlos, Farbe i. f. Z.: 2, 5 Y 5/6, nicht durchwurzelt, gut durchlüftet, vereinzelte kleine undeutliche Rostflecken, nicht klebend, schwach plastisch.

Schon die Profilmorphologie zeigt durch das scharfe Absetzen des B-Horizontes vom Untergrund bei 90 cm und durch die unterschiedliche Farbe und Struktur sowie der plötzlichen Abnahme der Klebrigkeit und Plastizität, daß am Profilaufbau zwei grundsätzlich verschiedene Substrate beteiligt sind, deren Wechsel sich übergangslos und sprunghaft vollzieht. Diese scharfe Trennlinie muß auch bei der Interpretation aller weiteren Untersuchungen beachtet werden, damit das Gesamtbild der Bodenbildung nicht verlorengeht.

Von jedem Horizont wurden Proben für Analysen und Dünnschliffe entnommen und nach den bereits beschriebenen Methoden untersucht, so daß bei äquivalenten Untersuchungsmethoden die Ergebnisse mit jenen des Standortes „Biolabor Hart" (Karte 2, Profilstelle 3) verglichen werden können.

Das Raumtrockengewicht (siehe Tabelle 3) wurde nur bei der Profilstelle „Schulbau" bestimmt und auf diesem Standort wird es

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

von oben nach unten immer geringer, denn der A-Horizont weist infolge anthropogenen Einflusses auf der Baustelle mit 171,64 Gramm je 100 ccm Boden ein Maximum auf. Der AB-Horizont erreicht noch 158,17 Gramm und der B-Horizont bei 0,80 Meter Tiefe 142,31 Gramm. Im liegenden Löß beträgt das Raumtrockengewicht in 1,00 Meter Tiefe 138,72 Gramm und bei 1,50 Meter Tiefe 136,53 Gramm und ist somit in beiden Fällen höher als im Löß des Rohbodens bei 0,70 Meter Tiefe, wo es nur 127,68 Gramm erreicht.

Die Korngrößenanalysen wurden an beiden Profilstellen mit der Methode Kopetzky durchgeführt, so daß deren Ergebnisse gegenübergestellt werden können.

Während bei der Profilstelle „Biolabor" (siehe Tabelle 5) im Lehm das Abschlämmbare von 37,2 auf 46,4 bzw. 44,6 % mit der Profiltiefe zunimmt, wird diese Fraktion bei der Profilstelle „Schulbau" nach unten verringert, denn sie beträgt im A-Horizont auf diesem Standort 50,0, im AB-Horizont 48,4 und im B-Horizont 38,6 %. Im liegenden Löß ist der Anteil des Abschlämmbaren bedeutend geringer und beträgt in Hart 30,2 % und am Bindermichl 26,0 bzw. 27,0 %. Gerade umgekehrt wie das Abschlämmbare verhält sich der Staubsandanteil des Lehmes, der im Profil „Biolabor" von 53,0 auf 48,0 bzw. 50,0 % nach unten abnimmt, jedoch im Profil „Schulbau" von 41,8 % mit der Tiefe auf 45,0 bzw. auf 53,8 % zunimmt.

Anderseits ist der Anteil dieser Fraktion im Löß bei beiden Profilen sehr hoch; im Profil „Hart-Biolabor" 69,8 % und beim „Schulbau Bindermichl" 66,2 bzw. 65,2 %.

Im Sand- und Feinsandgehalt sind nur geringe Schwankungen innerhalb der Horizonte und nur unwesentliche Unterschiede zwischen den beiden Standorten vorhanden.

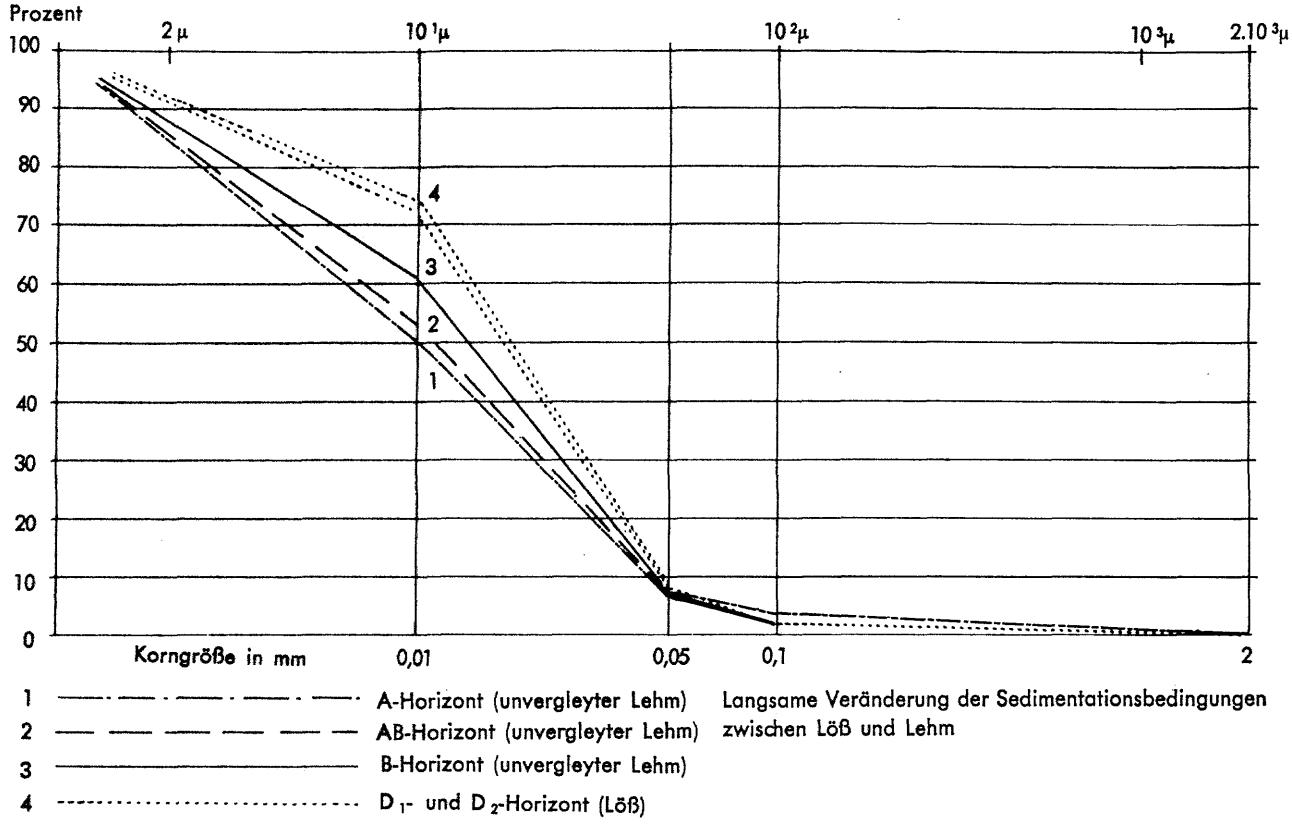
Der Feinsand des Lehmes zeigt bei beiden Profilen die gleiche Tendenz wie der Staubsand, so daß im Profil „Biolabor" eine geringe Abnahme von 7,6 auf 4,8 % und im Profil „Schulbau" eine geringe Zunahme von 4,4 auf 6,0 % feststellbar ist. Im liegenden Löß nimmt der Feinsand beide Male etwas zu und beträgt 6,4 %.

Der Sandgehalt ist äußerst gering und bewegt sich zwischen 3,8 und 1,6 bzw. 2,2 und 0,4 %.

Die Bilder des Korngrößenaufbaues haben bei beiden Profilstellen sehr ähnliche Kurven, wobei die Lößlinien wesentlich steiler verlaufen als die Lehmlinien, deren Horizontanordnung jedoch jeweils verschieden ist. Bei der Profilstelle „Schulbau" (siehe Diagramm 2)

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 2: Korngrößenkurven der Parabraunerde „Schulbau"



© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

folgt über dem D_2-Horizont, dessen Linie sich nur geringfügig vom D_1-Horizont abhebt, sofort die Kurve des B-Horizontes und darüber nach der Reihenfolge geordnet die des AB- und des A-Horizontes.

Bei der Profilstelle „Biolabor" (siehe Diagramm 3) folgt jedoch auf den steil ansteigenden Lößhorizont die flachere Kurve des A-Horizontes und darüber zeigen die AB- und B-Horizontkurven einen noch flacheren Verlauf, womit die Lehmhorizonte dieses Profils umgekehrt angeordnet sind wie bei der Profilstelle „Schulbau".

Da die Verwitterung des Materials sich in der relativ kurzen Zeit seit seiner Ablagerung nur innerhalb des Bereiches der abschlämmbaren Fraktion abspielte und diese hier als Ganzes betrachtet wird, zeigen die Analysen den Korngrößenaufbau des abgelagerten Sedimentes auf. Bei beiden Profilen ist die Trennlinie zwischen Lehm und Löß auch in den Ergebnissen der Schlämmanalysen erkennbar, doch ist der Korngrößenaufbau in der Profilmorphologie bei beiden Standorten verschieden.

Beim Profil „Biolabor" ist die Ungleichheit zwischen Löß und dem darüberliegenden B-Horizont stärker ausgeprägt als beim Profil „Schulbau", und die Korngrößen der oberen Horizonte nähern sich wieder dem Löß, so daß vorerst ein stärkerer Sedimentationswechsel und anschließend wieder ähnliche Sedimentationsbedingungen wie beim liegenden Löß vorhanden waren.

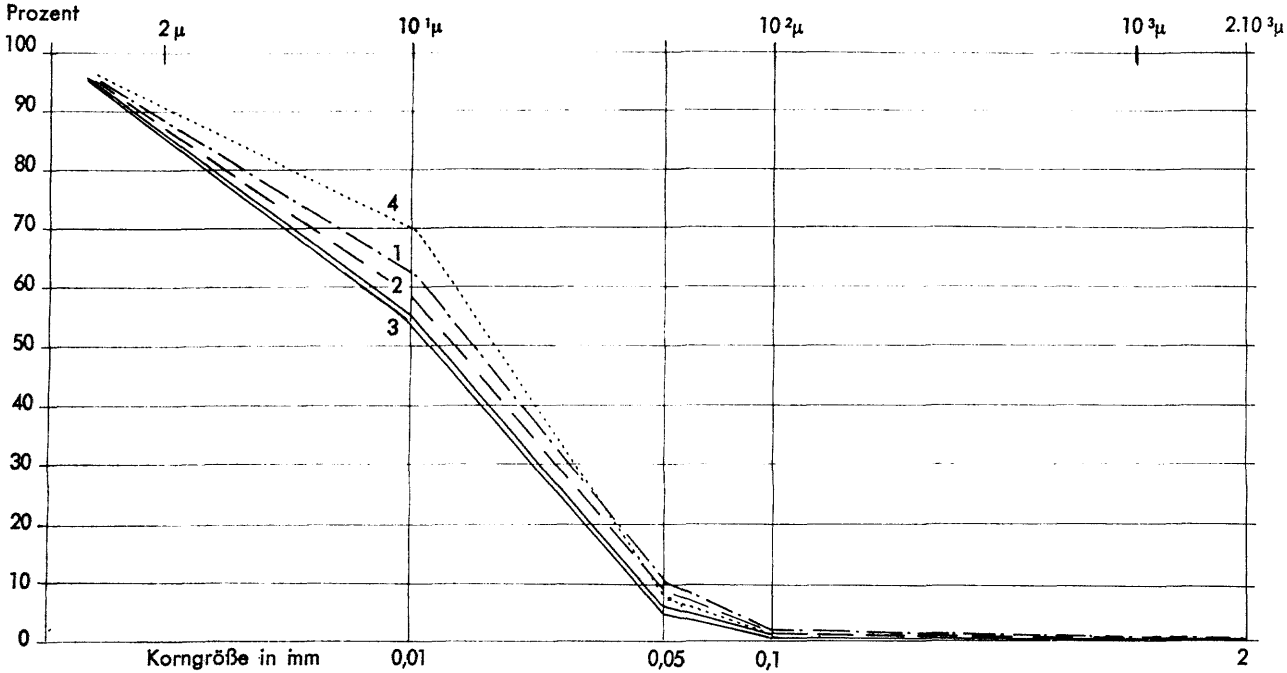
Beim Profil „Schulbau" scheint die Ungleichheit im Korngrößenbild etwas geringer auf, doch wird aus dem ständig flacheren Kurvenverlauf der Horizonte eine gleichmäßige Änderung der Sedimentationsbedingungen ersichtlich.

Der Karbonatgehalt des Lehmes ist in beiden Profilen gering, er beträgt bei den Proben „Schulbau" im A- und AB-Horizont 0,8 % und sinkt im B-Horizont auf 0,2 % ab. Bei der Profilstelle „Biolabor" ist nur im B_2-Horizont ab 0,75 Meter Tiefe ein Karbonatwert von 0,2 % feststellbar.

Zwecks Klärung dieser Differenzen sei darauf hingewiesen, daß die Profilstelle „Schulbau" bedeutend näher zur Traun liegt als die Profilstelle „Biolabor", die sich ungefähr 1,5 km westlich davon und in der Nähe des Grundbaches befindet, dessen Einzugsgebiet ältere und höhere eiszeitliche Terrassen sind. Im Löß hingegen sind die Karbonatwerte sehr hoch und betragen bei der Profilstelle „Schulbau" 28,1 bzw. 33,2 %; am Standort „Biolabor Hart" wurden 29,9 % Karbonate festgestellt.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 3: Korngrößenkurven der Parabraunerde „Biolabor"



1 —·—·—·—·— A-Horizont (Lehm)

2 — — — — — AB-Horizont (Lehm)

3 ——— B_1- und B_2-Horizont (Lehm)

4 ····· D-Horizont (Löß)

Sprunghafte Veränderung der Sedimentationsbedingungen zwischen Löß und Lehm

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 5: Traun N-Hochterrasse, Parabraunerde Hart („Biolabor")

Probenentnahme Tiefe in Metern	Horizont	Boden und Untergrund	Farbe nach „Munsell soils color Chart"	Raumtrockengewicht	Kurve des Raumtrockengewichts g/100 cm³ (120 130 140 150 160)	% Karbonate	Karbonatkurve % Ca CO_3 (10 20 30 40 50)	P_2O_5 mg/100 g	P_2O_5 Kurve mg/100 g (2 4 6 8 10)	T-Wert	T-Wert Kurve mval/100 g (10 12 14 16 18)	Korngrößenverteilung nach Intern. Methode B in Prozenten S 2-0,1	FS 0,1-0,05	Stb 0,05-0,01	< 0,01
0,20	A	Lehm	10 YR 3/3			0		10,8		15,4		2,2	7,6	53,0	37,2
0,45	AB	Lehm	10 YR 4/3			0		4,8		15,1		2,0	7,2	50,0	40,8
0,75	B_1	Lehm	10 YR 4/4			0		4,8		16,4		0,4	5,2	48,0	46,4
1,10	B_2	Lehm	10 YR 4/4			0,2		3,6		16,5		0,6	4,8	50,0	44,6
1,30	D	Löß vereinzelte kleine Rostflecken	2,5 Y 5/6			29,9		0,8		9,1		0,4	6,4	63,0	30,2

Tabelle 6: Traun N-Hochterrasse, Graben Hanuschstraße

Probenentnahme Tiefe in Metern	Horizont	Boden und Untergrund	Farbe nach „Munsell soils color Chart"	Raumtrockengewicht	Kurve des Raumtrockengewichts g/100 cm³ (120 130 140 150 160)	% Karbonate	Karbonatkurve % Ca CO_3 (10 20 30 40 50)	P_2O_5 mg/100 g	P_2O_5 Kurve mg/100 g (2 4 6 8 10)	T-Wert	T-Wert Kurve mval/100 g (10 12 14 16 18)	Korngrößenverteilung nach Intern. Methode B in Prozenten S 2-0,1	FS 0,1-0,05	Stb 0,05-0,01	< 0,01
1,50	B_3	Lehm	10 YR 5/4	140,94		0,6		12,0				0,6	6,8	53,8	38,8
2,50	B_4	Lehm	10 YR 5/4	142,53		2,0		8,0				0,2	8,4	63,2	28,2
3,00	D	mäßig vergleyter Löß	2,5 Y 5/6	169,82		36,1		3,0				0,2	7,8	65,6	26,4

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Der Phosphorsäuregehalt ist auf der Hochterrasse der Traun im allgemeinen hoch (64) und zeigt bei beiden Profilen gute Übereinstimmung. Er beträgt bei der Profilstelle „Schulbau" im A-Horizont 10,2 mg und sinkt auf 6,8 bzw. 3,7 mg gab. Die Profilstelle „Biolabor" ergab ebenfalls sehr hohe Werte, da im A-Horizont 10,8 mg und in den tieferen Horizonten 4,8 mg bzw. 3,5 mg P_2O_5 nachgewiesen wurden.

Demgegenüber hat der Löß des Untergrundes mit 0,5 bis 0,7 bzw. 0,8 mg P_2O_5 in beiden Fällen nur geringe Phosphorsäurewerte aufzuweisen.

Der T-Wert der Parabraunerde wurde bei der Profilstelle „Biolabor" in allen Horizonten bestimmt und ergab im A-Horizont 15,4, im AB-Horizont 15,1, im B_1-Horizont 16,4 und im B_2-Horizont 16,5 mval, so daß eine Zunahme der Tonsubstanz auch im T-Wert aufscheint. Der liegende Löß hat hingegen nur 9,1 mval Umtauschkapazität.

Im Profil „Schulbau" wurden auch die Schwerminerale bestimmt, und die Ergebnisse zeigen charakteristische Unterschiede zwischen Lehm und Löß auf (siehe Tabelle 4 und Diagramm B).

Der Anteil der opaken Körner schwankt in der Sandfraktion des Lehmes zwischen 55,1 % im A-Horizont und 40,6 % im AB-Horizont, der B-Horizont liegt mit 46,5 % ungefähr in der Mitte.

Im liegenden Löß sinkt dieser Anteil auf 36,9 bzw. 34,8 % ab.

In der Feinsandfraktion ist der Unterschied weniger prägnant, denn im Lehm sind 38,5, 50,0 und 36,8 % und im Löß 36,0 und 35,9 % opake Körner vorhanden. Im arithmetischen Mittel beider Fraktionen beträgt der Anteil der opaken Körner 46,8, 45,3, 41,7, 36,4 und 35,3 %, womit der höhere Anteil im Lehm und die Abnahme mit der Profiltiefe ebenfalls ersichtlich wird.

Demgegenüber nimmt der Granatanteil mit der Profiltiefe bei beiden Fraktionen fast gleichmäßig zu; er beträgt in der Sandfraktion des Lehmes 30,9, 26,7 bzw. 40,8 % und steigt im Löß auf 46,4 und 55,1 % an.

In der Feinsandfraktion sind die entsprechenden Prozentsätze 25,7, 35,9 und 41,1 % im Lehm bzw. 50,4 und 62,1 im Löß. Die Zahlen des arithmetischen Mittels sind 28,3, 31,3 und 40,9 % im Lehm bzw. 48,4 % und 58,6 % im Löß, so daß die Granatzahl im unteren Lößhorizont gegenüber dem obersten Lehmhorizont mehr als verdoppelt wird.

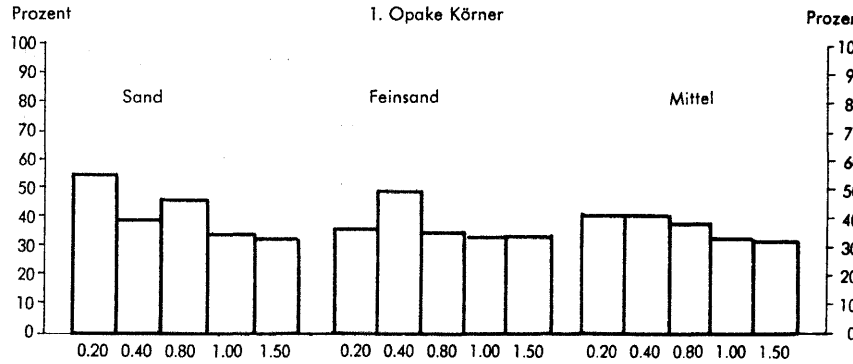
Tabelle 4: Traun N-Hochterrasse, Parabraunerde Bindermichl (Schulbau)

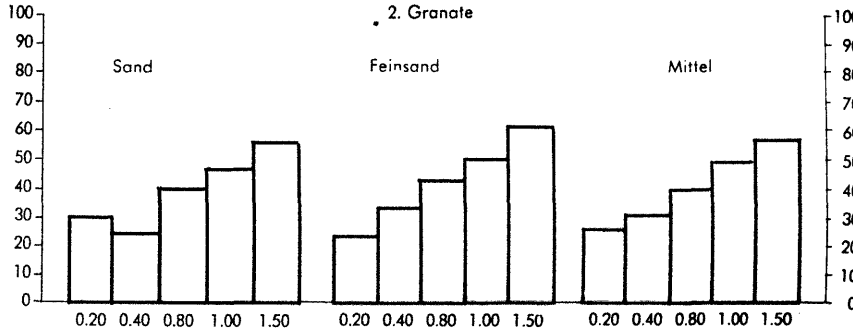
Probenentnahme Tiefe in Metern	Fraktion	Ungefähre Menge	Opake Körner			Prozente der durchsichtigen Körner	Durchsichtige Körner in Prozenten										
			Magnetit	Gele u. a.	Prozente		Zirkon	Monazit u. Titanit	Turmalin	Granat	Staurolith	Disthen u. Sillimanit	Andalusit	Epidot u. Zoisit	Hornblende	Rutil	Apatit
0,20	5	viel	130	21	55,1	44,9	17,1	2,4	1,6	30,9	5,7	2,4	4,1	22,0	11,4	2,4	—
(213)	F 5	sehr viel	70	15	38,5	61,5	11,0	—	2,2	25,7	7,4	7,4	—	22,0	16,9	5,9	1,5
0,40	5	viel	56	13	40,6	59,6	23,6	2,0	3,0	26,7	3,0	1,0	2,0	26,7	3,0	5,0	4,0
(8)	F 5	sehr viel	140	12	50,0	50,0	9,7	2,0	1,3	35,9	7,2	4,6	0,7	30,7	2,0	4,6	1,3
0,80	5	viel	78	22	46,5	53,5	10,8	5,2	—	40,8	7,0	3,5	9,6	18,8	—	4,3	—
(9)	F 5	sehr viel	55	20	36,8	63,2	12,5	2,3	—	41,1	8,9	2,3	0,8	25,9	2,3	2,3	1,6
1,00	5	viel	71	11	36,9	63,1	12,9	5,7	—	46,4	7,2	2,1	1,4	17,2	1,4	4,3	1,4
(10)	F 5	viel	70	5	36,0	64,0	8,8	—	2,9	50,4	3,6	2,9	—	25,5	1,5	2,9	1,5
1,50	5	viel	82	8	34,8	65,2	6,3	2.7	0,9	55,1	6,3	1,8	—	15,2	3,6	5,4	2,7
(11)	F 5	sehr viel	64	10	35,9	64,1	5,8	—	1,6	62,1	5,0	4,1	1,6	12,4	1,6	5,0	0,8

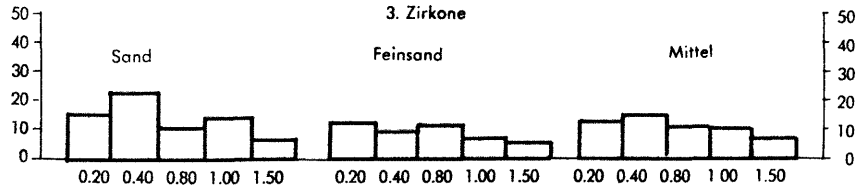
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

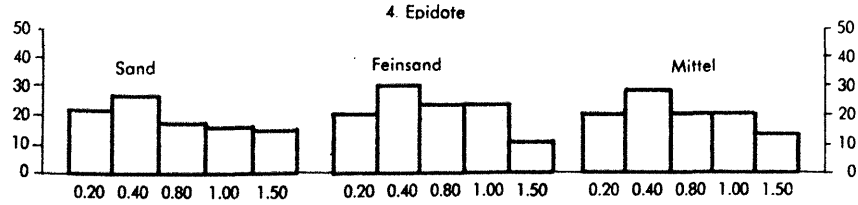
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

B) Diagramm der Schwerminerale in der Parabraunerde „Schulbau"









© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Der Zirkon- und Epidotgehalt sinkt mit der Profiltiefe stark ab, der Zirkonanteil hat in der Sandfraktion 17,1, 23,6 und 10,8 % im Lehm bzw. 12,9 und 6,3 % im Löß. Die Feinsandfraktion zeigt nur geringere Schwankungen, da die Zirkonprozentsätze 11,0, 9,7 und 12,5 im Lehm bzw. 8,8 und 5,8 im Löß betragen.

Im arithmetischen Mittel der Prozente zeigen die Zirkone im Lehm vorerst eine Zunahme von 14,0 auf 16,7 %, um im Löß auf 15,8 bzw. 6,0 % abzusinken.

Der Epidotgehalt zeigt in der Sandfraktion vorerst eine Zunahme von 22,0 auf 26,7 %, fällt jedoch mit der Profiltiefe auf 18,8 bzw. auf 17,2 und 15,2 % im Löß ab.

In der Feinsandfraktion beträgt der Epidotgehalt im Lehm 22,0, 30,7 und 25,0 % bzw. im Löß 25,5 und 12,4 %. Das arithmetische Mittel dieser Zahlen ist 22,0, 28,7 und 22,3 % für den Lehm bzw. 21,3 und 13,8 % für den Löß. Die bedeutenden Unterschiede im Schwermineralspektrum, die starke Zunahme des Granatgehaltes und die Verringerung des Zirkon- und Epidotgehaltes im Löß gegenüber den Lehmhorizonten weisen auf eine Sedimentation von mineralogisch unterschiedlichen Substraten hin, womit auch das Fehlen der Calcite im hangenden Lehm bzw. ihr Vorhandensein im liegenden Löß und alle sonstigen physikalischen und chemischen Verschiedenheiten im Zusammenhang stehen.

Mikromorphologie (Dünnschliffbilder 3, 4 und 5)

0,20 m (1536*)	Dichtes Mineralgefüge mit viel Bindesubstanz; Mineralgerüst bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, die stellenweise eingeregelt sind; vereinzelt auch stark angewitterte Calcite. Im allgemeinen feinkörniges Gefüge, doch daneben auch größere, porphyrartige Mineralkörner eingelagert. Bindesubstanz hellgelb, ziemlich gleichmäßig verteilt, außerdem viel organische Substanz und vereinzelte dunkelbraune, umgelagerte Konkretionen vorhanden.
0,40 m (1230)	Dichtes Mineralgefüge mit viel Bindesubstanz; Mineralgerüst bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, die teilweise eingeregelt sind; ebenso gleich ausgerichtet sind auch größere, porphyrartige Mineralkörner. Bindesubstanz hellgelb, zum großen Teil gleichmäßig verteilt, stellenweise auch stark doppelbrechende Schlieren in Hohlräumen.

* Dünnschliffnummer

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

0,80 m (1231) Ähnliches Bild wie bei 0,40 m.

1,00 m (1232) Scharfe Trennlinie zwischen oberem calcitfreien, bindesubstanzreichen und unterem calcitreichen, bindesubstanzarmen Material.
Oben: Dichtes Mineralgefüge mit viel Bindesubstanz;
Mineralgerüst bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, die stellenweise eingeregelt sind.
Bindesubstanz zum großen Teil gleichmäßig verteilt, stellenweise auch zu hellgelben, stark doppelbrechenden Schlieren in Hohlräumen zusammengeballt.
Unten: Dichtes Mineralgefüge ohne Bindesubstanz;
sehr viel Calcite, etwas trüb und angewittert, daneben Quarz, Feldspat und etwas Glimmer.

1,50 m (1233) Dichtes Mineralgefüge ohne Bindesubstanz;
sehr viel Calcite, etwas trüb und angewittert, daneben Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, die teilweise eingeregelt sind; stellenweise Kalkausscheidungen in Hohlräumen.

Beschreibung der Leichtminerale

0,20 m Tiefe Sand: Sehr wenig Biotit; Quarze eckig; Feldspate angewittert, teilweise zersetzt.
Feinsand: Wenig Biotit; Quarze eckig, scharfkantig; Feldspate angewittert, teilweise zersetzt.

0,40 m Tiefe Sand: Viel Biotit; Quarze eckig; Feldspate (Plagioklase) stark angewittert, zum großen Teil zersetzt.
Feinsand: Viel Biotit; Quarze eckig; Feldspate (Plagioklase) angewittert, teilweise stark zersetzt.

0,80 m Tiefe Sand: Viel Biotit, trüb, stark angewittert; Quarze eckig bis kantengerundet; Feldspate (Plagioklase) teilweise stark zersetzt.
Feinsand: Viel Biotit, trüb, stark angewittert; Quarze eckig bis kantengerundet; Feldspate (Plagioklase) zum großen Teil stark angewittert, teilweise gelartig zersetzt.

1,00 m Tiefe Sand: Viel Biotit; Quarze eckig, zumeist trüb; Feldspate (Plagioklase) angewittert, teilweise zersetzt.
Feinsand: Viel Biotit; Quarze eckig, trüb; Feldspate (Plagioklase) angewittert, teilweise zersetzt.

1,50 m Tiefe Sand: Wenig Biotit; Quarze eckig, teilweise trüb; Feldspate (Plagioklase) etwas angewittert und zersetzt.
Feinsand: Wenig Biotit; Quarze eckig, etwas trüb; Feldspate (Plagioklase) etwas angewittert und zersetzt.

Die Unterscheidung von Lehm und Löß, die bei allen bisherigen Untersuchungen ersichtlich war, tritt bei den Dünnschliffbildern besonders markant hervor, da in den Lehmhorizonten ein Mineralgerüst, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmer mit viel Bindesubstanz vorhanden ist, während im liegenden Löß, der durch eine scharfe

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Trennlinie abgeschnitten wird, ein kalzitreiches Mineralgefüge ohne Bindesubstanz aufscheint (siehe Dünnschliffbild 5).

Aber auch die Bodenentwicklung ist an den Dünnschliffen gut erkennbar, indem in einzelnen Hohlräumen die gelbbraune, stark doppelbrechende Bindesubstanz schlierig angehäuft ist. Außerdem sind in den Lehmhorizonten dunkelbraune, nicht doppelbrechende, abgerundete Konkretionen (aber vereinzelt auch im Löß) vorhanden, die ebenso wie die gleichmäßig verteilte Bindesubstanz auf eine Umlagerung älterer Bodenbildungen hinweisen (siehe Dünnschliffbilder 3 und 4).

Der Unterschied im Mineralbestand und die Trennung von Lehm und Löß ist so eindeutig und kraß, daß ein Übereinanderliegen zweier verschiedener Schichten, also eine geologische „Diskontinuität" vorliegt.

Die Mikroanalyse zeigt das Bild einer relativ jungen Bodenbildung aus kalkarmem Material, die auf kalkreichem Löß zusammenhanglos aufliegt.

Von den Leichtmineralen ist im Lehm viel Biotit vorhanden. Die Quarze sind eckig bis kantengerundet und vereinzelt trüb; die Feldspate, zumeist Plagioklase, sind stark angewittert und teilweise zersetzt. Im liegenden Löß hingegen ist weniger Biotit dabei, die Quarze sind etwas eckiger und die Feldspate bedeutend weniger zersetzt.

III. FOLGERUNGEN AUS DEN ERGEBNISSEN (Diskussion)

Das Vorkommen der zwei verschiedenen Bodentypen auf der Hochterrasse der Traun bei Linz erfordert die Berücksichtigung aller bodenbildenden Faktoren und eine ganzheitliche Interpretation, die sowohl die pedologischen Momente als auch das eiszeitliche Geschehen in eine Gesamtschau einbezieht. Außerdem kann das Ausmaß der Bodenentwicklung beurteilt werden, so daß aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen bodengenetische, quartärgeologische und bodendynamische Folgerungen gezogen werden können.

1. Die Bodenbildungen auf der Hochterrasse

Der Profilaufbau und die Analysenergebnisse des Lößrohbodens bezeichnen in ihrem Gesamtbild eindeutig und zweifellos eine

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

autochthone Bodenbildung aus kalkreichem Löß, da nur geringe Unterschiede im Mineralgehalt, im Chemismus und im Gefüge vorhanden sind. Die verwitterungsbedingten Veränderungen, die als Lösungs- und Ausfällungserscheinungen im Dünnschliff bzw. als Schwankungen im Karbonatgehalt aufscheinen, zeigen das Ausmaß der Verwitterung bei diesem karbonatreichen Substrat an, wobei das Alter dieser Bodenbildung, seit der Lößablagerung in der letzten Kaltzeit, gegeben ist.

Von diesem Lößrohboden unterscheidet sich die Parabraunerde in allen wesentlichen Bodeneigenschaften. Nachstehend werden die gegensätzlichen Merkmale zusammenfassend gegenübergestellt.

Bodeneigenschaften		Lößrohboden	Parabraunerde
a) Profilaufbau			
Morphologie		einheitlich	Trennlinie vorhanden
Farbe bei 0,40 m Tiefe		hellgelb (2, 5 Y)	braun (10 YR)
Bodenart bei 0,40 m Tiefe		Schluff	schluffiger Lehm
Plastizität* bei 0,40 m Tiefe		plastisch	gut plastisch
Klebrigkeit* bei 0,40 m Tiefe		nicht klebend	klebend
Struktur bei 0,40 m Tiefe		lose	deutlich blockig
Lagerung bei 0,40 m Tiefe		locker	mitteldicht
b) Chemismus			
Karbonatgehalt bei 0,40 m Tiefe		kalkreich (30 %)	kalkarm (fast 0 %)
Phosphorsäuregehalt bei 0,40 m Tiefe		P_2O_5-arm (0,5 mg)	P_2O_5-reich (6,8 mg)
Sorptionsvermögen bei 0,40 m Tiefe		gering (7,6 mval)	hoch (15,4 mval)
c) Mineralbestand			
Schwerminerale bei 0,70—0,80 m Tiefe			
opake Körner	Sandfraktion	38 %	46 %
	Feinsandfraktion	39 %	37 %
	Mittelwert	34 %	42 %
Granate	Sandfraktion	74 %	41 %
	Feinsandfraktion	51 %	41 %
	Mittelwert	62 %	41 %
Zirkone	Sandfraktion	6 %	11 %
	Feinsandfraktion	8 %	13 %
	Mittelwert	7 %	12 %
Epidot	Sandfraktion	5 %	19 %
	Feinsandfraktion	17 %	26 %
	Mittelwert	11 %	22 %

* Die Plastizität und Klebrigkeit wurden in wassergesättigtem Zustand (Fließgrenze) bei der Feldaufnahme bestimmt.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bodeneigenschaften	Lößrohboden	Parabraunerde
Sonstige Minerale bei 0,70—0,80 m Tiefe		
Calcit	sehr viel	keine
Biotit	wenig	viel
Feldspate	gering verwittert	stark verwittert
d) Mikromorphologie		
Profilaufbau	einheitlich	scharfe Trennlinie
Bindesubstanz bei 0,40 m Tiefe	wenig	viel
hellgelbe Schlieren	keine	vorhanden
Kalkkonkretionen	vorhanden	keine

Diese großen Unterschiede bei allen wichtigen Bodeneigenschaften beweisen das Vorhandensein zweier grundsätzlich verschiedener Bodenbildungen, die sich unmöglich aus einem Substrat gleichzeitig unter gleichen Voraussetzungen, wie dies auf der Hochterrasse der Fall ist, entwickelten. Es ist pedologisch undenkbar, daß sich aus dem letztkaltzeitlichen Löß auf ebener Terrassenfläche einerseits ein hellgelber, kalkreicher, phosphorsäurearmer, sorptionsschwacher, schwach plastischer, nicht klebender, loser Schluff (= Lößrohboden) und etwa 100 Meter davon entfernt auf gleicher Verebnung unter gleichen klimatischen und sonstigen Bedingungen und innerhalb desselben Zeitraumes ein brauner, kalkarmer, phosphorsäurereicher, sorptionsstarker, sehr plastischer, klebender, schluffiger Lehm entstanden ist. Desgleichen sind auch die Unterschiede im Schwermineralbestand und bei allen anderen daraus sich ergebenden Eigenschaften durch eine Bodenentwicklung nicht erklärbar.

Daher trennt die makroskopisch sichtbare Diskontinuität (siehe Profilbilder), die auch im Dünnschliff als Trennlinie aufscheint (siehe Dünnschliffbilder), zwei verschiedene bodenbildende Substrate. Denn ein solches übergangsloses, scharfes Absetzen zweier in allen Bodeneigenschaften unterschiedlicher Horizonte kommt bei autochthonen Bodenbildungen, wenn sich der Boden aus e i n e m gleichförmigen Ausgangsmaterial an Ort und Stelle ungestört entwickeln kann, nicht vor und zeigt somit einen Wechsel verschiedener Schichten, das heißt, ein bodengenetisches Merkmal auf.

Zum gleichen Schluß führen die auffallenden Sprünge im Karbonat- und Phosphorsäuregehalt sowie die T-Werte; auch die Unterschiede im Mineralbestand bzw. im Schwermineralspektrum weisen auf ein verschiedenartiges Ausgangsmaterial in den gegensätzlichen Bodentypen hin.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Somit ist aus dieser Verschiedenheit aller Bodeneigenschaften, die sich in den Analysenergebnissen widerspiegelt, offenbar ersichtlich, daß die Parabraunerde im Gegensatz zum Lößrohboden aus einem anderen Ausgangsmaterial hervorgegangen sein muß, das über dem Löß nach dessen Sedimentation abgelagert wurde. Daher ist die Parabraunerde der Traun-Hochterrasse bei Linz eine allochthone Bodenbildung, da sie sich nicht aus dem liegenden Löß entwickelt hat. Der Löß ist in diesem Fall kein Muttergestein, sondern bodenfremder Untergrund und pedologisch ein D-Horizont.

Um dieses scharfe, übergangslose und für eine autochthone Bodenentwicklung unmögliche Abschneiden der Parabraunerde vom Löß analytisch prägnanter darzustellen, wurden je drei Proben Lehm und Löß in je 4 cm Abstand oberhalb und unterhalb der Trennlinie entnommen, auf Karbonat- und Phosphorsäuregehalt nochmals untersucht und ihr Korngrößenaufbau analysiert.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind nachstehend aufgezeichnet:

Materialprobe	Karbonate in Prozent	P_2O_5 in mg	Korngrößenaufbau 200—60 u	60—6 u	6—2 u	kl. als 2 u
Lehm bei 10 cm	0,0	2	6,3	71,5	5,0	17,2
Lehm bei 6 cm	0,8	3	4,3	69,8	7,3	18,6
Lehm bei 2 cm	1,5	4	6,0	71,5	6,9	15,5
Scharfe Trennlinie						
Löß bei 2 cm	26,0	1	7,9	77,7	4,1	10,3
Löß bei 6 cm	29,8	—	8,4	77,5	5,0	9,1
Löß bei 10 cm	23,5	—	9,5	77,9	3,7	8,9

Die Analysen dieses „Mikroprofiles", bei dem innerhalb 20 cm Mächtigkeit sechs Schichten untersucht wurden, zeigen sowohl im Karbonat- und Phosphorsäuregehalt als auch in der Korngrößenzusammensetzung die scharfe Trennlinie zwischen Lehm und Löß deutlich auf.

Der Karbonatgehalt des Lehmes nimmt von 0,0 % bei 10 cm auf 0,8 % bei 6 cm bzw. auf 1,5 % bei 2 cm oberhalb des Lösses etwas zu, anschließend folgt ein prägnanter, sehr großer Sprung auf 26 % bei 2 cm Lößtiefe und die weiteren Karbonatwerte des Lösses betragen 29,8 bzw. 23,5 %. Der Phosphorsäuregehalt des Lehmes nimmt ebenfalls zur Trennlinie von 2 auf 3 bzw. 4 mg zu und sinkt unterhalb dieser auf 1 bzw. 0 mg ab.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Korngrößenzusammensetzung wurde nach Vorbehandlung „Lüttner-Jung" analysiert, bei der das Substrat vorher mit Natriumpyrophosphat dispergiert wird. Auch bei diesen Korngrößenanalysen ist die Trennlinie besonders im Schluff- und Tongehalt sehr deutlich ausgeprägt, da ersterer von 71,5 % der letzten Lehmschichte auf 77,7 % bei der ersten Lößschichte ansteigt, während der Tongehalt von 15,5 auf 10,3 % absinkt. Die beiden anderen Fraktionen zeigen zwar nur geringe Unterschiede auf, wobei im allgemeinen der Sand mit dem Schluffgehalt und der Feinschluff mit dem Tongehalt korrespondiert, so daß der Löß etwas grobkörniger aufscheint.

Bei den Korngrößenkurven (Diagramm 4) wird die Ungleichheit des sedimentierten Materials an dem unterschiedlichen Verlauf der Löß- und Lehmlinie knapp unterhalb bzw. oberhalb der Trennlinie deutlich sichtbar, wobei der etwas flachere Kurvenanstieg des Lehmes eine schlechtere Sortierung anzeigt als die Lößkurve.

Da auch analytisch zwischen dem Lehm und Löß an der Trennlinie bedeutende Unterschiede und keine Übergänge vorhanden sind und somit das makroskopische und mikromorphologische Bild bestätigt wird, muß aus dieser scharfen Trennung eine genetische Verschiedenheit des abgelagerten Materials und damit auch auf eine Veränderung der Sedimentation gefolgert werden.

Die Vorgänge, die zu diesem zusammenhanglosen Schichtwechsel zwischen Lehm und Löß führten, können nur aus dem quartärgeologischen Geschehen erklärt und sollen anschließend näher untersucht werden.

2. Die Sedimentationsvorgänge auf der Hochterrasse

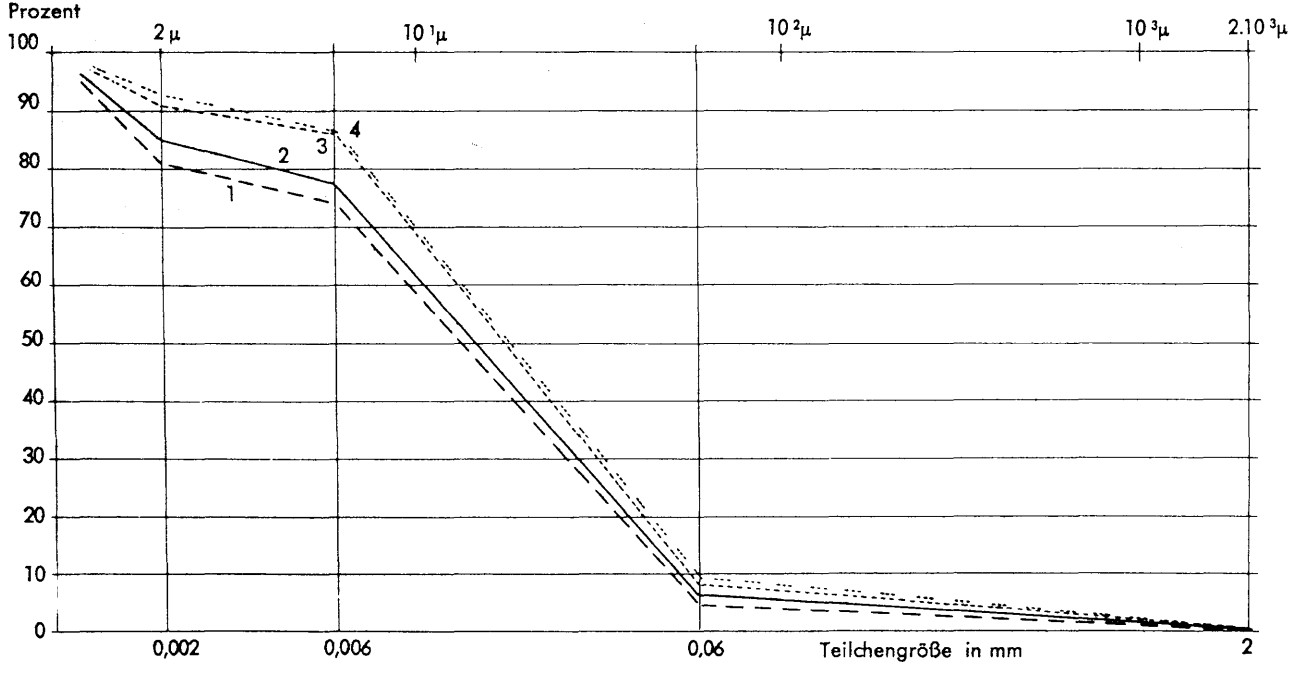
a) Die Lehmsedimentation auf der Hochterrasse

Die postsedimentäre Überlagerung des Lösses wird durch die Grabenfüllung auf der Hanuschstraße, die beim Kanalbau auf der Parzelle 425/28, KG Waldegg, aufgefunden wurde, deutlich veranschaulicht.

Ein 2,50 Meter tiefer Graben zieht in West-Ost-Richtung (in Richtung Grundbach-Traun) durch den Löß der Hochterrasse hindurch und ist mit braunem Lehmmaterial aufgefüllt, das zum umgebenden, mäßig vergleyten Löß sowohl in der Tiefe als auch seitlich scharf und übergangslos abgegrenzt ist (Abbildung 5).

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 4: Korngrößenkurven von Lehm und Löß an der Trennlinie



1 — — — — — — Lehm bei 6 cm oberhalb der Trennlinie
2 ——— Lehm bei 2 cm oberhalb der Trennlinie
3 - - - - - - - - Löß bei 2 cm unterhalb der Trennlinie
4 - - - - - - - - Löß bei 6 cm unterhalb der Trennlinie

Plötzliche Veränderung der Sedimentationsbedingungen an der Trennlinie

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Aus diesem Graben wurden in 1,50, 2,50 und 3 Meter Tiefe Proben entnommen und folgende Untersuchungsergebnisse erzielt. Das Raumtrockengewicht (siehe Tabelle 6) beträgt im Löß bei 3 Meter Tiefe 169,82 Gramm je 100 cm^3 Probematerial und nimmt im Lehm nach oben hin ab, wo es nur 142,53 bzw. 140,94 Gramm erreicht. Aus diesem hohen Raumtrockengewicht des mäßig vergleyten Lösses wird eine Verdichtung des Lößmaterials an der Grabensohle erkennbar, die wahrscheinlich mit der Vergleyung im Zusammenhang steht.

Der Karbonatgehalt beträgt im liegenden Löß 36,1 %, also ungefähr ebensoviel wie bei der Profilstelle „Schulbau" in 1,40 Meter Tiefe, und sinkt im Lehm nach oben hin auf 2,0 bzw. 0,6 % ab.

Der Phosphorsäuregehalt ergab im Lehm bei 1,50 Meter Tiefe 12,0 mg und bei 2,50 Meter Tiefe noch 8,0 mg, während er im Löß bei 3 Meter Tiefe nur 3 mg erreicht.

Bei den Korngrößenanalysen zeigt die abschlämmbare Fraktion eine stetige Abnahme zum liegenden Löß, der eine fast gleiche Zunahme des Staubsandgehaltes gegenübersteht, während im Sand und Feinsand keine nennenswerten Unterschiede vorhanden sind.

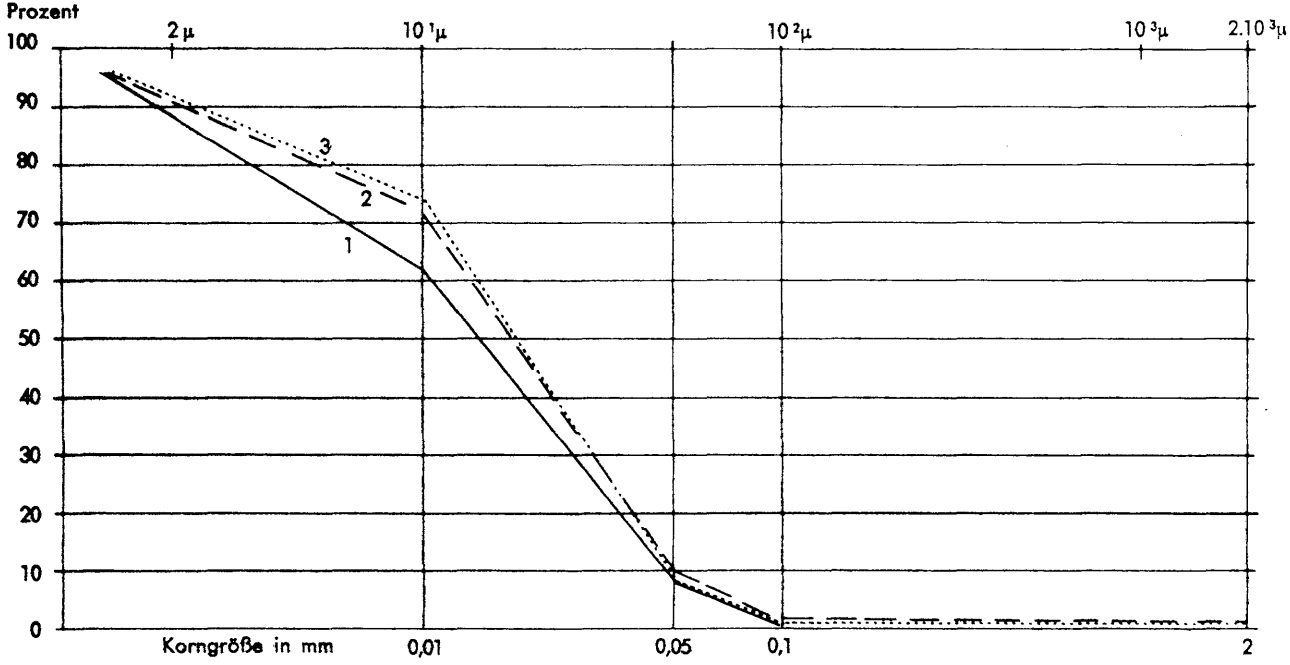
Im Lehm bei 1,50 Meter Tiefe beträgt das Abschlämmbare 38,8 % bzw. bei 2,50 Meter Tiefe nur noch 28,2 % und nimmt jedoch zum liegenden Löß noch unwesentlich bis 26,4 % ab. Die entgegengesetzte Tendenz weist die Staubsandfraktion auf, die von 53,8 auf 63,2 % im unteren Lehm bzw. auf 65,6 % im Löß ansteigt.

Obwohl die Sand- und Feinsandfraktion nur geringe Unterschiede aufweisen, haben sie dennoch charakteristisches Verhalten: der Sandgehalt sinkt schon im Lehm von 0,6 auf 0,2 % ab und beträgt im Löß ebenfalls 0,2 %, so daß er auch die Tendenz des Abschlämmbaren, wenn auch in weit geringerem Maße, aufzeigt.

Der Feinsandgehalt steigt im Lehm mit der Tiefe von 6,8 auf 8,4 % vorerst an, um im liegenden Löß wieder auf 7,8 % abzufallen, so daß er sich im Lehm wie der Staubsand verhält, aber im Löß mit dem Abschlämmbaren korrespondiert. Das Bild des Korngrößenaufbaues der drei Proben zeigt demnach eine zunehmende Verflachung von unten nach oben auf. Der liegende Löß bei 3 Meter Tiefe hat den steilsten Kurvenverlauf und die darauffolgende Lehmlinie bei 2,50 Meter Tiefe hat ein fast gleiches, nur geringfügig flacheres Kurvenbild. Jedoch bei weiterer Grabenauffüllung ändert sich die Korngrößenzusammensetzung, die Lehmkurve bei 1,50 Meter Tiefe wird bedeutend flacher.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 5: Korngrößenkurven von Lehm und Löß im Graben Hanuschstraße



1 ———————— Nicht vergleyter Lehm in 1,50 m Tiefe

2 — — — — — Nicht vergleyter Lehm in 2,50 m Tiefe

3 ····· Mäßig vergleyter Löß in 3,00 m Tiefe

Langsame Veränderung der Sedimentationsbedingungen zwischen Löß und Lehm

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Da ansonsten die Lehmauflage auf der Hochterrasse des Harter Plateaus eine fast gleichmäßige Mächtigkeit von rund 1 Meter besitzt und da eine scharfe Trennlinie das Lehmmaterial des Grabens vom umliegenden Löß abtrennt, kann es sich nur um eine fluviatile Auffüllung des Grabens durch ein Nebengerinne der Traun handeln, wodurch Lehmmaterial der höheren Terrassen in einem ehemaligen Totarm sedimentiert wurde.

Das Korngrößenbild (Diagramm 5) zeigt die jeweiligen Bedingungen dieser Sedimentation auf. Bei Beginn der Grabenfüllung herrschen zwischen dem liegenden Löß und dem unteren Lehm fast gleiche Sedimentationsbedingungen, da beide fast gleiche Korngrößenzusammensetzung haben. Erst während des weiteren Auffüllens des Grabens tritt im Lehm eine Zunahme des Abschlämmbaren und eine Abnahme des Staubsandgehaltes ein, und aus diesem flacheren Kurvenverlauf ist eine etwas schlechtere Sortierung des Materials und damit eine Veränderung in der Strömungsgeschwindigkeit des Lehmzubringers erkennbar.

Nach Auffüllen des Grabens überfluteten die Hochwässer dieses Nebengerinnes (wahrscheinlich des Grundbaches) die Lößflächen des Harter Plateaus und lagerten die abgetragenen Bodenteilchen der höheren Terrassen über dem Löß ab, so daß eine scharfe Trennung und keine Vermischung zwischen den beiden Sedimenten eintrat. Aus diesem Grund ist auch die Korngrößenzusammensetzung des Lehmes im Graben bei 1,50 Meter Tiefe fast dieselbe wie die in 0,80 Meter Tiefe bei der Profilstelle „Schulbau" (Ramsauerstraße), die ungefähr 300 Meter davon entfernt ist, und auch der liegende Löß hat bei beiden Aufschlüssen fast gleichen Korngrößenaufbau, der sich jedoch vom Löß am Terrassenrand, vom Löß des Rohbodens bei 0,70 Meter Tiefe, etwas unterscheidet.

Die Schwermineralanalysen der Proben aus dem Graben Hanuschstraße (siehe Tabelle 7 und Diagramm C) zeigen die gleiche Tendenz wie bei der Parabraunerde „Schulbau", indem besonders die starke Granatzunahme zum liegenden Löß ebenfalls auffallend hervortritt.

Die Zahlenwerte der einzelnen Schwerminerale geben folgendes Bild:

Die opaken Körner der Sandfraktion nehmen in den Lehmschichten vorerst von 61,5 auf 23,0 % stark ab, um im Löß wieder auf 47,6 % anzusteigen. In der Feinsandfraktion ist ihr Anteil gleichmäßiger und beträgt 41,4 und 33,3 % im Lehm bzw. 32,8 % im Löß.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Das arithmetische Mittel beider Fraktionen ist 51, 28 und 40 %.

Bei den durchsichtigen Schwermineralen ist auch auf diesem Standort der hohe Granatgehalt ein prägnantes Kennzeichen des Hochterrassenlösses, denn er nimmt in der Sandfraktion von 34,0 bzw. 44,0 % im Lehm auf 54,0 % im Löß stark zu. Desgleichen ist die Zunahme der Granate in der Feinsandfraktion von 14,0 bzw. 34,0 auf 54,2 % stark ausgeprägt. Im Mittel beträgt der Granatanteil im Lehm bei 1,50 Meter Tiefe 24 % und bei 2,50 Meter Tiefe 42 %, während er im Löß bei 3 Meter Tiefe bereits 54 % aufweist.

Demgegenüber ist im allgemeinen eine Abnahme des Zirkon- und Epidotgehaltes vom Lehm zum Löß erkennbar. Zwar machen die Zirkone in der Sandfraktion eine Ausnahme, da sie von 14,0 und 10,0 % im Lehm auf 18,0 % im Löß ansteigen, jedoch nehmen sie in der Feinsandfraktion von 24,0 bzw. 12,0 % im Lehm auf 5,0 % im Löß ab. Im Mittelwert beträgt der Zirkongehalt im Lehm bei 1,50 Meter Tiefe 17 % und bei 2,50 Meter Tiefe 11,0 % und verbleibt bei dieser Prozentzahl auch im liegenden Löß.

Bedeutend besser ist der Unterschied zwischen Lehm und Löß wieder beim Epidotgehalt ersichtlich, da dieser in der Sandfraktion von 40,0 auf 20,0 bzw. auf 18,0 % im Löß absinkt und in der Feinsandfraktion gleichfalls eine Abnahme von 38,0 auf 31,0 bzw. auf 25,0 % im Löß zu verzeichnen ist. Das arithmetische Mittel des Epidotanteiles beträgt 39 % im Lehm bei 1,50 Meter Tiefe bzw. 25 % im Lehm bei 2,50 Meter Tiefe und 21 % im liegenden Löß bei 3 Meter Tiefe.

Von den Leichtmineralen ist im Lehm mehr Biotit als im Löß zu beobachten, anderseits sind die Feldspate im Lehm etwas stärker verwittert bzw. zersetzt als im Löß.

Bei den Dünnschliffuntersuchungen ist ebenfalls eine Trennlinie zwischen dem hangenden Lehm und liegenden Löß erkennbar, die jedoch etwas weniger auffallend wie bei der Parabraunerde hervortritt. Wie bereits aus dem Karbonat- und Phosphorsäuregehalt sowie aus den Schwermineralanalysen hervorgeht, besteht im Graben kein so krasser Wechsel zwischen den beiden Substraten, so daß eine geringe Vermengung von Lehm mit Löß, eventuell infolge Seitenerosion, anzunehmen ist (siehe Dünnschliffbild 6).

Demnach kann aus allen Untersuchungen bei ganzheitlicher Interpretation des Gesamtbildes die nachträgliche Auffüllung eines Totarmes im Löß durch Lehmmaterial deutlich erkannt werden, wodurch

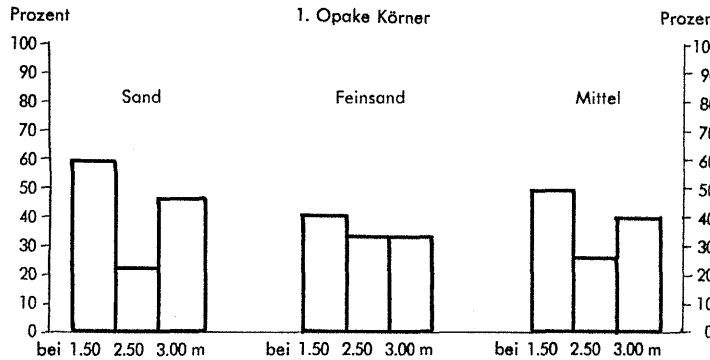
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

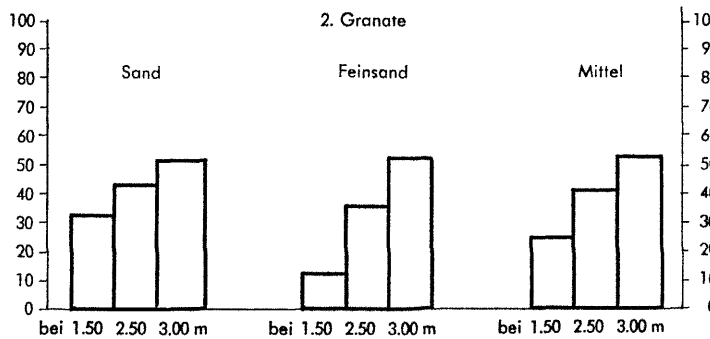
Tabelle 7: Traun N-Hochterrasse, Graben Hanuschstraße

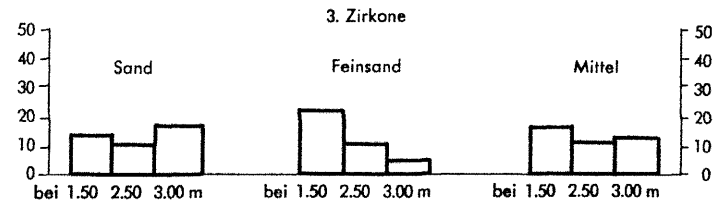
Probenentnahme Tiefe in Metern	Fraktion	Ungefähre Menge	Opake Körner			Prozente der durchsichtigen Körner	Durchsichtige Körner in Prozenten										
			Magnetit	Gele u. a.	Prozente		Zirkon	Monazit u. Titanit	Turmalin	Granat	Staurolith	Disthen u. Sillimanit	Andalusit	Epidot u. Zoisit	Hornblende	Rutil	Apatit
1,50	5	wenig	60	2	61,5	38,5	14,0	2,0	—	34,0	6,0	—	—	40,0	—	4,0	—
(III)	F 5	viel	70	3	41,4	58,6	24,0	2,0	1,0	14,0	4,0	1,0	—	38,0	1,0	15,0	—
2,50	5	s. wenig	15	—	23,0	77,0	10,0	—	—	44,0	8,0	4,0	—	20,0	4,0	10,0	—
(II)	F 5	wenig	45	4	33,3	66,7	12,0	—	—	38,0	5,0	3,0	1,0	31,0	2,0	8,0	—
3,0	5	wenig	50	—	47,6	52,4	18,0	4,0	—	54,0	—	—	—	18,0	2,0	4,0	—
(I)	F 5	viel	55	4	32,8	67,2	5,0	0,8	—	54,2	4,2	2,5	0,8	25,0	3,3	4,2	—

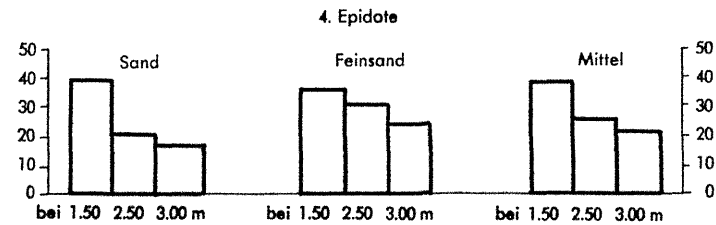
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

C) Diagramm der Schwerminerale im Graben Hanuschstraße









© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die Lehm- und die Lößsedimentation der Hochterrasse zwei verschiedene Vorgänge im quartärgeologischen Geschehen darstellen.

Wie bereits aufgezeigt wurde, bestehen sowohl beim Lehm als auch beim Löß der einzelnen Profilstellen gewisse Unterschiede in der Korngröße, und die Gegenüberstellung der Schlämmungsergebnisse nach KOPETZKY ergibt für die entsprechenden Horizonte nachstehende Zahlen, die einen Einblick in die Sedimentationsbedingungen erlauben.

Beim Lehmmaterial der Parabraunerde auf den verschiedenen Standorten ergibt sich folgendes Bild (Diagramm 6):

Standort	Sand	Feinsand	Staubsand	Abschlämmbares
Biolabor bei 0,80 Meter Tiefe	0,6 %	4,8 %	50,0 %	44,6 %
Schulbau bei 0,80 Meter Tiefe	1,6 %	6,2 %	53,8 %	38,6 %
Graben bei 1,50 Meter Tiefe	0,6 %	6,8 %	53,8 %	38,8 %

Von diesen Lehmhorizonten fällt der B_2-Horizont des Standortes „Biolabor" etwas heraus und zeigt auch im Kurvenverlauf einen flacheren Anstieg. Dazu muß bemerkt werden, daß sich diese Profilstelle in der Nähe des Grundbaches befindet, während die beiden anderen Lehmablagerungen, die sich fast völlig im Kornaufbau gleichen, weiter vom Grundbach entfernt liegen, jedoch untereinander sehr nahe sind.

Da in der Nähe des Grundbaches anscheinend etwas stärkere Strömungsbedingungen herrschten, ist eine schlechtere Sortierung gegeben, die durch den flacheren Kurvenverlauf aufgezeigt wird.

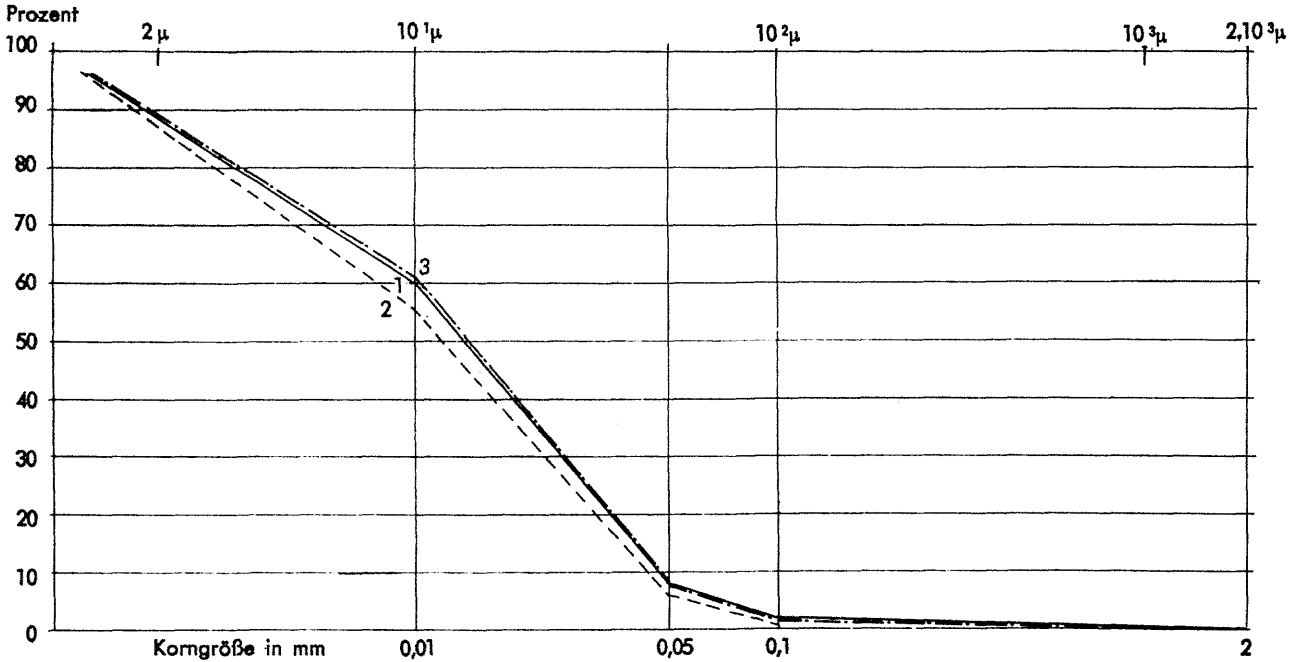
Der Lehm der Profilstelle „Schulbau" zeigt jedoch in den obersten Horizonten eine weitere Verflachung der Korngrößenkurven und damit eine etwas schlechtere Sortierung, das heißt, eine geringe Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit mit fortschreitender Lehmakkumulation, auf. Die Hochwässer des Lehmzubringers haben sich auf der damals ebenen Terrassenoberfläche nur mit etwas gering unterschiedlicher Strömung ausgebreitet und bedingten dadurch die kleinen Differenzen in der Korngrößenzusammensetzung.

Da aber die Hochterrasse der Traun (jetzige Seehöhe 280 Meter) gegenwärtig etwa 12 Meter über der Niederterrasse bzw. 20 Meter über den Traunauen liegt und von Hochwässern nicht mehr überflutet werden kann, sind aus den bodenkundlichen Ergebnissen auch quartärgeologische und geomorphologische Folgerungen zu ziehen.

Die Hochterrasse der Traun muß zur Zeit der Lehmsedimentation noch im Hochwasserbereich der Traun und ihrer Nebengerinne, das

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 6: Vergleich der Lehmkorngrößen verschiedener Standorte



1 ———————— Lehm in 0,80 m Tiefe, Standort „Schulbau"

2 — — — — — — Lehm in 0,90 m Tiefe, Standort „Biolabor"

3 —·—·—·— Lehm in 1,50 m Tiefe, Graben Hanuschstraße

Standort „Biolabor" hat etwas veränderte Sedimentationsbedingungen

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

heißt, ein Augebiet gewesen sein, und erst die nachträgliche Landhebung, verbunden mit einer Tieferverlegung des Flußsystems der Traun, hat infolge Erosion das heutige morphologische Bild dieser Landschaft geschaffen, wobei sich der Beginn dieser Geschehnisse in den Dellen (Trockentälern) abspiegelt. Da sich die im Jungtertiär eingeleitete Landhebung nach Untersuchungen von A. WINKLER-HERMADEN (79), E. KRAUS (40) und anderen Autoren auch im Quartär fortsetzte und die verstärkte Tiefenerosion der Flüsse in der Gegenwart ebenfalls tektonische Hebungen anzeigen, kann daraus die jetzige Landschaftsmorphologie ohne Schwierigkeit erklärt werden.

Die ebene Hochterrassenfläche der Traun wird derzeit einerseits von flachen „Kuppen" am Terrassenrand überhöht und anderseits von eingesenkten Dellen gering zerschnitten. Diese Dellen sind jedoch jünger als die Terrassenoberfläche bzw. als die Lehmüberlagerung des Lösses; sie wurden nach Ablagerung des Lehmmaterials angelegt, wodurch eine Abtragung und ein Auskeilen der Braunerde entlang ihres Verlaufes stattfand (Abbildung 7).

Die gleichmäßige Mächtigkeit des Lehmmaterials über Löß und die Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit mit zunehmender Sedimentationshöhe weisen auf einen Rückstau des Lehmzubringers durch die Traun hin. Aus diesem Rückstau der Hochwasserfluten erklärt sich einerseits die Anordnung der einzelnen Horizonte in den Korngrößenkurven bei den Profilstellen „Biolabor" und „Schulbau", indem bei ersterer infolge der Nähe des Grundbaches andere Strömungsbedingungen herrschten als bei letzterer, anderseits ergeben sich aus einem Verschnitt der Hochwässer der Traun und des Lehmzubringers auch die geringen Karbonatmengen im Lehmmaterial.

Die Abtragung der großen Lehmmenge wurde bewirkt durch den allgemeinen periglacialen Bodenabtrag auf den höhergelegenen älteren Terrassen, deren Denudationsmaterial den Nebenbächen der Traun zufloß.

Auf fluviatile Ablagerung weist bei den Dünnschliffen im allgemeinen auch die Einregelung der großen Mineralkörner und der Glimmerschüppchen sowohl im Lehm als auch im Löß hin. Außerdem zeigen die abgerundeten Konkretionen, die besonders im mikromorphologischen Bild des Lehmes ersichtlich sind, eine Umlagerung älteren Bodenmaterials auf.

Das von den höheren Terrassen abgetragene, lehmige Bodenmaterial wurde nach Akkumulation des Lösses über diesen auf der

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Hochterrasse abgelagert und entspricht somit einem „Nahtransport" durch kleine Nebengerinne, dem ein „Ferntransport" des Lößmaterials durch die Traun gegenübersteht. Diese Erscheinung wiederholt sich auch auf der jüngeren Niederterrasse und sogar im Augebiet, wo auf Schottern, die fluviatil durch den Hauptstrom herbeigebracht wurden, ebenfalls Lehmmaterial durch kleinere Zubringer flächenmäßig weitverbreitet aufgelagert ist (45, 32).

Auch diese Lehmakkumulationen vollzogen sich im Rückstaugebiet der Nebengerinne, als die Wasserführung des Hauptgerinnes im Verhältnis zu den Nebenbächen abnahm bzw. als sich das Hauptgerinne in die Aufschüttungsflächen einzuschneiden begann.

Die weiteren quartärgeologischen Folgerungen, der Ablauf dieser erdgeschichtlichen Ereignisse sowie die seither stattgefundene tektonische Landhebung und das Eintiefen der Flüsse infolge Erosion werden später in einem größeren Zusammenhang mit einem Überblick der Landschaftsentwicklung des Linzer Raumes dargestellt werden.

b) Die Lößsedimentation auf der Hochterrasse

Aber auch die Korngrößenunterschiede des Lößmaterials der einzelnen Profilstellen können durch das fluviatile Geschehen der Kaltzeit erklärt werden, und die Gegenüberstellung der Schlämmungsergebnisse nach Kopetzky ergibt für die entsprechenden Tiefen nachstehende Analysenwerte:

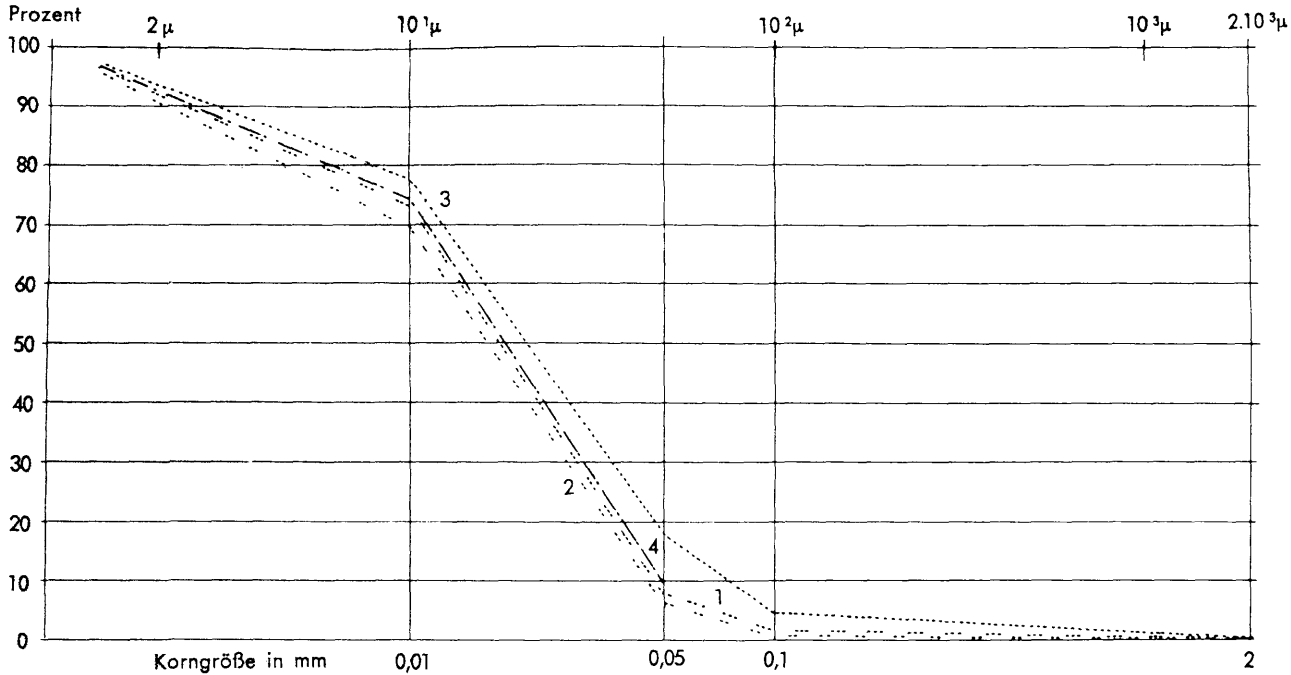
Standort	Sand	Feinsand	Staubsand	Abschlämmbares
Lößrohboden bei 0,70 m Tiefe	5,2 %	12,4 %	60,0 %	22,4 %
D-Horizont „Biolabor" bei 1,30 m Tiefe	0,4 %	6,4 %	63,0 %	30,2 %
D-Horizont „Schulbau" bei 1,50 m Tiefe	1,4 %	6,4 %	65,2 %	27,0 %
Löß im Graben bei 3,0 m Tiefe	0,2 %	7,8 %	65,6 %	26,4 %

Die daraus zu folgernden Korngrößenkurven (Diagramm 7) zeigen eine fast parallele Anordnung aller Lösse außer dem C-Horizont am Terrassenrand, der die relativ flachste Linienführung aufweist. Dagegen haben die liegenden Lösse der Parabraunerden und der Löß des Grabens, alle im Terrasseninneren liegend, einen fast gleichen und etwas steileren Kurvenverlauf, so daß bei diesen eine bessere Sortierung gegeben ist.

Zu gleichen Feststellungen führen auch die Ergebnisse der Pipettemethode, bei der außer dem C-Horizont des Lößrohbodens und dem D-Horizont des Standortes „Schulbau" auch der liegende Löß vom

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 7: Vergleich der Lößkorngrößen verschiedener Standorte



1 --- --- --- --- Löß in 1,00 m Tiefe, Standort „Schulbau"
2 -- -- -- -- -- Löß in 1,20 m Tiefe, Standort „Biolabor"
3 ---------- Löß in 0,70 m Tiefe, C-Horizont des Lößrohbodens
4 —·—·—·— Löß in 3,00 m Tiefe, Graben Hanuschstraße

Veränderte Sedimentationsbedingungen am Terrassenrand = C-Horizont des Lößrohbodens

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Aufschluß „Kinozubau" untersucht wurde (siehe Analysenergebnisse Seite 89).

Auch diese Lösse befinden sich ungefähr in einer Waagrechten und die Kurvenbilder (Diagramm 8) zeigen, daß der Löß beim Kinozubau korngrößenmäßig annähernd in der Mitte zwischen den beiden anderen, ja sogar näher zum C-Horizont des Lößrohbodens liegt, wie es seiner Standortlage entspricht.

Die Korngrößenzusammensetzung der beiden größten Fraktionsanteile ergibt folgendes Bild:

Korngröße	C-Horizont Lößrohboden	D-Horizont „Kinozubau"	D-Horizont „Schulbau"
von 0,06 bis 0,03 mm	48 %	45 %	40 %
von 0,03 bis 0,016 mm	17 %	30 %	25 %

Da im Bereich dieser beiden Fraktionen ungefähr zwei Drittel der Lößmenge sedimentierten, kann aus der Tendenz der beiden Korngrößenreihen auf die Sedimentationsbedingungen des Lösses geschlossen werden.

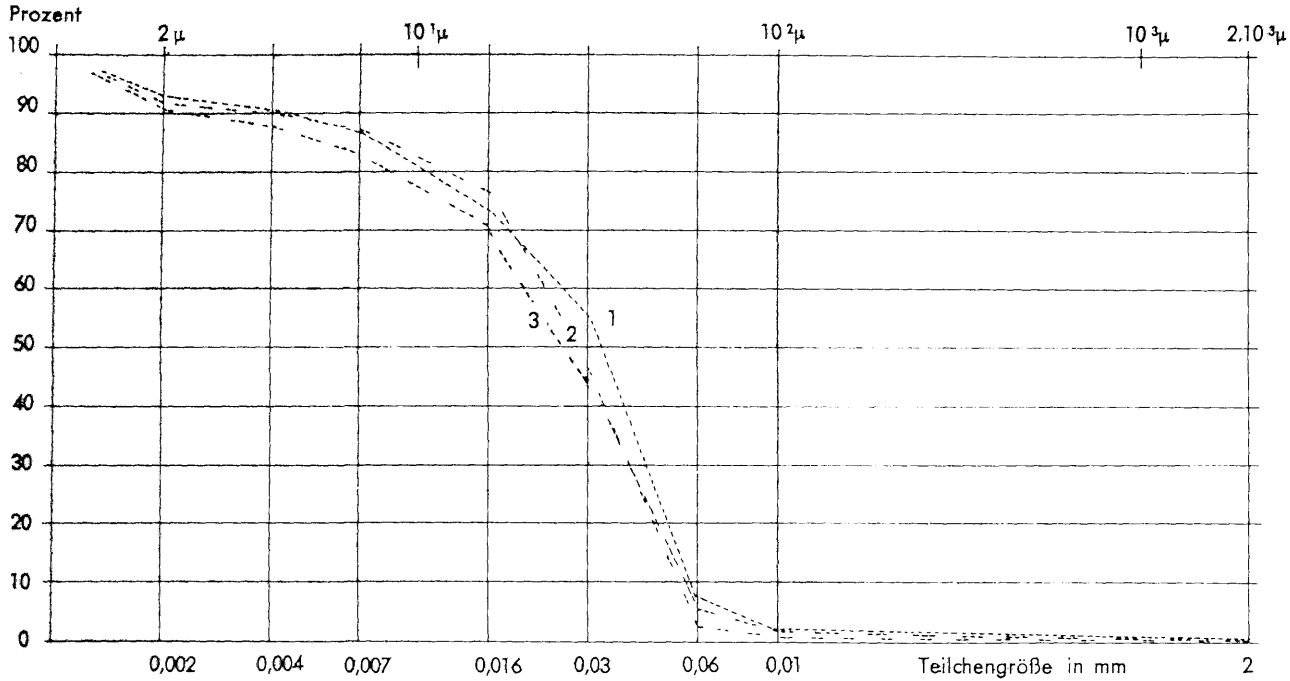
Bei der angewandten Pipettemethode beträgt die Falldauer der ersten Fraktion etwa 4 Minuten (3′ 52″) und der zweiten Fraktion rund eine Viertelstunde (15′ 28″) (85). Aus dieser Absetzdauer erkennt man die Strömungsverhältnisse der lößsedimentierenden Traunhochwässer. Denn zur Zeit der Lößsedimentation hatten noch die Hochwässer der Traun das Übergewicht und lagerten die etwas größeren Teilchen mit der Korngröße von 0,06 bis 0,03 mm mehr am Terrassenrand als im Terrasseninneren ab. Anderseits nehmen die kleineren Teilchen von 0,03 bis 0,016 mm gegen das Terrasseninnere zu.

Der entgegengesetzte Verlauf beider Zahlenwerte beweist die Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit gegen das Terrasseninnere, wo infolge des Rückzuges der Gletscher die Nebengerinne das Übergewicht erhielten und ihr Lehmmaterial sedimentierten, während am Terrassenrand die Traun weiterhin einen Uferwall akkumulierte.

Denn der stellenweise etwas überhöhte Hochterrassenrand bildete zur Zeit der Lößablagerung einen natürlichen Uferdamm (Uferwall), wie er einem jeden akkumulierenden Fluß eigentümlich ist. Dadurch ist auch der hier sedimentierte Löß infolge der etwas stärkeren Strömung am Ufersaum grobkörniger und lockerer gelagert als der Löß in der Terrassenmitte, so daß der höhere Sand- und Feinsand-

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 8: Vergleich der Teilchengrößen verschiedener Lösse



1 ---------- Löß bei 0,70 m Tiefe, C-Horizont des Lößrohbodens

2 -- -- -- -- -- Löß bei 0,90 m Tiefe, D-Horizont Standort „Kinobau"

3 --- --- --- --- Löß bei 1,00 m Tiefe, D-Horizont Standort „Schulbau"

Veränderung der Teilchengrößen mit der Entfernung vom Terrassenrand

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

gehalt des Lösses im Lößrohboden sowie dessen geringeres Raumtrockengewicht erklärt sind. Die gleichen morphologischen und bodengenetischen Verhältnisse sind auch am gegenüberliegenden Südufer der Traun bei Ebelsberg beobachtbar, wo am Terrassenrand, der ebenfalls als Uferwall etwas überhöht ist, ein Lößrohboden vorliegt, während im Inneren der Terrasse nur Parabraunerde vorhanden ist (32), deren Lehmmaterial durch den Wambach von den höheren, älteren Terrassen abgelagert wurde.

Die Hochterrasse war zur Zeit der Lößablagerung „Augebiet" der Traun, auf dem sie ihre Sedimente ablagerte. Das glazialklimatische Geschehen bedingte in Verbindung mit der Landhebung die anschließende Einschneidung der Traun, und die daraus folgernden Vorgänge führten zur Höherschaltung der Hochterrasse und zu ihrer jetzigen Morphologie.

Über die Herkunft des letztkaltzeitlichen Lösses geben seine Schwermineralspektren einen Hinweis, indem der sehr hohe Granatanteil auf die Beimengung einer starken Schlierkomponente bezogen werden kann. Der oberösterreichische Schlier ist nach Untersuchungen von G. Woletz sehr granatreich (82) und bildet im Alpenvorland überall den Untergrund der eiszeitlichen Terrassen. In ihm hat sich die Traun stark eingeschnitten und durch Seiten- und Tiefenerosion wurde viel Schliermaterial in ihre Hochwasserfluten aufgenommen und im strömungslosen Aubereich wieder abgelagert.

Da der Granat nach Untersuchungen von D. Schmeer (86) transportbeständig ist, bleibt er bei der Umlagerung gut erhalten und hat dadurch einen guten Aussagewert über die Herkunft der Sedimente.

Somit sind die schwermineralogischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften der bodenbildenden Substrate vor allem genetisch bedingt, da das abgelagerte Material jeweils vom Einzugsgebiet der Flüsse sowie von deren Strömungsverhältnissen abhängig ist (62).

Um aber den Verwitterungseinfluß auf verschiedene Ausgangssubstrate der Böden nachzuweisen, muß die Bodenentwicklung bzw. die Dynamik des Lößrohbodens und der Parabraunerde auf der Hochterrasse näher untersucht werden.

3. Das Ausmaß der Bodenentwicklung

Der Einfluß der Verwitterung beim Lößrohboden wurde zum Abschluß seiner Analysenergebnisse bereits erwähnt; denn als Folge

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

der Klimafaktoren, die im Linzer Raum derzeit eine mittlere Jahrestemperatur von rund 8 Grad Celsius und eine mittlere jährliche Niederschlagshöhe von ungefähr 800 mm aufweisen, erschienen im Dünnschliff die Calcite in den oberen Bodenhorizonten trüb und angeätzt, so daß ihre teilweise Zersetzung erkennbar ist. Anderseits werden diese Karbonatlösungen in den Hohlräumen der unteren Horizonte zum Teil wieder ausgefällt, wodurch eine gewisse Verkittung der Teilchen zustande kommt.

Diese Auflösung der Karbonate im Oberboden und ihre Ausfällung im Unterboden tritt auch bei der chemischen Analyse in Erscheinung, da der Karbonatgehalt von 16,4 % im A-Horizont auf 31,1 % im AC-Horizont ansteigt und im C-Horizont bei 0,70 Meter Tiefe 28,8 % beträgt. Zweifellos wurde auch das Lehmmaterial der Braunerde, das von vornherein andere chemische und physikalische Eigenschaften als der Löß hatte, ebenfalls von der Verwitterung umgeprägt, und es muß nunmehr versucht werden, das Ausmaß der Bodenentwicklung darzustellen.

Da aber in den oberen Horizonten der Parabraunerde bei der Profilstelle „Schulbau" noch geringe Karbonatspuren analytisch und auch mineralogisch nachweisbar sind, wurden diese seit ihrer Ablagerung durch Verwitterungseinflüsse noch nicht völlig beseitigt, wobei das Fehlen eines Karbonatanreicherungshorizontes im Unterboden darauf hinweist, daß auch früher keine wesentlich größeren Karbonatmengen vorhanden waren und daß die Bodenbildung aus einem karbonatarmen Substrat hervorgegangen ist.

Da die Verwitterungsvorgänge im Bereich des Abschlämmbaren (kleiner als 0,01 mm) am intensivsten wirken, mußten die Bodenproben einer weiteren Korngrößenanalyse unterzogen werden, damit das Ausmaß der Verwitterung prägnant aufgezeigt werden kann. Außerdem werden bei der Vorbereitung nach der Internationalen Methode B, durch zweistündiges Kochen, die Bodenaggregate nicht völlig zerstört, so daß es notwendig erschien, eine genaue Feststellung der Primärteilchen durchzuführen.

Zu diesem Zweck wurden die Proben des Lößrohbodens und der Braunerde vom Standort „Schulbau" und außerdem eine Lößprobe vom „Kinozubau", aus 0,80 Meter Tiefe, noch mittels eines Sieb- und Pipetteverfahrens untersucht (85), wobei man das Probematerial vorher mit Natriumpyrophosphat ($Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$) dispergierte. Die gröberen Korngrößen, bis zur Teilchengröße 0,06 mm, wurden durch

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Naßsiebung, alle kleineren Bodenteilchen durch Sedimentation bestimmt.

Bei der Siebanalyse wurde das Probenmaterial vorher aufgeschlämmt und durch die Siebgrößen 0,125 mm und 0,060 mm gesiebt, die anschließende Sedimentationsanalyse trennte die Korngrößen nach ihrer Absetzdauer mittels Pipettierung, wobei die Falldauer der verschieden großen Einzelteilchen nach dem STOKESchen Gesetz berechnet werden kann. Bei diesen Untersuchungen wurden folgende Ergebnisse gewonnen:

Anteil der Primärteilchen in Prozenten

Größe der Primärteilchen	Lößrohboden A-Hor.	AC-Hor.	C-Hor.	Parabraunerde „Schulbau" A-Hor.	AB-Hor.	B-Hor.	D-Hor.	„Kinozubau" D-Hor.
2,0 bis 0,1 mm	3	2	2	2	1	1	2	1
0,1 bis 0,06 mm	4	7	5	1	2	6	3	1
0,06 bis 0,03 mm	45	48	48	19	39	33	40	45
0,03 bis 0,016 mm	17	22	17	19	15	24	25	30
0,016 bis 0,007 mm	10	9	15	27	11	11	14	10
0,007 bis 0,004 mm	5	2	3	9	6	3	4	3
0,004 bis 0,002 mm	3	2	2	7	1	4	3	1
kl. als 0,002 mm	13	8	8	16	25	18	9	9

Außerdem wurde eine Trockensiebung der Proben durchgeführt, um einen gewissen Überblick über die Bodenaggregate zu gewinnen. Diese Untersuchung ergab nachstehende Zahlenwerte:

Anteil der Bodenaggregate in Prozenten

Größe der Bodenaggregate	Lößrohboden A-Hor.	AC-Hor.	C-Hor.	Braunerde „Schulbau" A-Hor.	AB-Hor.	B-Hor.	D-Hor.
2,0 bis 1,0 mm	0,1	0,3	0,2	1,2	0,0	0,9	1,5
1,0 bis 0,2 mm	38,1	23,1	10,3	55,3	52,9	40,8	7,4
0,2 bis 0,05 mm	16,5	14,2	19,6	18,0	17,2	18,8	24,8
kl. als 0,05 mm	45,3	62,4	69,9	25,5	29,9	39,5	66,3

Bei beiden Böden ist ein relativ großer Anteil der Aggregate von 1,0 bis 0,2 mm in den oberen Horizonten (A und AC bzw. A und AB) vorhanden, die auf eine Verkittung der Einzelteilchen durch organische Substanz hinweisen. Bei der Parabraunerde sind infolge des bereits vorhandenen Tongehaltes im abgelagerten Lehm eine bedeutend größere Anzahl solcher Ton-Humus-Komplexbildungen feststellbar als beim Lößrohboden.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

a) Die Bodenentwicklung des Lößrohbodens

Im Korngrößenaufbau des Lößrohbodens sind bei den drei vorliegenden Horizonten im allgemeinen nur kleine Unterschiede feststellbar. Am auffallendsten ist der etwas höhere Rohtongehalt im A-Horizont mit 13 %, dem im AC- und C-Horizont nur 8 % gegenüberstehen.

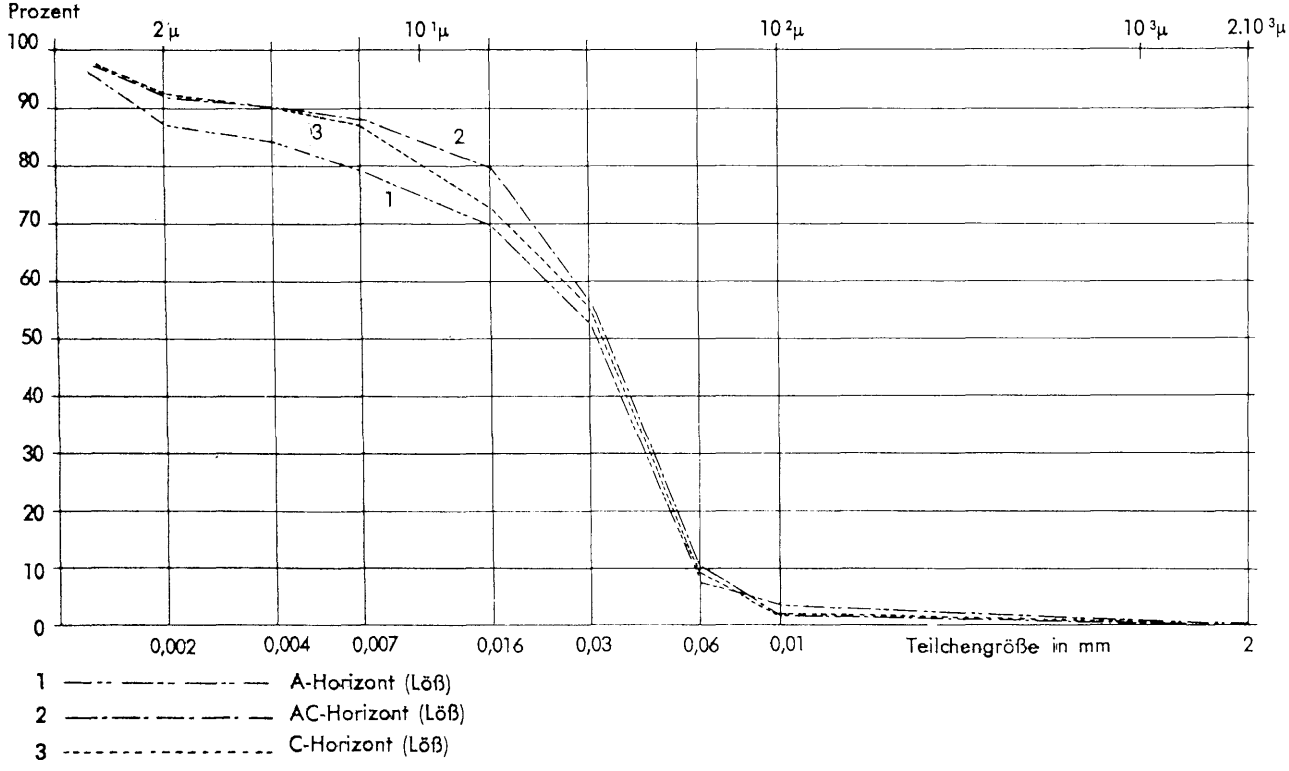
Noch größere Unterschiede ergeben sich durch Summierung der drei kleinsten Korngrößen (ab 0,007 mm), die im A-Horizont 21 %, aber im AC-Horizont nur 12 % und im C-Horizont 13 % betragen. Diese Ergebnisse zeigen eine gewisse Tonbildung im A-Horizont auf, geben aber keinerlei Hinweise auf eine Tondurchschlämmung bzw. auf eine Tonanreicherung im Unterboden.

Aus diesem Grund hebt sich der A-Horizont im Korngrößenbild (Diagramm 9) deutlich hervor, jedoch sind diese Differenzen nicht zur Gänze der Verwitterung zuzuschreiben, da der höhere Phosphorsäuregehalt und die Unterschiede bei den Schwermineralen sowie die wenige, aber gleichmäßig verteilte Bindesubstanz in den Dünnschliffen der oberen Horizonte auf eine geringe Vermengung des Lösses mit silikatischem Material hinweisen. (Gerade auf der Dammkrone des Uferwalles kann es zu solcher Verschneidung der Hochwässer und damit des abgelagerten Materials kommen.) Anderseits sind im Korngrößenbereich der drei Fraktionen von 0,06 bis 0,007 mm im A-Horizont nur 72 % vorhanden, während im AC-Horizont 79 % und im C-Horizont 80 % vorliegen. An dieser Differenz kann ebenfalls sowohl die Verwitterung, durch Zertrümmerung größerer Teilchen im Oberboden, als auch die Sedimentation, infolge Anreicherung kleinerer Teilchen im Unterboden, beteiligt sein. Daß kein ganz einheitliches Sedimentationsmaterial vorliegt, ist an dem Kurvenbild der Pipetteanalyse (Diagramm 9) ebenso erkennbar wie an dem der Schlämmanalyse (Diagramm 1), bei beiden tritt ein Sprung in der Horizontanordnung auf, indem der A-Horizont jeweils über dem C-Horizont zu liegen kommt und dieser über dem AC-Horizont aufscheint.

Obwohl ein Vergleich der Ergebnisse beider Methoden wegen der unterschiedlichen Vorbereitung des Probenmaterials und wegen der Verschiedenheit der Fraktionsbereiche schwierig ist, werden dennoch die Prozentsätze ähnlicher Korngrößen gegenübergestellt, um einen Einblick in die Vorgänge der Sedimentation — das heißt der Bodenentstehung — und der Bodenentwicklung zu erhalten. Denn bei der Pipettemethode sind nur mehr Primärteilchen vorhanden, während

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 9: Kurven der Teilchengrößen im Lößrohboden



© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bei der Schlämmanalyse teilweise auch Bodenaggregate mitbeteiligt sind; die Beziehungen aller dieser Bodenteilchen untereinander widerspiegeln die bodenbildenden Vorgänge im Ausgangssubstrat.

	A-Hor.	AC-Hor.	C-Hor.
Pipettemethode von 0,06 bis 0,016 mm	62,0	70,0	65,0
Schlämmung von 0,05 bis 0,010 mm	51,3	62,4	60,0
Pipettemethode kleiner als 0,016 mm	31,0	21,0	28,0
Schlämmung kleiner als 0,010 mm	32,4	21,4	22,4

Trotz der Verschiedenheit der analytischen Vorbereitung und der etwas veränderten Fraktionsbereiche weisen beide Resultate die gleichen Tendenzen, jedoch mit unterschiedlichen Zahlenwerten, auf.

Die relativ gute Übereinstimmung der kleinsten Korngrößen zeigt, daß sich im A- und AC-Horizont bereits Bodenaggregate gebildet haben, die durch die Dispergierung bei der Pipettemethode zerstört wurden, aber bei der Schlämmung erhalten blieben. Denn in beiden Horizonten liefern die zwei verschiedenen Methoden annähernd gleiche Prozentsätze, obwohl bei der Schlämmung der Grenzwert 0,010 mm, aber bei der Sedimentation etwas mehr, 0,016 mm, beträgt. Im C-Horizont hingegen, beim unverwitterten Lößmaterial, wo nur Primärteilchen vorliegen, sind bei der Pipettemethode um fast 6 % mehr Teilchen zu verzeichnen, was eben auf den erweiterten Korngrößenbereich zurückzuführen ist. Zum Vergleich hiezu seien die durch Trockensiebung gewonnenen Prozentzahlen der Bodenaggregate wiedergegeben, die als Ergebnis bei 1,0 bis 0,2 mm im A-Horizont 38 %, im AC-Horizont 23 % und im C-Horizont 10 % betragen. Diese Zahlen zeigen, daß beim Lößrohboden im A-Horizont ungefähr die vierfache und im AC-Horizont die doppelte Menge zusammengeballter Teilchen vorliegt, während die Prozentsätze der nächsten Aggregatsgröße von 0,2 bis 0,05 mm nur zwischen 16,5 und 19,6 % schwanken.

Bemerkenswert ist außerdem, daß die Feinsandfraktion der Schlämmanalyse (0,1 bis 0,05 mm) beim Pipetteverfahren nur ungefähr zur Hälfte bei der Korngröße 0,1 bis 0,06 mm aufscheint, so daß angenommen werden kann, daß der Feinsand im untersuchten Löß zu einem bedeutenden Anteil in der Korngröße 0,06 bis 0,05 mm vorliegt, womit der höhere Anteil der Fraktion 0,06 bis 0,016 mm bei der Pipettemethode erklärlich wird. Daher zeigt der Feinsand auch die gleiche Tendenz wie der Staubsand und sedimentierte unter den gleichen Bedingungen wie dieser.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Da sowohl das Pipetteverfahren als auch die Schlämmung den natürlichen Sedimentationsbedingungen der Hochwässer im Augebiet nahekommen — erstere stellt das Absinken der Teilchen im stehenden Gewässer, letztere in schwach fließenden Gewässern dar —, zeigen beide auch die Sortierung des abgelagerten Materials an. Die Übereinstimmung der Kurvenanordnung bei beiden Methoden und der unterschiedliche Kurvenverlauf des A-Horizontes müssen daher außer auf den Einfluß der Verwitterung auch teilweise auf eine gering veränderte Sedimentation zurückgeführt werden, denn die etwas schlechtere Sortierung im Oberboden ist auch im Dünnschliff am Vorhandensein einzelner großer, porphyrartiger Minerale, zumeist Quarze und Feldspate, ersichtlich. Wahrscheinlich ist auf der Dammkrone des ehemaligen Uferwalles ein Zusammenfließen der Hochwässer der Traun mit den ihrer Nebengerinne eingetreten, und die fluviatile Ablagerung des Materials wird an der Einregelung dieser größeren Minerale und der kleinen Glimmerschüppchen ersichtlich.

Die Verwitterung des Lösses auf der vorliegenden Hochterrasse ist auf Grund aller Untersuchungen relativ gering; weder die klimatischen Faktoren noch die Entwicklungszeit haben bisher ausgereicht, ihn zu entkalken und zu verlehmen. Der Standort des Lößrohbodens am Rande der Hochterrasse begünstigt zwar ein gewisses Abfließen der Niederschlagswässer und ihr Versickern, so daß eine etwas raschere Austrocknung als bei der Parabraunerde und eine Verzögerung der Bodenentwicklung eintritt, jedoch können die derzeitigen Verhältnisse im Wasserhaushalt nur bedingt für die Entwicklung der beiden unterschiedlichen Bodentypen herangezogen werden, wenn die Parabraunerde auch aus dem Löß entstanden wäre. Denn in diesem Fall wäre der Wasserhaushalt ursprünglich ziemlich gleichartig und somit keine grundsätzlich verschiedene Bodenentwicklung möglich gewesen. Diese geringe Entwicklung des letztkaltzeitlichen Lösses nur zu einem Lößrohboden ist daher ungefähr das Maß der Bodenbildung durch die Verwitterung bei einem autochthonen, kalkreichen Material innerhalb einer Zeitdauer, die außer dem ganzen Postglazial auch einen gewissen Zeitraum der letzten Kaltzeit, das heißt, also seit der Ablagerung des Lösses, unter den Klimaverhältnissen des Linzer Beckens, umfaßt. Wenn auch eventuell ein geringfügiger Bodenabtrag (Denudation) auf diesen ganz flach ansteigenden „Kuppen" eine gewisse Rolle gespielt haben kann, muß dennoch eine völlige Entkalkung oder Verlehmung des Lösses als unmöglich bezeichnet werden.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

b) Die Bodenentwicklung der Parabraunerde

Das Lehmmaterial der Parabraunerde ergab bei der Pipettemethode einen bedeutend höheren Rohtongehalt als der Löß.

Die Gegenüberstellung der Rohtonwerte, kleiner als 0,002 mm, beider Profile vermittelt folgendes Bild:

Profiltiefe	Lößrohboden	Parabraunerde „Schulbau"
bei 0,20 Meter Tiefe	13 %	16 %
bei 0,40 Meter Tiefe	8 %	25 %
bei 0,70 Meter Tiefe	8 %	18 %

Während im Lößrohboden keinerlei Hinweise auf eine Tonverlagerung vorhanden sind, zeigt die Parabraunerde eine deutliche Tonanreicherung bei 0,40 Meter Tiefe, so daß dieser Horizont als Ton-Illuvialhorizont hervortritt und ein Texturprofil vorliegt. Da der Tongehalt um das 1,5fache größer ist als im darüberliegenden A-Horizont, besteht die Bezeichnung „Parabraunerde" zu Recht, und zwar muß diese Bodenbildung nach dem Vorschlag P. Kundlers (44) ebenso wie am Standort „Biolabor Hart" (63) „sol brun lessivé" genannt werden.

Diesem hohen Rohtongehalt steht bei der Parabraunerde ein bedeutend geringerer Anteil der Fraktion 0,06 bis 0,03 mm gegenüber und der Vergleich mit dem Lößrohboden zeigt folgendes Bild:

Profiltiefe	Lößrohboden	Parabraunerde „Schulbau"
bei 0,20 Meter Tiefe	45 %	19 %
bei 0,40 Meter Tiefe	48 %	39 %
bei 0,70 (0,80) Meter Tiefe	48 %	33 %
bei 1,00 Meter Tiefe	nicht untersucht	40 %

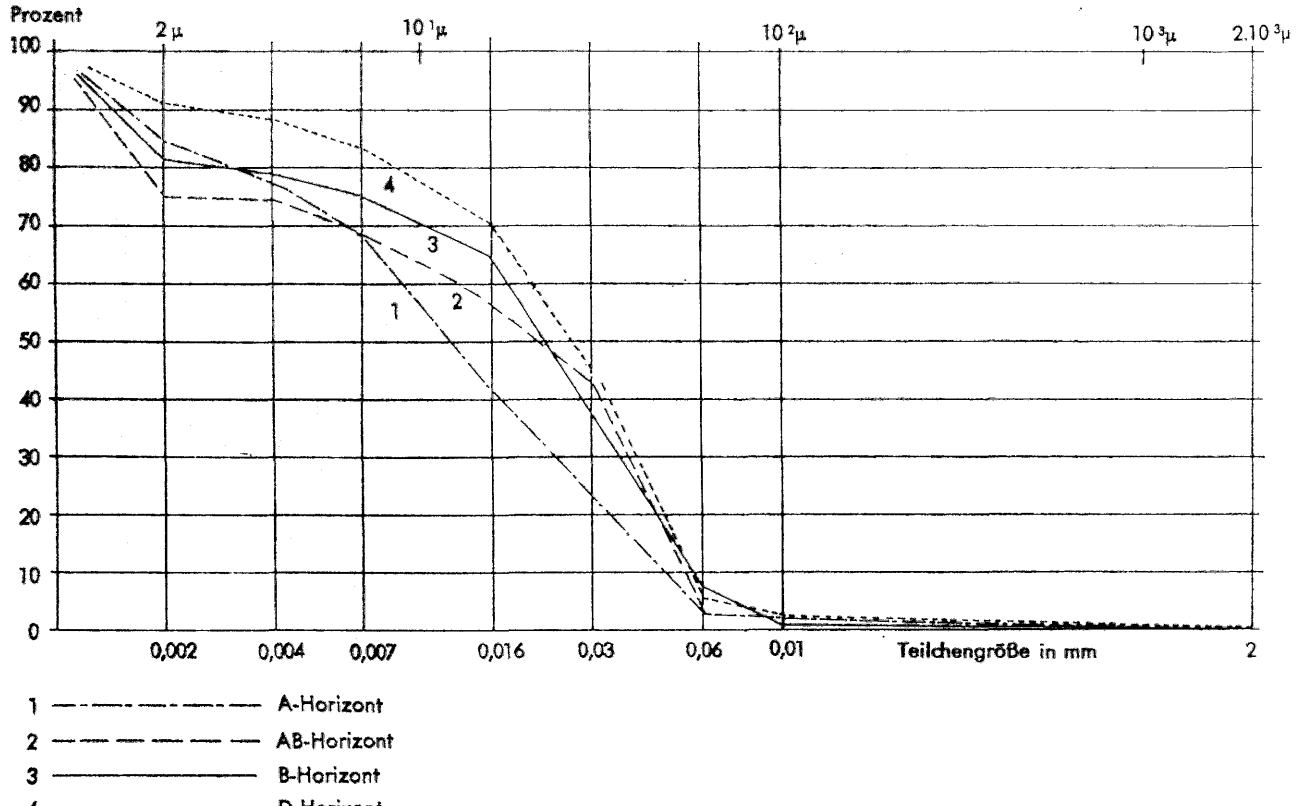
Da infolge Dispergierung in den Fraktionen nur mehr Primärteilchen vorliegen, werden durch diese Zahlen einerseits die unterschiedlichen Sedimentationsbedingungen zwischen Löß und Lehm, anderseits wird auch die Einwirkung der Verwitterung aufgezeigt.

Im Aufbau des Lößprofiles wurde die gleiche Korngröße in fast gleicher Menge abgelagert, aber innerhalb der Lehmsedimentation fand eine Abnahme dieser Teilchen nach oben statt, wobei jedoch der geringe Prozentsatz im A-Horizont auffällt.

Im Profil der Parabraunerde deckt sich bemerkenswerterweise der geringe Feinsandgehalt (nach Kopetzky) fast ganz mit der Fraktion 0,6 bis 0,06 mm der Pipettemethode und auch im Grobsand sind keine wesentlichen Differenzen vorhanden. Zwecks besserer Übersicht

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diagramm 10: Kurven der Teilchengrößen in der Parabraunerde „Schulbau"



© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

werden auch hier die Fraktionen der Pipettemethode zu Gruppen vereinigt, und mittels Vergleich der Ergebnisse mit der Schlämmanalyse soll ein Einblick in die Bodenbildung versucht werden.

	A-Hor. %	AB-Hor. %	B-Hor. %	D-Hor. (Löß) %
Pipettemethode kleiner als 0,016 mm	59,0	43,0	36,0	30,0
Schlämmung kleiner als 0,010 mm	50,0	48,4	38,6	26,0
Pipettemethode von 0,06 bis 0,016 mm	38,0	54,0	57,0	65,0
Schlämmung von 0,05 bis 0,010 mm	41,8	45,0	53,8	66,2

Die Gegenüberstellung obiger Zahlenwerte läßt bei beiden Methoden dieselben Tendenzen aufscheinen, so daß die Anordnung der Horizonte im Kurvenbild gleichbleibt, dennoch treten einige Unterschiede im Verlauf der Linien hervor, die geklärt werden müssen.

Besonders auffallend ist, daß trotz der Tonanreicherung im AB-Horizont bei beiden Methoden eine Abnahme des Abschlämmbaren bzw. der Korngrößen kleiner als 0,016 mm gegenüber dem A-Horizont eintritt, wobei die Differenz bei der Pipettemethode 16 % und bei der Schlämmung nur 2 % beträgt. Anderseits ist der auffallende Sprung vom B- zum D-Horizont, zum Löß, bei der Schlämmung bedeutend besser ersichtlich. Er beträgt hier 12,6 %, während er bei der Pipettemethode nur mit 6,0 % aufscheint, obwohl bei dieser der Fraktionsbereich einen etwas größeren Umfang besitzt als das Abschlämmbare einschließt (kleiner als 0,016 mm gegenüber kleiner als 0,010 mm).

Ein ähnliches Bild zeigt auch die Gegenüberstellung der Fraktion 0,06 bis 0,016 mm zum Staubsand (0,05 bis 0,010 mm); auch hier ist die Differenz zwischen A- und AB-Horizont bei der Pipettemethode stärker ausgeprägt (von 38 auf 54 % gegenüber 41,8 zu 45 %); aber die Trennlinie zwischen Lehm und Löß ist bei der Schlämmung prägnanter ersichtlich (57 zu 65 % gegenüber 53,8 zu 66,2 %).

Die Klärung dieser Unterschiede, die im Methodischen liegen, indem beim Pipetteverfahren nur Primärteilchen vorliegen, während bei der Schlämmung infolge anderer Vorbehandlung noch unzerstörte Bodenteilchen beteiligt sind, ermöglicht nunmehr, den Einfluß der Sedimentation von dem der Bodenentwicklung zu trennen. Denn aus dem Korngrößenbild der Horizonte nach der Schlämmungsmethode, das eine abnehmende Sortierung nach oben aufzeigt, kann geschlossen werden, daß kleine Bodenaggregate sowie Konkretionen

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

durch die fluviatile Umlagerung des Lehmmaterials nicht gänzlich zerstört werden.

Daher ist die plötzliche Veränderung der Sedimentationsbedingungen, welche die Diskontinuität bzw. den Wechsel von Lehm und Löß bedingen, bei der Schlämmung zwischen den primären Lößteilchen und den umgelagerten Bodenaggregaten bedeutend besser erkennbar als nach erfolgter Dispergierung. Zwar zeigen auch die Primärteilchen beider Substrate dieselbe Tendenz; sie ist bei der Pipettemethode auffallend weniger ausgeprägt, wodurch auch die scharfe Trennlinie weniger zur Geltung kommt.

Die größeren Unterschiede zwischen dem A- und AB-Horizont bei der Pipettemethode zeigen dagegen den Verwitterungseinfluß auf. Sicherlich findet im A-Horizont ein gewisser Zerfall der Primärteilchen durch Regen, Frost, Hitze, Bearbeitung u. a. statt, auf den die geringere Menge von 38 % der Komponente 0,06 bis 0,016 mm zurückzuführen ist, während im AB-Horizont davon 54 % vorhanden sind. Daraus ist auch der geringe Anteil von 19 % der Fraktion (0,06 bis 0,03 mm) erklärlich. Ein ähnliches Bild zeigte auch der Lößrohboden, bei dem ebenfalls eine Zunahme dieser Komponente im AC-Horizont aus gleichem Grund erfolgt. Die überschlägigen Zahlen der Trockensiebung ergaben einen bedeutend höheren Anteil der Bodenaggregate bei der Parabraunerde gegenüber dem Löß. Im A-Horizont wurden 55 %, im AB-Horizont 53 % und im B-Horizont noch immer 40 % Bodenaggregate mit der Größe 1,0 bis 0,2 mm gefunden, während der liegende Löß nur 7,4 % davon aufweist.

Bei der Gegenüberstellung mit dem Lößrohboden zeigt sich, daß die Parabraunerde im A-Horizont um 15 %, im AB-Horizont um 30 % und bei 0,70 bzw. 0,80 Meter Tiefe ebenfalls um 30 % mehr Bodenaggregate besitzt als der Lößrohboden. Im Löß selbst ist ziemlich gute Übereinstimmung (10,3 gegen 7,4 %) bei dieser Aggregatsgröße ersichtlich. Anderseits bleibt die Menge der Bodenaggregate mit der Größe 0,2 bis 0,05 mm bei der Parabraunerde mit ungefähr 18 % ziemlich gleich, nimmt jedoch im liegenden Löß auf rund 25 % zu (beim Lößrohboden schwankt sie zwischen 14,2 und 19,6 %). Wegen des großen Anteiles der Bodenaggregate bei der Parabraunerde ergibt sich, daß die kleineren Teilchen hier nur relativ geringe Prozentsätze aufweisen (zwischen 25,5 und 39,5 %), da sie annähernd bereits die Primärteilchen umfassen, während im Löß dieser Anteil sehr hoch ist und zwischen 62,4 und 69,9 % beträgt.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Beim weiteren Vergleich der Korngrößenanalysen stehen 59 % Primärteilchen kleiner als 0,016 mm im A-Horizont nur 43 % im AB-Horizont gegenüber und von diesem Prozentsatz entfallen im A-Horizont allein schon 27 %, also fast die Hälfte, auf die Teilchengröße 0,016 bis 0,007 mm, die zum größten Teil wahrscheinlich aus dem Zerfall größerer Teilchen hervorgegangen sind, da im AB-Horizont nur 11 % davon vorliegen. Im letzteren Horizont sind von den 43 % der Teilchen kleiner als 0,016 mm sogar 25 % — also mehr als die Hälfte — Rohton enthalten, während sich im A-Horizont von 59 % nur 16 % Rohton — also etwas über ein Viertel — vorfinden, so daß die Tonauswaschung im obersten Horizont und die Tonanreicherung im darunterliegenden Horizont prägnant aufscheint.

Diese Tonanreicherung kann im Dünnschliff an den hellgelben Schlieren beobachtet werden, und die Intensität der Tonverlagerung zeigt sich an der Menge dieser stark doppelbrechenden Bindesubstanz.

Da die Zeit der Bodenentwicklung auf der Hochterrasse relativ kurz ist, die klimatischen Verhältnisse des Linzer Raumes keine besonderen Extremwerte aufweisen und das abgelagerte Lehmmaterial sich nicht im Grundwasserbereich befand, ist auch bei der Parabraunerde bei allen Untersuchungen nur ein geringer Verwitterungsgrad feststellbar.

An den Dünnschliffen ist die schlierenhafte Anhäufung der hellgelben, stark doppelbrechenden Bindesubstanz in Hohlräumen nicht allzu häufig beobachtbar und wesentlich geringer als bei den Böden auf älteren Terrassen, wo die Bindesubstanz dünkler und schwächer doppelbrechend ist. Auch ist im allgemeinen keine starke Zersetzung der Minerale ersichtlich und die etwas stärker verwitterten Feldspate wurden wahrscheinlich umgelagert und stammen aus dem Bodenmaterial jener höheren Terrassen.

Ebensowenig ist eine wesentliche Veränderung des Schwermineralbestandes in dieser kurzen geologischen Zeit bei den Landböden zu erwarten, da die Zersetzung im terrestrischen Milieu unter völlig anderen Bedingungen wirkt als im subaquatischen Bereich. Es weisen sogar die Granate, die nach Untersuchungen von H. Wieseneder (76, 77) in marinen Sanden wenig resistent sind, in diesen Bodenbildungen fast keine Zersetzungserscheinungen auf, so daß der hohe Granatgehalt im Löß der Hochterrasse und der wesentlich geringere in der Parabraunerde substratbedingt und keine Folge der Verwitterungsauslese auf der Hochterrasse ist.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Verwitterungsintensität der Parabraunerde deckt sich daher annähernd mit der des Lößrohbodens, nur wirken bei diesem die klimatischen Faktoren auf unverwitterte Minerale, während bei jener bereits teilweise zersetzte und umgelagerte Feldspate sowie Bodenteilchen zur Verfügung standen. Daher tritt in einem solchen allochthonen Ausgangsmaterial sowohl Tonneubildung als auch Tonwanderung rascher und stärker ein als im autochthonen Löß.

Die Tonneubildung ist bei einem umgelagerten, bereits tonhältigen Material analytisch kaum faßbar, denn die gleichmäßig verteilte Bindesubstanz, ersichtlich in den Dünnschliffbildern, wurde zum größten Teil sedimentiert und der Verwitterungseinfluß ist bei der Parabraunerde nur an den hellgelben, stark doppelbrechenden Schlieren erkennbar. Da infolge der hohen Tonkomponente des Ausgangsmaterials und infolge etwas dichterer Lagerung eine längere Wirksamkeit der Niederschlagswässer gegeben war, ist die Bodenentwicklung der Parabraunerde etwas intensiver als beim Lößrohboden. Die Bodendynamik fand beim Löß und beim Lehmmaterial völlig verschiedene Voraussetzungen vor und nahm bei jedem dieser Substrate einen anderen Verlauf.

Bei diesen relativ jungen Bodenbildungen spielten die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Ausgangsmaterials sowie dessen mineralogische Zusammensetzung eine sehr große Rolle, so daß die Intensität der Bodenentwicklung bei ansonsten gleichen Faktoren mehr von den bodengenetischen Gegebenheiten als von der Zeit abhängt. Dieser letzte Faktor der Bodenentwicklung kann im allgemeinen nur mit geologischen Zeitmaßen gemessen werden, obzwar eine gewisse Ersetzbarkeit der Zeit durch andere Faktoren möglich ist.

Aus dem selben Material können innerhalb gleichen Zeitraumes unter gleichen klimatischen und sonstigen Bedingungen, wie dies auf der Hochterrasse bei Linz der Fall ist, nicht zwei grundsätzlich verschiedene Bodenbildungen entstehen.

In künftigen Untersuchungen soll auch das Ausmaß der Bodenentwicklung auf höheren, älteren Terrassen geklärt und damit ein weiterer Beitrag zur Quartärgeologie erbracht werden. Beim letztkaltzeitlichen Löß mit seinem hohen Kalkgehalt hat sich unter den Klimaverhältnissen des Linzer Raumes eine Entwicklung zur Parabraunerde, das heißt, eine völlige Entkalkung und Verlehmung, nicht vollzogen.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ZUSAMMENFASSUNG

Physikalische, chemische, mineralogische und mikromorphologische Untersuchungen der Bodenbildungen auf der Traun-Hochterrasse bei Linz ergaben, daß die auf diesem Standort befindlichen zwei grundsätzlich unterscheidbaren Bodenbildungen, der Lößrohboden und die Parabraunerde, aus völlig verschiedenen Substraten hervorgegangen sind.

Aus dem letztkaltzeitlichen Löß hat sich am Terrassenrand, der einen ehemaligen Uferwall der akkumulierenden Traun darstellt, ein Lößrohboden entwickelt, wobei durch die Verwitterung im Oberboden die Karbonate teilweise gelöst und ausgewaschen wurden. Im Unterboden ist eine gewisse Ausfällung der Karbonatlösungen analytisch und mikromorphologisch feststellbar.

Die Parabraunerde entwickelte sich aus umgelagertem Lehmmaterial, das durch die Seitengerinne von älteren, höhergelegenen Terrassen nach Akkumulation des Lösses über diesem abgelagert wurde. Die Verwitterung des Lehmmaterials bedingte einen teilweisen Zerfall größerer Teilchen im Oberboden und eine Tonanreicherung im darunterliegenden Horizont.

Diese Tonwanderung ist mikromorphologisch an hellgelben, stark doppelbrechenden Schlieren in Hohlräumen erkennbar, und die Umlagerung älterer Bodenteilchen kann an den dunkelbraunen, abgerundeten Konkretionen und an der gleichmäßig verteilten Bindesubstanz beobachtet werden.

Die makroskopisch sichtbare Diskontinuität zwischen dem hangenden Lehm und dem liegenden Löß ist auch im Dünnschliff als scharfe Trennlinie ausgeprägt und äußert sich mehr oder weniger bei allen Untersuchungsergebnissen.

Der Schwermineralbestand der Parabraunerde zeigt wesentliche Unterschiede gegenüber dem Löß auf, denn bei letzterem herrscht eine starke Granatkomponente vor, die aus dem tertiären Schlieruntergrund im Alpenvorland herstammt. Die Hochterrassenfläche war zur Zeit der Lößakkumulation noch die von Hochwässern überschwemmte „Austufe" der Traun, und infolge Landhebung und Flußerosion ist die heutige Landschaftsprägung entstanden.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Dipl.-Ing. Ch. Vinzenz Janik
Linz/Donau, Ramsauerstraße 50

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Literaturverzeichnis

1 H. J. Altemüller, 1956: Mikroskopische Untersuchungen einiger Lößbodentypen mit Hilfe von Dünnschliffen. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Bd. 72/2.

2 F. Blümel, 1962: Formen der Eisenoxydhydratausscheidungen in Gleyen und Pseudogleyen. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Bd. 98/3.

3 F. Blümel, V. Janik und H. Schiller, 1959: Die Mikromorphologie und der Kolloidzustand unterschiedlicher Bodentypen. Landw.-Chem. BVA Linz, Festschrift LX/4.

4 K. Brunnacker, 1954: Über fossile gleyartige Böden im Löß Bayerns. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Bd. 65.

5 K. Brunnacker, 1957: Bemerkungen zur Feinstgliederung und zum Kalkgehalt des Lösses. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 8.

6 K. Brunnacker, 1959: Bemerkungen zur Parabraunerde. Geol. Jahrb. Hannover, Band 76.

7 K. Brunnacker, 1963: Die schweren Böden Bayerns in geologischer und bodengeschichtlicher Sicht. Bay. Landw. Jb. Jg. 40, Heft 3.

8 E. Burggasser und H. Schiller, 1956: Die Bodenuntersuchung in Oberösterreich und der Versuch einer Nährstoff- und Bodentypenkartierung im Bezirk Braunau. Landw.-Chem. BVA Linz, LVII/3.

9 J. Büdel, 1937: Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. Pet. Mitt. Erg. H. 229.

10 A. Casagrande, 1934: Die Aräomethode. Springer, Berlin.

11 H. P. Cornelius, 1950: Zum Beitrag der jugendlichen Hebung der Alpen. Mitt. Geogr. Ges. Wien, Jg. 92, 7/9.

12 R. Dudal, 1953: Etude morphologique et genetique d'une sequence de sols sur limon loessique. Agric. I/2.

13 E. Ehwald, 1958: Bemerkungen zur Abgrenzung und Gliederung der wichtigsten Böden Mitteleuropas unter dem Gesichtspunkt einer internationalen Annäherung in der Bodensystematik. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Bd. 80.

14 J. Fink, 1949: Zur Altersfrage der österreichischen Böden. Die Bodenkultur, Wien, 3.

15 J. Fink, 1953: Die Bodentypen Österreichs. Öst. Staatsdruckerei, Wien.

16 J. Fink, 1954: Die fossilen Böden im österreichischen Löß. Quartär, Bd. 6.

17 J. Fink, 1955: Verlauf und Ergebnisse der Quartärexkursion in Österreich 1955. Mitt. Geogr. Ges. Wien, Bd. 97/III.

18 J. Fink, 1960: Leitlinien einer österreichischen Quartärstratigraphie. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, Bd. 53.

19 J. Fink, 1961: Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, Bd. 54.

20 H. Franz, 1959: Feldbodenkunde, Fromme, Wien.

21 E. Frasl, 1955: Schwermineraluntersuchungen an quartären Deckschichten des Marchfeldes. Beiträge zur Pleistozänforschung aus Österreich. Verh. geol. BA., Wien, Sonderheft D.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

22 H. Frei, 1948: Gefügeuntersuchungen an landwirtschaftlichen Kulturböden. Mitt. d. Eidgen. Landw. Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon.
23 J. F. Garkuschka, 1953: Bodenkunde (übersetzt aus dem Russischen), Deutscher Bauernverlag, Berlin.
24 G. Götzinger, 1936: Das Quartär im österreichischen Alpenvorland. Verh. d. III. Intern. Quartär-Konferenz.
25 H. Graul, 1962: Die Niederterrassenfelder im Umkreis der Alpen. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 13.
26 H. Graul, 1952: Bemerkungen zur Würmstratigraphie im Alpenvorland. Geologica Bavarica, München, Bd. 14.
27 E. W. Guenther, 1961: Sedimentpetrographische Untersuchung von Lössen. Böhlau-Verlag, Köln-Graz.
28 H. Häusler, 1956: Ein Stück jüngster Talgeschichte aus der Umgebung von Linz. Naturk. Jahrb. d. Stadt Linz.
29 R. Herman und P. Folzer, 1964: Beiträge zur Kenntnis spät- und postglazialer Akkumulation im nördlichen Alpenvorland. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 15.
30 R. Herrmann, R. Thun und E. Knickmann, 1955: Handbuch der landw. Versuchs- und Untersuchungsmethoden. (Die Untersuchung von Böden) Neumann, Radebeul und Berlin.
31 H. Holzer, 1952: Ein Beitrag zur Frage nach der Herkunft des Lösses. Zt. f. Gletscherk. u. Glazoalgeologie, II/1.
32 V. Janik, 1961: Die Böden des Linzer Raumes. Linzer Atlas.
33 V. Janik, 1962: Landschaft und Böden des Zaubertales und seiner Umgebung. Naturk. Jahrb. d. Stadt Linz.
34 H. Kick, 1956: Bemerkungen zur T- und S-Wert-Bestimmung nach Mehlich in Böden mit höheren Gehalten an $CaCO_3$. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Bd. 75.
35 H. Kohl, 1955: Die Exkursion zwischen Lambach und Enns. Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. Verh. Geol. BA, Wien.
36 H. Kohl, 1962: Zur Eiszeitgeologie der Traun-Enns-Platte. OÖ. Heimatblätter, Linz, Jg. 16/1.
37 L. Kölbl, 1930: Studien über den Löß. Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 23.
38 J. Kopetzky, 1914: Int. Mitt. Bodenkunde, 4.
39 E. Kopp, 1964: Zur Genese der Böden aus Hochflutlehm auf der Niederterrasse im Raum Bonn—Köln—Krefeld. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 15.
40 E. Kraus, 1955: Über die jüngsten Bewegungstendenzen der Alpen. Geol. Rundschau, Bd. 43/1.
41 W. Kubiena, 1948: Entwicklungslehre des Bodens. Springer, Wien.
42 W. Kubiena, 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. F. Enke, Stuttgart.
43 W. Kubiena, 1956: Zur Mikromorphologie, Systematik und Entwicklung der rezenten und fossilen Lößböden. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 7.
44 P. Kundler, 1957: Zur Charakterisierung und Systematik der braunen Waldböden. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Bd. 78.
45 H. Küpper, 1955: Ausblick auf das Pleistozän des Raumes von Wien. Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. Verh. d. Geol. BA., Wien, Sonderheft D.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

46 W. Laatsch, 1957: Dynamik mitteleuropäischer Mineralböden. Th. Steinkopff, Dresden.
47 H. Louis, 1960: Allgemeine Geomorphologie. W. de Gruyter, Berlin.
48 F. Machatschek, 1953: Über seitliche Erosion. Pet. Geogr. Mitt. Jg. 97/1.
49 E. Mückenhausen, 1954: Die Beurteilung des Faktors Wasser bei der bodenkundlichen Kartierung. Forstarchiv 25, Hannover.
50 E. Mückenhausen, 1959: Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland. Kommentator-Verlag, Frankfurt.
51 A. Penck und E. Brückner, 1909: Die Alpen im Eiszeitalter. Ch. Tauchnitz, Leipzig.
52 C. Rathjens, 1953: Über Klima und Formenschatz der Späteiszeit. Geologica Bavarica, München, Bd. 19.
53 C. Rathjens, 1955: Zur Frage der Gliederung der Würmeiszeit. Pet. Geogr. Mitt., Jg. 99/2.
54 P. Schachtschabel, 1951: Die Bestimmung von S-Wert, T-Wert und Sättigungsgrad. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde, Bd. 53.
55 I. Schaefer, 1950: Über methodische Fragen der Eiszeitforschung im Alpenvorland. Z. d. Geol. Ges., Bd. 102.
56 I. Schaefer, 1951: Die diluviale Erosion und Akkumulation. Pet. Geogr. Mitt., Jahrgang 95/3.
57 I. Schaefer, 1951: Über die Gliederung des Eiszeitalters. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 1.
58 F. X. Schaffer, 1951: Geologie von Österreich. Fr. Deuticke, Wien.
59 F. Scheffer und P. Schachtschabel, 1960: Bodenkunde, 5. Auflage, F. Encke, Stuttgart.
60 A. Scheiding, 1934: Der Löß und seine geotechnischen Eigenschaften. Th. Steinkopff, Dresden.
61 H. Schiller, 1949: Die Kolloidbeweglichkeit in naturfeuchten und luftgetrockneten Böden. Landw. Chem. BVA Linz.
62 H. Schiller und V. Janik, 1958: Der Nährstoffgehalt der Böden in seiner Beziehung zum Einzugsgebiet der Flüsse. Die Bodenkultur, Wien, Bd. 10.
63 H. Schiller und V. Janik, 1959: Ein Beitrag zur Kenntnis der oberösterreichischen Böden. Die Bodenkultur, Wien, Bd. 10/3.
64 H. Schiller, V. Janik und N. Eder, 1959: Der Nährstoffzustand der Böden Oberösterreichs. Landw. Chem. BVA, Linz, LX/4.
65 E. Schönhals, 1952: Gesetzmäßige Beziehungen zwischen Körnung und Kalkgehalt des Lösses und die Erkennung von Verwitterungszonen mit Hilfe der typischen Streubereiche. Geol. Jb. Hannover, Bd. 66.
66 E. Schönhals, 1953: Gesetzmäßigkeiten im Feinaufbau von Talrandlössen mit Bemerkungen über die Entstehung des Lösses. Eiszeitalter und Gegenwart, Band 3.
67 D. Schroeder, 1954: Mineralogische Untersuchungen an Lößprofilen. Heidelb. Beitrag z. Min. u. Petrog., Bd. IV/6.
68 K. H. Sindowski, 1938: Über die Verwitterbarkeit der Schwerminerale. Zt. d. Deutschen Geol. Ges., Bd. 90.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

69 K. H. Sindowski, 1940: Grundsätzliches zur Schwermineralanalyse der diluvialen Rheinterrasse und Lösse des Mittel- und Niederrheingebietes. Zt. d. Deutschen Geol. Ges., Bd. 92.
70 A. N. Sokolowsky, 1959: Die Bedeutung physikalisch-chemischer Eigenschaften der Lösse für die Feststellung ihrer Genese. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Bd. 85.
71 H. Stremme, 1926: Die Grundzüge der praktischen Bodenkunde. Borntraeger, Berlin.
72 L. Weinberger, 1953: Über glazifluviatile Schotter bei Mauerkirchen und deren Lösse. Geologica Bavarica, Nr. 19.
73 G. Wiegner, 1926: Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. Borntraeger, Berlin.
74 H. Wieseneder, 1929: Die mineralogische Zusammensetzung des Lösses im Bereich des östlichen Wienerwaldes. Verh. Geol. BA., Wien.
75 H. Wieseneder, 1943: Wege und Ziele der mineralogischen Sedimentuntersuchung. Min. petrogr. Mitt.,Bd. 55, 4/5.
76 H. Wieseneder, 1952: Die Verteilung der Schwermineralien im nördlichen Wiener Becken und ihre geologische Deutung. Verh. Geol. BA., Wien.
77 H. Wieseneder, 1952: Über Veränderung des Schwermineralbestandes durch Verwitterung und Diagenese. Erdöl und Kohle, Hamburg, 6/7.
78 H. Wieseneder, 1959: Ergebnisse sedimentologischer und sedimentpetrographischer Untersuchung im Neogen Österreichs. Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 52.
79 H. Winkler-Hermaden, 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung.
80 A. Winkler-Hermaden, 1960: Zur Frage der Beziehungen zwischen Tektonik und Landformung. Geol. Rundschau, Bd. 50.
81 P. Woldstedt, 1954: Das Eiszeitalter. F. Enke, Stuttgart.
82 G. Woletz, 1954: Schwermineralanalysen in Gesteinen von Helvetikum, Flysch und Gosau. Verh. Geol. BA., Wien.
83 G. Woletz, 1958: Die Schwermineralanalyse als Hilfsmittel bei Prospektion und Stratigraphie. Verh. Geol. BA., Wien.
84 W. Wundt, 1952: Abtragung und Aufschüttung in den Alpen und dem Alpenvorland während der Jetztzeit und der Eiszeit. Erdkunde, Bd. VI/1.
85 Deutsche Normen, 1958: Bestimmung der Korngrößen durch Siebung und Sedimentation (Verfahren nach Andreasen), DIN 51,033.
86 D. Schmeer, 1958: Zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse Bayerns mittels Schwermineralen. Zt. d. Deutschen Geol. Ges., Bd. 110/1.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Inhaltsangabe:

Seite

Einleitung 39
I. Angewandte Untersuchungsmethoden 41
1. Feldbeobachtungen 43
2. Physikalische Untersuchungen 44
a) Das Raumtrockengewicht 44
b) Die Korngrößenzusammensetzung 44
3. Chemische Untersuchungen 44
a) Der Karbonatgehalt 45
b) Der Phosphorsäuregehalt 45
c) Das Sorptionsvermögen (T-Wert) 45
4. Mineralogische Untersuchungen 45
5. Mikromorphologische Untersuchungen 46
II. Untersuchungsergebnisse 47
1. Analysenergebnisse des Lößrohbodens 50
2. Analysenergebnisse der Parabraunerde 57
III. Folgerungen aus den Ergebnissen (Diskussion) 63
1. Die Bodenbildung auf der Hochterrasse 68
2. Die Sedimentationsvorgänge auf der Hochterrasse 72
a) Die Lehmsedimentation auf der Hochterrasse 72
b) Die Lößsedimentation auf der Hochterrasse 83
3. Das Ausmaß der Bodenentwicklung 87
a) Die Bodenentwicklung des Lößrohbodens 90
b) Die Bodenentwicklung der Parabraunerde 94
Zusammenfassung 100
Literaturverzeichnis 101

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

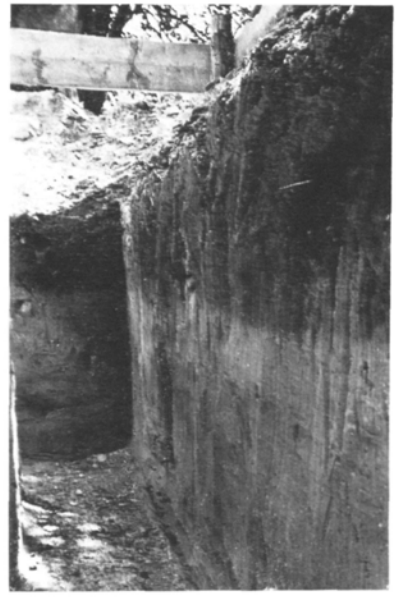


Bild 1 (links): Lößrohboden, Humusauflage auf Löß (A-, AC-, C-Profil).

Bild 3 (rechts): Parabraunerde, Standort „Kinozubau", Pz. 385/3. Scharfe Trennlinie zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß (Diskontinuität). Beginn des Auskeilens der Lehmschichten.

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bild 2:
Parabraunerde,
Standort „Schulbau",
Pz. 1374/48

Scharfe Trennlinie zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß (Diskontinuität)

Bild 4:
Parabraunerde,
Pz. 414/3

Scharfe Trennlinie zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß (Diskontinuität)

Bild 5:
Graben Hanuschstraße, Pz. 425/28

Scharfe Trennlinie zwischen lehmiger Grabenfüllung und umgebendem Löß (Diskontinuität)

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

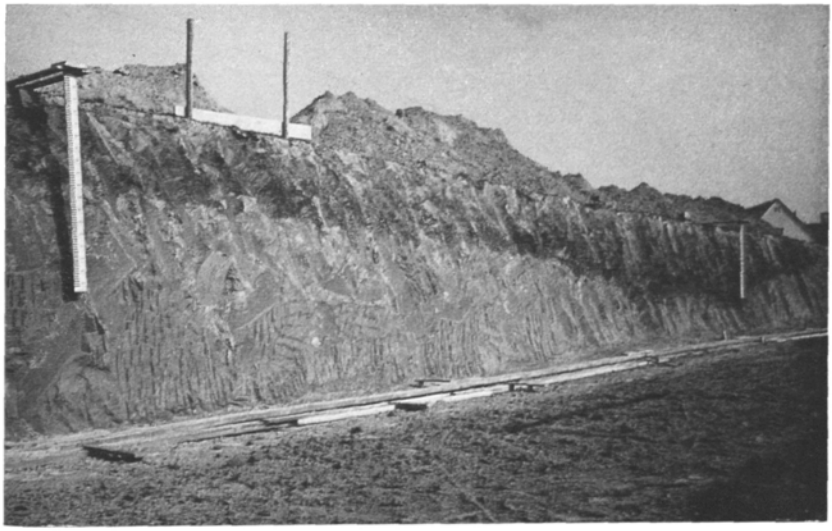
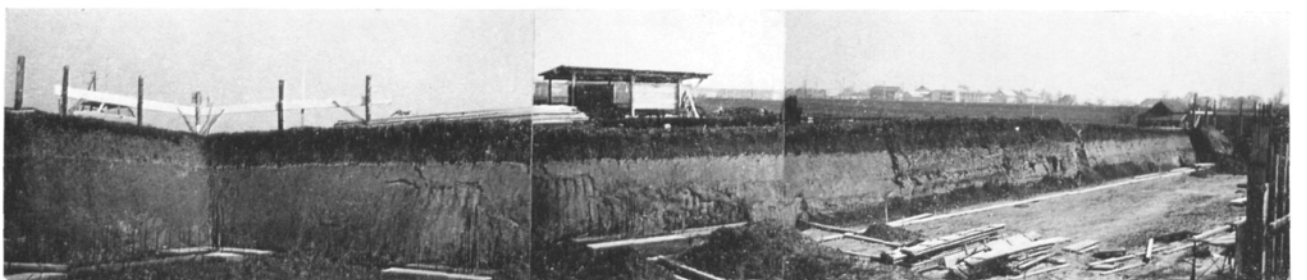


Bild 6: Parabraunerde im Aufschluß „Biolabor" Hart. Scharfe Trennlinie zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß (Diskontinuität). Rechts im Bild Grabenfüllung mit braunem Lehmmaterial.

(Aus dem Bildarchiv der Österreichischen Stickstoffwerke, Linz)

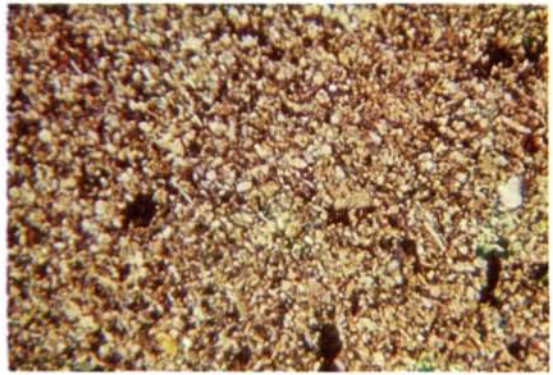
© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bild 7: Baugrube der neuen Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt, Pz. 1408/2



Scharfe Trennlinie zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß; Auskeilen der Trennlinie gegen Süden zu einer Delle

© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



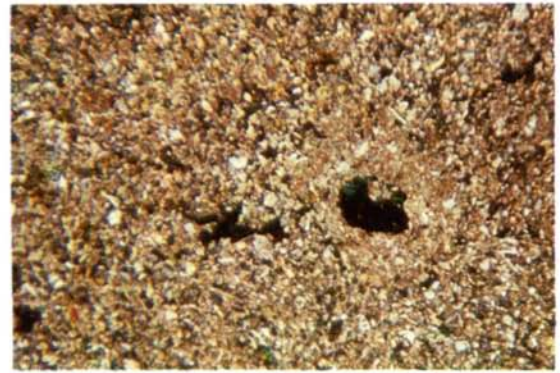
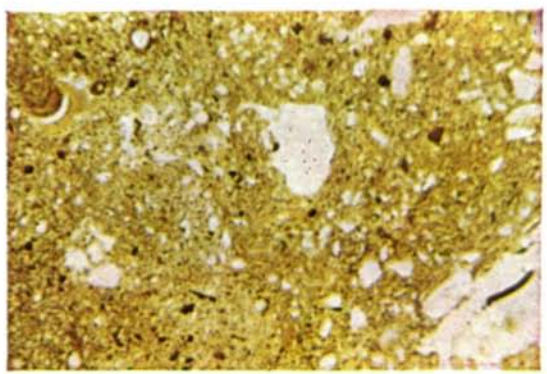
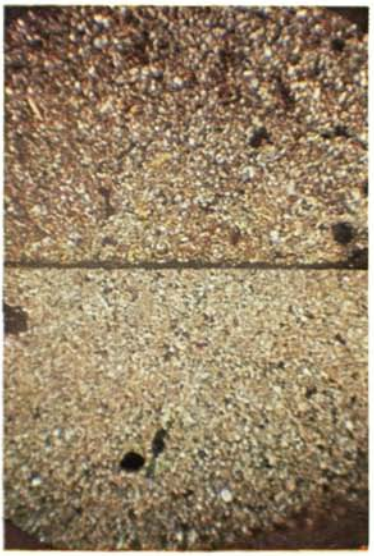


Bild 1 (links oben): AC-Horizont des Lößrohbodens. X-Nicols, 15fach vergrößert. Calcitreiches, lockeres Mineralgefüge mit sehr wenig Bindesubstanz. Calcite trübe und stark angeätzt, daneben Quarze, Feldspate und Glimmerschüppchen. — **Bild 2 (rechts oben): C-Horizont des Lößrohbodens.** X-Nicols, 15fach vergrößert. Calcitreiches, lockeres Mineralgefüge ohne Bindesubstanz. Calcite teilweise trübe und angeätzt, Kalkausfällung in einem Hohlraum. — **Bild 3 (links unten): B_1-Horizont der Parabraunerde Linz-Hart im Aufschluß „Biolabor". X-Nicols, 25fach vergrößert.** Dichtes Mineralgefüge mit viel Bindesubstanz. Minerale: Quarze, Feldspate und Glimmerschüppchen; Bindesubstanz gelb, gleichmäßig verteilt, kleine, abgerundete, dunkle Konkretionen. — **Bild 4 (rechts unten): B_1-Horizont der Parabraunerde Linz-Hart im Aufschluß „Biolabor".** X-Nicols, 250fach vergrößert. Hellgelbe, stark doppelbrechende Schliere in einem Hohlraum. (Die Bilder 3 und 4 wurden bereits 1959 von der Landw.-chem. Bundesversuchsanstalt Linz veröffentlicht; ich danke Herrn Dir. Dr. Dipl.-Ing. E. Burggasser für die Erlaubnis des Nachdruckes.)



© Naturkdl. Station Stadt Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



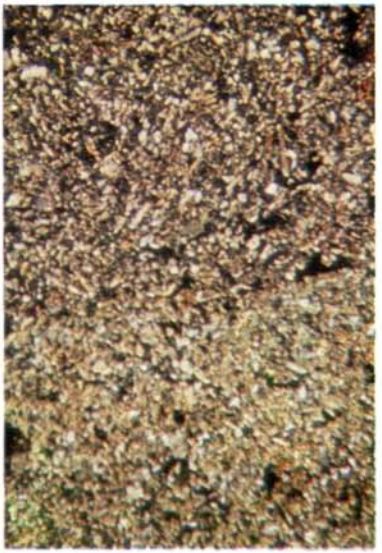


Bild 5 (links): Übergang vom B- zum C-Horizont bei der Parabraunerde Linz-Bindermichl im Aufschluß „Schulbau". X-Nicols, 15fach vergrößert. Scharfe Trennlinie (Diskontinuität) zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß (Schliff in trockenem Zustand, wodurch Trennlinie besonders deutlich sichtbar wird). O b e n : Dichtes Mineralgefüge mit viel Bindesubstanz. Minerale: Quarze, Feldspate und Glimmerschüppchen, die stellenweise eingeregelt sind; Bindesubstanz zum größten Teil gleichmäßig verteilt. U n t e n : Dichtes Mineralgefüge ohne Bindesubstanz. Minerale zum größten Teil Calcite, daneben Quarze, Feldspate und Glimmerschüppchen, Calcite wenig angeätzt.

Bild 6 (rechts): Übergang vom B- zum C-Horizont im Graben Hanuschstraße bei 2,50 Meter Tiefe. X-Nicols, 25fach vergrößert. Scharfe Trennlinie (Diskontinuität) zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß (Schliff in bodenfeuchtem Zustand); ansonsten ähnlich wie bei Bild 5.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz (Linz)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: 11

Autor(en)/Author(s): Janik Vinzenz Christoph

Artikel/Article: Die Bodenentwicklung auf der Hochterasse der Traun bei Linz (Ist dieParabraunerdedes Harter Plateaus eine autochthone Bodenbildung? 39-106